

DE VULGARI MATHEMATICA

Piergiorgio Odifreddi

Aprile 1996

Gli spazi culturali della stampa e dei mezzi audiovisivi sono sommersi e ci sommergono regolarmente di informazioni relative a vite e opere di cineasti, pittori, musicisti, letterati e filosofi, ma rivolgono scarsissima attenzione alla scienza e agli scienziati, e praticamente nessuna alla matematica e ai matematici.

Si può pensare che le difficoltà per la diffusione capillare del pensiero matematico risiedano da un lato nell'astrusità del suo linguaggio, e dall'altro nell'astrattezza del suo argomento: in altre parole, nel fatto che la matematica sia difficile e avulsa dalla realtà quotidiana. Che questa sia effettivamente la percezione (ad esempio, del ceto politico) lo dimostra l'uso sconsiderato della parola *teorema* per indicare una costruzione giudiziaria che non sta nè in cielo nè in terra, ormai entrata nell'(ab)uso comune.

Un momento di riflessione, che non può certo far male (in particolare, al ceto politico), mostra però che gli argomenti appena addotti non reggono: il cinema, la pittura, la musica, la letteratura, la filosofia, e più in generale ogni branca del sapere umano, hanno ciascuna sviluppato un suo linguaggio ed una sua metodologia, che risultano *tutte* incomprensibili al profano. Non si può infatti pretendere di sostenere con cognizione di causa che, tanto per fare degli esempi a caso, le opere di autori come Jean Luc Godard, Pablo Picasso, Arnold Schoenberg, James Joyce e Ludwig Wittgenstein o, per rimanere a casa nostra, Michelangelo Antonioni, Giorgio De Chirico, Luciano Berio, Carlo Emilio Gadda e Gianni Vattimo, usino un linguaggio non astruso, o trattino di argomenti non astratti: questo non impedisce di vedere i nomi loro e dei loro colleghi di (av)ventura citati regolarmente sui media, e le loro opere fruite da un pubblico di non specialisti.

Ciò che stupisce ulteriormente è che l'ostracismo della matematica si ef-

fettui in tempi e luoghi che vengono considerati tecnologicamente avanzati, come se la matematica non fosse appunto il linguaggio della scienza e della tecnologia, e dunque dell'era moderna e dell'occidente.

Se non sono allora l'anacronismo e l'anatopia dell'argomento o la sua supposta complessità a pregiudicarne la diffusione, non ci resta che pensare ad un complotto: al fatto cioè che il controllo culturale dei media stia in mano ad una cerchia di mandarini che lo gestiscono a loro uso e consumo, impedendo coscientemente, per ignoranza e/o istinto di conservazione, che il pensiero e la cultura matematica vengano conosciuti e divulgati.

Per smascherare il complotto, cercheremo di dare al lettore alcune indicazioni che gli permettano di sperimentare come la matematica possa essere capita e gustata anche dal profano, per lo meno al livello a cui egli capisce e gusta il cinema, la pittura, la musica, la letteratura o la filosofia, comprendendone al proprio livello il linguaggio e la metodologia.

Matematica e matematica

La matematica viene scritta in un linguaggio formale e descritta secondo una metodologia logica, ma formule e regole non rappresentano altro che un tentativo di formalizzazione a posteriori di pensieri intuitivi: secondo il noto aforisma di Einstein, "nessun matematico pensa con formule".

Paragonando la matematica alla musica, si può dire che formule e regole di derivazione sono l'analogo delle note e delle regole dell'armonia: in entrambi i casi si tratta soltanto di strumenti tecnici concreti sufficienti (e necessari?) per esprimere un contenuto astratto. Il lavoro del matematico può quindi essere ben espresso da ciò che Mozart diceva per le sue composizioni: che esse erano tentativi di dispiegare in modo lineare ciò che egli percepiva come compresso in un solo punto spaziale e un solo istante temporale.

Rispetto alla musica, la matematica ha però un grave handicap: essa non può infatti far ricorso alla sensorialità (uditiva). Mentre è dunque possibile fruire della musica passivamente, senza saperla suonare o comporre, la matematica può essere fruita soltanto attivamente, riproducendola o facendola. Ma, a scanso di equivoci, dovremmo notare che anche la fruizione passiva della musica è spesso illusoria: opere come l'*Arte della fuga* di Bach sono state scritte non per essere eseguite o ascoltate ma per essere lette, e questo è possibile soltanto conoscendo la sintassi e la grammatica musicale.

La divulgazione della matematica deve dunque tentare di quadrare il cerchio, cercando di evitare l'uso di quei formalismi e tecnicismi che sono stati inventati o scoperti proprio allo scopo di comunicare la matematica. E la cosa sarà tanto più agevole quanto maggiore o più appropriato è il background culturale di coloro a cui ci si rivolge: il matematico di professione, l'insegnante o lo studente di matematica o di materie scientifiche, la persona genericamente colta o intellettualmente curiosa . . .

Anzitutto, ci si può avvicinare alla matematica cercando di penetrare i percorsi intellettuali di coloro che la fanno. Poichè i matematici si interessano di mondi platonici e rarefatti, spesso finiscono col non saper vivere coi piedi per terra: essi sono dunque personaggi interessanti e bizzarri, quando non decisamente patologici, e le loro **biografie** possono dare un'idea del travaglio intellettuale che vivono, e del fuoco interiore che li brucia.

Una classica raccolta di schizzi biografici è *I grandi matematici* di Eric Bell (Sansoni, 1966), che narra con dovizia aneddotta le peripezie delle personalità cruciali. Ciascuna di esse, da quelle dell'antichità alle più moderne, è stata oggetto di studi dettagliati, ed un valido approccio alla matematica può essere la lettura delle vite dei suoi esponenti più illustri: Archimede, Newton, Eulero, Gauss, Cantor, Hilbert e von Neumann.

Alcuni matematici hanno essi stessi tentato di raccontarsi, ed alcuni l'hanno saputo fare in maniera superba. L'esempio forse più illustre è Bertrand Russell, che ha addirittura ottenuto il premio Nobel per la letteratura (!) nel 1950. Fra le autobiografie consiglieremmo il classico e memorabile *Apologia di un matematico* di Godfrey Hardy (Garzanti, 1989), l'altrettanto famoso *Avventure di un matematico* di Stanislaw Ulam (Sellerio, 1995), e il recente *Ricordi di apprendistato* di André Weil (Einaudi, 1994). Fra i tentativi di autointrospezione, il punto di riferimento obbligato è *La psicologia dell'invenzione* di Jacques Hadamard (Cortina, 1993).

Naturalmente, le (auto)biografie possono essere soltanto un modo per avvicinarsi alla matematica, così come lo sono in altri campi umanistici e scientifici: quello che conta e che rimane, infatti, è più *che cosa* si fa che non *chi* o *come* lo fa, e nessuna biografia di Bach, Mozart o Beethoven, così come di Archimede, Newton o Gauss, potrà raccontare la loro musica meglio della musica stessa.

Un passo avanti verso l'oggetto della matematica è dunque leggerne o studiarne la **storia**. Un'appassionante introduzione ad essa è il *Viaggio attraverso il genio* di William Dunham (Zanichelli, 1995), che unisce al racconto

degli avvenimenti le dimostrazioni di una dozzina fra i maggiori risultati, rendendole accessibili a chiunque abbia fatto la scuola dell'obbligo, e desideri traghettare verso il piacere intellettuale. Una volta traghettati, il punto di riferimento obbligato sarà la monumentale e stimolante *Storia del pensiero matematico* di Morris Kline (Einaudi, 1971).

Ma, prima o poi, i racconti biografici e storici dovranno cedere il passo alla **esposizione** della sostanza. Il che non significa dover cadere nella noia o impelagarsi nelle difficoltà: ad esempio, si può cominciare divertendosi e giocando, attraverso le innumerevoli collezioni di curiosità, indovinelli, rompicapi e problemi di Martin Gardner e Raymond Smullyan, di cui molte tradotte in italiano.

Ad un livello elementare, lo stupefacente *La bellezza della matematica* di Serge Lang (Boringhieri, 1991) è la trascrizione di una serie di conversazioni rivolte (letteralmente) ad un pubblico di ragazzi, casalinghe, pensionati e non specialisti, e riesce a trasmettere l'essenza dell'attività matematica, oltre che a presentare risultati sia classici che contemporanei. Altrettanto elementari e attenti alla procedura di scoperta e ai processi mentali sono i fortunati *Come risolvere i problemi di matematica* e *La scoperta matematica* di George Polya (Feltrinelli, 1967 e 1971).

Ad un livello un poco più elevato, il grande successo *L'esperienza matematica* di Philip Davis e Reuben Hersh (Edizioni di Comunità, 1985) fornisce uno sguardo a tutto campo, che non tralascia la filosofia, la psicologia e la sociologia. Il classico della divulgazione è però *Che cos'è la matematica* di Richard Courant e Herbert Robbins (Boringhieri, 1971), che sviluppa in maniera elementare alcune delle branche più basilari: la teoria dei numeri, l'algebra, la geometria, la topologia e l'analisi.

Il punto di arrivo di tutta la preparazione divulgatoria dovrà comunque essere la fruizione delle **grandi opere**, come nel caso di tutte le arti: qui non ci sarebbe che l'imbarazzo della scelta, ma certamente si va sul sicuro se si indicano quali vette del pensiero matematico gli *Elementi* di Euclide (300 a.C.), l'*Aritmetica* di Diofanto (250 d.C.), la *Geometria* di Cartesio (1637), l'*Introduzione all'analisi* di Eulero (1748), le *Disquisizioni aritmetiche* di Gauss (1801), i *Fondamenti della geometria* di Hilbert (1899) e gli *Elementi* di Bourbaki (un'opera monumentale iniziata negli anni '30, e ancora incompiuta).

Matematica e filosofia

La citazione di un'opera di Cartesio, originariamente apparsa in appendice a quel *Discorso sul metodo* che ha iniziato la filosofia moderna, ci induce a ricercare divulgazioni della matematica in altre branche del sapere, a partire appunto dalla filosofia.

È qui sufficiente un attimo di attenzione per scoprire che la cricca dei filosofi antiscientisti, che fornisce la copertura intellettuale alla cerchia dei mandarini che monopolizzano l'informazione culturale del nostro paese, è in realtà una corrente minoritaria e scismatica della filosofia stessa.

La componente scientifica in generale, e matematica in particolare, della filosofia è infatti stata una costante storica, al punto che un'ottima introduzione ad alcune problematiche della matematica sia classica che moderna si ottiene appunto leggendo i classici della filosofia, naturalmente ritornando ai testi originali e trascurando le sclerotizzanti armature critiche (come si dovrebbe fare d'altronde anche in altri campi, ad esempio rileggendo le Sacre Scritture e tralasciando il *Talmud* o i commentari medioevali).

Intere scuole di filosofia sono basate su fondamenti matematici e logici: è il caso dei pitagorici, dei sofisti, degli stoici, degli scolastici, dei razionalisti, dei positivisti logici e dei filosofi analitici. A livello individuale, poi, alcuni grandi filosofi sono stati anche buoni o ottimi matematici: ad esempio Pitagora, Cusano, Pascal, Cartesio, Leibniz, Frege, Peirce, Russell, Whitehead, via via fino ai contemporanei Quine, Kripke e Putnam. Non stupisce dunque che i pensieri di queste scuole o di questi individui, facilmente comprensibili e godibili per chi abbia sensibilità matematica, siano altrettanto facilmente fraintendibili e scostanti per chi ne sia sprovvisto.

Altri filosofi, a prima vista insospettabili, hanno almeno avuto una buona sensibilità matematica, a differenza dei loro epigoni. Ad esempio Schopenhauer, che nel *Mondo come volontà e rappresentazione* ha attirato l'attenzione su di un errore negli *Elementi* di Euclide. O Husserl, la cui opera è partita da una critica dei fondamenti dell'aritmetica ed è approdata alla fenomenologia, a cui hanno attinto a piene mani ignari ermeneuti ed esistenzialisti. O addirittura Nietzsche, alle basi del cui pensiero sta nientemeno che una dimostrazione matematica (di natura combinatoria) della necessità dell'Eterno Ritorno in un universo finito che esiste per un tempo infinito.

Infine, e su questo diremo qualche parola in più, i maggiori filosofi, quelli cioè che hanno costituito i punti di riferimento obbligati per l'intera storia

della filosofia, hanno basato sulla matematica buona parte della loro opera.

Il primo grande filosofo di ispirazione matematica è **Platone**, che non a caso aveva fatto porre sull'Accademia un cartello con la scritta "vietata l'entrata a chi non conosce la geometria". Nei suoi dialoghi i riferimenti alla matematica sono numerosi: nel *Menone*, in cui è addirittura riportata per esteso una dimostrazione geometrica; nel *Teeteto*, in cui la scoperta pitagorica dell'irrazionalità di radice di 2 è estesa alle radici di 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 17; nelle *Leggi*, in cui si cita un problema che richiede il calcolo del numero dei divisori di un numero dato; nel *Timeo*, in cui vengono descritti i cinque solidi regolari che oggi si chiamano appunto platonici; nel *Convito*, in cui la matematica viene vista come uno dei passaggi dell'itinerario erotico; fino alla *Repubblica*, in cui si formula quella teoria delle idee che altro non è che la prima versione della moderna teoria degli insiemi, e che ha dato il nome alla filosofia della matematica detta appunto "platonismo".

L'altro grande filosofo dell'antichità di ispirazione matematica è **Aristotele**, il cui *Organon* costituisce la prima summa della logica: esso fu il punto di riferimento obbligato per tutta la scolastica, è stato superato soltanto dai moderni sviluppi della logica matematica, e ne rimane comunque un'utile introduzione, oltre che una pietra di paragone.

Passando alla filosofia moderna, il filosofo il cui pensiero ha più influenzato gli sviluppi successivi è Immanuel **Kant**. Nella *Critica della ragion pura* egli assegnò alla geometria euclidea il ruolo fondamentale di forma della percezione sensoriale per gli oggetti esterni: la natura dello spazio non è dunque per Kant una proprietà del mondo, bensì un modo che gli esseri umani hanno di percepirlo. L'idea fondamentale della *Critica* è però l'incompletezza della ragione, che se spinta oltre i suoi limiti finisce necessariamente per cadere in contraddizione: questa sostanziale incompatibilità fra la completezza e la consistenza è stata riscoperta nel nostro secolo dall'erede moderno di Aristotele, il logico Kurt Gödel, e la filosofia kantiana è forse la migliore preparazione culturale ai suoi risultati, che pure sono divulgati con perizia in opere di grande successo quali *Gödel, Escher e Bach* di Douglas Hofstadter (Adelphi, 1984), o *La prova di Gödel* di Ernest Nagel e James Newman (Boringhieri, 1994).

Terminando infine con la filosofia contemporanea, uno dei più influenti filosofi è stato Ludwig **Wittgenstein**. Il suo *Tractatus logico-philosophicus* non è altro che una formulazione poetica e letteraria del calcolo proposizionale: da un lato, esso ne costituisce una rappresentazione godibile e

azzeccata (al punto che le tavole di verità in esso introdotte sono state permanentemente annesse dalla logica matematica); dall'altro, esso può essere inteso senza fraintendimenti soltanto tenendo presente appunto queste sue origini logiche. Anche il secondo Wittgenstein, quello delle *Ricerche filosofiche*, costituisce allo stesso tempo una introduzione e una divulgazione di argomenti prettamente matematici, questa volta nella forma di problemi relativi alla formulazione e alla implementazione di regole, resi espliciti dapprima dalla teoria della calcolabilità, e poi dalla pratica informatica.

Matematica e letteratura

Anche concedendo, almeno a posteriori, che la matematica possa aver intrattenuto rapporti privilegiati con la filosofia, sembrerebbe più arduo argomentare che essa ne abbia potuti avere anche con la letteratura: ma l'assegnazione dei nomi delle sezioni coniche (parabola, ellissi, iperbole) ad alcune figure letterarie ci fa sospettare che forse qualcosa possa affiorare.

Incominciando a scavare, si scopre subito ad esempio che alcuni **scrittori** di valore erano in realtà matematici di professione: Omar Khayyam, autore del *Rubaiyat*, oltre che di lavori di algebra e di geometria; Bram Stoker, autore di *Dracula*; Lewis Carroll, autore degli indimenticabili *Alice nel paese delle meraviglie* e *Oltre lo specchio*, che altri non era che il professor Charles Dodgson a cui si devono anche polverosi e giustamente dimenticati trattati di geometria (oltre che fotografie di ninfette seminude); Bertrand Russell, già citato premio Nobel per la letteratura nel 1950; e Alexander Solzhenitzin, premio Nobel per la letteratura nel 1970.

Viceversa, è tutt'altro che raro trovare **protagonisti** o (pagine di) **argomenti** matematici nelle opere di grandi autori: casi tipici sono il *Convivio* e la *Divina Commedia* di Dante; i *Viaggi di Gulliver* di Jonathan Swift; *Bouvard e Pécuchet* di Gustave Flaubert; *I fratelli Karamazov* di Fëdor Dostoevski; *Guerra e pace* di Lev Tolstoy; *Gesta e opinioni del dottor Faustroll, patafisico* di Alfred Jarry; *I turbamenti del giovane Törless* e *L'uomo senza qualità* di Robert Musil; *l'Incognita* di Hermann Broch; il *Gioco delle perle di vetro* di Hermann Hesse; *Noi* di Evgenij Zamjatin; *Il primo cerchio* e *Reparto cancro* di Alexander Solzhenitzin; i racconti fantastici di Jorge Luis Borges, in particolare quelli raccolti in *Finzioni* e nell'*Aleph*, esplicitamente ispirati a "libri di logica e matematica letti ma non perfettamente compresi"; alcune opere del visionario Stanislaw Lem, fra cui *Golem XIV*; *Furor mathematicus*

di Leonardo Sinisgalli; ...

Ad un livello letterariamente meno alto, ma non per questo meno interessante, esempi isolati di racconti con riferimenti matematici sono: *La lettera trafugata* e *Lo scarabeo d'oro* di Edgar Allan Poe; *La storia di Plattner* di Herbert George Wells; *Le avventure dei danzatori* di Arthur Conan Doyle; *Un messaggio dell'imperatore* di Franz Kafka; *I sette messaggeri* di Dino Buzzati; *L'incendio della casa abominevole* di Italo Calvino; *La lezione* di Eugène Ionesco; ...

Pur mantenendosi in genere a bassi livelli letterari, la fantascienza ha comunque spesso mostrato una grande capacità inventiva, ed ha trattato argomenti matematici almeno in: *Nove volte sette* e *Diritto di voto* di Isaac Asimov; *Il disco di fiamma* di Philip Dick; *Scacco matto* di Robert Sheckley; *Naturalmente* di Fredrick Brown; *La casa nuova* di Robert Heinlein; *La macchina della realtà* di William Gibson e Bruce Sterling; *Software* e *Wetware* di Rudy Rucker; *Jurassic Park* di Michael Crichton; ...

Procedendo sempre più nella direzione della matematica, alcuni scrittori hanno cercato esplicitamente di rendere argomenti tecnici in maniera letterariamente attraente: l'esempio più noto e riuscito è *Flatland* di Edwin Abbott, che descrive dettagliatamente la geometria di un mondo piatto piano (il cosiddetto "planiverso"); sulla sua scia altri sono venuti, in particolare *Sphereland* di Dionys Burger, che descrive un mondo piatto ma sferico, e *I racconti scientifici* di Charles Hinton, che sperimentano invece nella direzione opposta di un mondo quadridimensionale.

Il percorso che parte dal considerare gli elementi di natura matematica come un abbellimento dell'opera letteraria, e passa per l'asservimento totale di questa alla divulgazione di argomenti tecnici, trova la sua naturale conclusione nel dissolvimento della struttura dell'opera nella matematica, più in particolare nell'utilizzo di concetti tipicamente matematici quali permutazioni, combinazioni, grafi, simmetria, isomorfismo e omomorfismo per la genesi dell'opera.

Esempi tipici di opere a **struttura** matematica sono: *L'amore assoluto* di Alfred Jarry, che ammette tre diverse letture interpretative simultanee; *Locus solus* di Raymond Roussel, generato mediante un procedimento di successive trasformazioni sintattiche di una frase; *La donna del tenente francese* di John Fowles, a finali multipli; *Il gioco del mondo (Rayuela)* di Julio Cortazar, che ammette due percorsi di lettura alternativi; *Centomila miliardi di poemi* di Raymond Queneau, basati sul calcolo combinatorio; *La vita: istruzioni*

per l'uso di Georges Perec, basata su 42 quadrati greco-latini e un percorso di un'intera scacchiera 10 per 10 mediante la mossa del cavallo; *Afternoon* di Michael Joyce, il primo romanzo ipertestuale da navigare, e non più da leggere sequenzialmente; ...

Un'intera corrente letteraria, che va dall'*Oulipo* (Ouvroir de Littérature Potentielle) francese all'*Oplepo* (Opificio di Letteratura Potenziale) italiano, ha addirittura assunto la realizzazione di opere a struttura dichiaratamente matematica come sua poetica: ad esso appartenevano autori come Queneau, Perec e Calvino, ed alcune delle sue produzioni sono raccolte nel volume *La letteratura potenziale* (Clueb, 1985), attribuito collettivamente all'Oulipo.

Matematica e arte

La discesa dall'intellettuale al sensoriale che parte dalla matematica pura e passa attraverso la filosofia e la letteratura, approda infine all'arte.

Non sarebbe difficile concentrarsi sulla **musica**, di cui abbiamo già utilizzato la sintassi e la grammatica come metafore, e notarne legami a tutto campo con la matematica, iniziando dagli studi sull'armonia di Pitagora e terminando con le composizioni di Pierre Boulez e Philip Glass, entrambi laureati in matematica ed esponenti contemporanei fra i più noti e rappresentativi.

Temiamo però che, a causa del degrado in cui anche l'alfabetizzazione musicale si trova nel nostro paese, far divulgare la matematica attraverso la musica sarebbe come far accompagnare un cieco da un cieco (o, visto l'argomento, da un sordo).

Preferiamo dunque rivolgere l'attenzione alle arti visive quali l'**architettura** e la **pittura**, dove è appunto sufficiente non essere ciechi per poter vedere le connessioni, una volta allertati. Anche un miope intellettuale noterebbe da solo un generico ruolo fondamentale della geometria in questo campo, e possiamo dunque concentrarci su alcune nozioni più specifiche.

La *sezione aurea* è definita come il rapporto fra la diagonale e il lato di un pentagono regolare: le sue diagonali formano una piacevole stella a cinque punte usata dai Pitagorici fino alle Brigate Rosse, e che si ritrova nella tradizione ebraica come 'sigillo di Salomone', in Goethe come 'piede di strega' che impedisce a Mefistofele di uscire dallo studio di Faust, e nelle stelle della bandiera degli Stati Uniti. Benchè la definizione della sezione aurea sembri piuttosto innocua, essa in realtà produce un numero (uguale a circa 1,618)

che, come dice appunto il nome, rappresenta una estetica proporzione: essa fu usata nella costruzione della Grande Piramide e del Partenone, e la si ritrova anche in natura, ad esempio fra le lunghezze di falangi consecutive delle dita di una mano, o nella spirale logaritmica delle conchiglie Nautilus. Il libro più famoso sull'argomento è probabilmente il *De divina proportione* di Luca Pacioli, del 1509, che incorporava fra l'altro il trattato sui solidi platonici *De quinque corporibus regularibus* di Piero della Francesca, ed era illustrato nientemeno che da sessanta tavole di Leonardo, che raffiguravano appunto vari solidi mediante una rappresentazione scheletrica che è oggi ben nota.

La *prospettiva*, che è la rappresentazione realistica di scene spaziali su di un piano, sembra essere stata scoperta nell'antichità classica, perduta nei secoli bui, ritrovata da Filippo Brunelleschi verso il 1420, pubblicata nel 1436 nel *Trattato della pittura* di Leon Battista Alberti, e sistematizzata da Piero della Francesca nel 1478 in *De prospectiva pingendi*. Essa si è poi sviluppata parallelamente nella pittura e nella matematica, creando da un lato la ben nota tecnica di rappresentazione, e dall'altro la *geometria descrittiva*.

Leonardo da Vinci sembra essere stato il primo ad introdurre, attorno al 1500, le *anamorfosi*, cioè le rappresentazioni che appaiono corrette soltanto se osservate da un punto di vista particolare (necessarie ad esempio per dipingere scene su cupole, in modo che esse non risultino deformate se guardate dal basso). L'esempio più noto di questa tecnica è il quadro *I due ambasciatori* di Holbein, del 1533, in cui una macchia apparentemente amorfa appare come un teschio se osservata da un lato del dipinto. L'anamorfosi ispirò a Desargues nel 1639 la *geometria proiettiva*, che è appunto lo studio delle proprietà che sono invarianti rispetto a proiezione, e che si sviluppò in una delle branche fondamentali della matematica.

Oltre al già citato Leonardo, che fra l'altro aprì il suo *Trattato della pittura* con il motto "proibita la lettura ai non matematici", fra gli artisti particolarmente sensibili agli *aspetti geometrici* si possono ricordare: i mori spagnoli, che trasformarono le tessellazioni del piano in una forma d'arte, culminata nei mosaici dell'Alhambra di Granada; Albrecht Dürer, che scrisse un libro sulle figure piane e solide, e produsse l'incisione *Melanconia*, in cui compaiono strani solidi ed un quadrato magico; Paolo Uccello, che venne addirittura 'accusato' dal Vasari di essere più un matematico che un artista, ed a cui si deve un mosaico poliedrico sul pavimento della Basilica di San Marco a Venezia; Wassily Kandinsky, che teorizzò nel 1912, ne *Lo spirituale nell'arte*,

la sostituzione dell'immaginazione dell'artista con la concezione matematica, e sviluppò questo approccio nel 1926 in *Punto, linea e superficie*; Piet Mondrian, che nel 1920 paragonava in *Neoplasticismo* la sua pittura, interamente costituita di piani rettangolari colorati, all'astrattismo della matematica, con meno assolutezza e più plasticità; Salvador Dalí, che ambientò l'*Ultima cena* in una struttura dodecaedrica simboleggiante i 12 apostoli, rappresentò nella *Crocifissione (Corpus hypercubicus)* la croce come lo sviluppo tridimensionale di un ipercubo, e strutturò la *Leda atomica* sulla sezione aurea; Maurits Cornelius Escher, che ebbe contatti con famosi matematici, popolò i suoi personalissimi disegni di solidi di ogni genere, e rappresentò in forma artistica modelli della geometria iperbolica; e il contemporaneo Lucio Saffaro, a cui si devono addirittura nuove classi di poliedri, che egli ha poi rappresentato nelle proprie opere.

La storia del continuo e bidirezionale rapporto fra matematica e pittura non è certo finita: le nuove possibilità offerte dalla grafica computerizzata hanno ad esempio permesso la creazione di modelli visivi di superfici e composizioni geometriche che hanno assunto l'aspetto di una vera e propria nuova forma d'arte, di cui i *frattali* sono forse l'espressione più nota ed appariscente, ed i cui aspetti estetici sono appunto discussi da Heinz-Otto Peitgen e Peter Richter ne *La bellezza dei frattali* (Boringhieri, 1987).

Naturalmente le rappresentazioni informatiche di modelli matematici non sono necessariamente statiche, il che ci porta ad accennare brevemente al **cinema**: come già nel caso della letteratura, anche qui le connessioni con la matematica sono a "tutto campo". Matematici possono essere i protagonisti, come in: *Cane di paglia* di Sam Peckinpak, con Dustin Hoffman, del 1971; *Non ho tempo* di Ansano Giannarelli, del 1973, che narra l'avventurosa vita di Evariste Galois (e in cui il matematico Lucio Lombardo Radice recitava una parte); *Bianca* di Nanni Moretti, del 1976, in cui appare anche il quadrato magico del dipinto di Dürer; *Morte di un matematico napoletano* di Mario Martone, del 1992; ... Matematico può essere l'argomento, come nei numerosi cortometraggi di Michele Emmer, matematico e regista. Addirittura matematica può essere la struttura, come nei due film di Alain Resnais *Smoking* e *No smoking*, del 1993, in cui tre biforcazioni nel racconto generano 12 storie diverse.

Conclusione

L'inondazione di indicazioni bibliografiche con cui abbiamo sommerso il lettore era destinata non (o almeno, non consciamente) a farlo annegare, bensì a fornire un catalogo di riferimento per permettergli di avvicinare sè e/o i suoi allievi alla matematica, in maniera il più possibile intellettualmente indolore e culturalmente attraente.

La scelta dei nomi che abbiamo citato nei vari campi, dal più strettamente matematico all'artistico, attraverso il filosofico e il letterario, era invece (questa sì, consciamente) intesa a mostrare come la matematica sia stata oggetto di riflessione e agente di sviluppo non solo, come si sapeva benissimo, nella scienza, ma anche, come invece si cerca di rimuovere, nell'umanesimo.

La qualità dei filosofi, letterati e artisti attenti alle sue problematiche e alle sue metodologie è sufficiente a provare (crediamo, abbondantemente) che l'ostracismo decretato dagli attuali mandarini dell'informazione nei riguardi della matematica è effettivamente un complotto ordito ai suoi danni, per colpa o dolo culturale. Il che eravamo appunto partiti per dimostrare. (C.V.D.)