



ISTITUTO ITALIANO STORICO
PER IL MEDIOEVO

Concorso
La Matematica nel Medioevo
Premio Bruno Rizzi
IV edizione (2011 – 2012)



La matematica nella cultura: tra mondo arabo e cristiano

Alunno: Bruno Moio (Studente della V B del Liceo Scientifico “Leonardo da Vinci” di Reggio Calabria)

Referente: Prof. Carmelo Cutrupi

“La matematica altro non è che il lato esatto del nostro pensiero”,
Luitzen Egbertus Jan Brouwer.

Per matematica molti intendono soltanto la scienza che studia i numeri. Chi pensa ciò, trascura, tuttavia, la caratteristica più importante della disciplina: un mondo di bellezza, arte, musica e armonia. Da sempre la matematica è stata una lingua universale, comprensibile e comune a tutti, la lingua in cui *“il Grande Libro della Natura”* è stato scritto e di cui occorre conoscere la grammatica, per capire completamente come tutto ciò che ci circonda funziona. Dalla preistoria ai giorni nostri, la matematica ha pervaso la cultura umana, ha segretamente guidato la penna del poeta e il pennello dell’artista, lasciando la sua inconfondibile traccia nelle massime espressioni della cultura umana.

Non si è certi sulle origini della matematica. È una disciplina “naturale”, presente negli uomini prima di ogni altra. Tuttavia, si possono proporre delle ipotesi relative alla sua nascita. Le più diffuse, che riassumono le altre, sono:

1. la matematica ha avuto origine da motivi di carattere pratico;
2. la matematica ha avuto inizialmente un carattere metrico (calcoli sui numeri, misura di figure geometriche).

L’impossibilità di tracciare sino all’origine la storia della matematica risulta dal fatto che le testimonianze della preistoria matematica sono quasi completamente assenti. Per avere riferimenti completi occorre aspettare l’età ellenica, con la produzione di teorie matematiche propriamente dette. È, tuttavia, necessario sottolineare sin d’ora come l’importanza della cultura greca nella storia europea, in particolare in

ambito matematico, presenti un raggio d'azione limitato. In effetti, con il tramonto della cultura classica, la lingua greca, principale veicolo d'espressione culturale nel mondo antico, verrà sostanzialmente dimenticata in Europa. L'accesso alla grande mole di informazioni presenti nei testi greci sarà possibile soltanto grazie agli arabi che, interessandosi a vari ambiti della cultura ed avendo fatto proprie le esperienze culturali classiche, si faranno mediatori tra il mondo antico e l'Europa medievale. La testimonianza di matematica più antica integralmente giunta fino a noi è rappresentata dagli *Elementi* di Euclide. Analizzando l'opera, tuttavia, si nota come le teorie ivi espresse non sono un punto di partenza, piuttosto un punto di arrivo di una tradizione matematica molto antica. Purtroppo le testimonianze della *preistoria* della matematica, come si è già detto, sono rare e frammentarie.

Nella storia della matematica un nome troneggia sugli altri: Talete. Come nella sua indagine cosmologica Talete cercava un principio per il tutto, l'archè, così nelle sue teorizzazioni matematiche egli ha sempre cercato di dare sistemazione organica alle teorie che, stando alle testimonianze sulla sua vita, egli aveva appreso nei suoi viaggi in Egitto. Tra le varie vicende, alcune leggendarie, di cui si dice che Talete fosse stato protagonista, la più nota è certamente relativa alla misura dell'altezza di una piramide conoscendo la lunghezza dell'ombra della piramide stessa, di un bastoncino e dell'ombra del bastoncino. Considerando, infatti, la similitudine, di cui lo stesso filosofo fu un teorizzatore, tra i triangoli che le dimensioni sopraddette formano, la soluzione si riduce ad un semplice calcolo di una proporzione.

Con un altro filosofo, Anassimandro, fa ingresso nella cultura umana un concetto fondamentale, che avrà una grande eco fino ai giorni nostri (si pensi al calcolo infinitesimale): l'infinito. Per l'autore la sostanza primordiale, origine di tutto, è l'apeiron. Questo concetto sarà sviluppato da altri filosofi successivi per giungere poi, con il lavoro di Isaac Newton e successori, alla sua esaltazione matematica assoluta.

È, tuttavia, con i pitagorici che la matematica inizia a ricoprire un ruolo sempre più importante sul piano culturale. Secondo alcuni, l'interesse principale dei pitagorici era rivolto inizialmente verso la politica e la religione e che soltanto in epoca successiva la matematica pura ha iniziato ad interessare i filosofi. Altri, invece, sostengono uno sviluppo inverso. A sostegno di tale teoria riportiamo uno dei passi più celebri di uno dei più grandi filosofi della storia. Scrive Aristotele:

I cosiddetti Pitagorici avendo cominciato ad occuparsi di ricerche matematiche ed essendo grandemente progrediti in esse, furono condotti da questi loro studi ad assumere come principi di tutte le cose esistenti quelli di cui fanno uso le scienze matematiche. E poiché i primi che qui s'incontrano sono, per natura, i numeri, sembrò loro di ravvisare in questi molte più analogie con ciò che esiste e avviene nel mondo, di quante se ne possono trovare nel fuoco, nella terra e nell'acqua [...]. Avendo poi riconosciuto che le proprietà e le relazioni delle armonie musicali corrispondono a rapporti numerici e che in altri fenomeni naturali si riscontrano analoghe corrispondenze coi numeri, furono tanto più indotti ad ammettere che i numeri siano gli elementi di tutte le cose esistenti e che tutto il cielo sia proporzione ed armonia.

Da quanto dice Aristotele si può dedurre che per i Pitagorici i numeri sono fisicamente l'essenza del mondo. Questa è forse una interpretazione un po' estremista della matematica che, tuttavia, dimostra come da tempo gli uomini si siano resi conto della sua importanza.

Parlando di matematica in epoca ellenica, non possiamo trascurare, certamente, il lavoro di Zenone di Elea. Nel dimostrare (o meglio cercare di dimostrare) le tesi del maestro Parmenide, Zenone si dimostra il primo matematico propriamente inteso che intende la matematica come organica sistemazione di teorie dedotte da assiomi considerati veri per ipotesi. Con i suoi paradossi, come il celeberrimo di Achille e la tartaruga, il filosofo cerca di spiegare le apparenti contraddizioni tra l'esperienza sensibile e la dimostrazione. In realtà occorre precisare che i paradossi di Zenone perdono significato nel momento in cui ci si rende conto del fatto che il mondo matematico è soltanto un modello del mondo reale, una sua semplificazione con l'unico scopo di permetterci di meglio comprendere il mondo senza però descriverlo nella sua interezza (anche se quanto appena detto non è del tutto corretto: anche da un punto di vista squisitamente matematico i paradossi di Zenone si dimostrano non validi se si conosce il concetto di serie geometrica convergente).

Molti altri sono stati i filosofi impegnati in lavori di natura matematica ma elencarli tutti e dedicare un po' di tempo ad ognuno sarebbe impossibile. È, tuttavia, opportuno parlare, almeno sinteticamente, del lavoro di Platone. Parlando del filosofo, la prima cosa che viene in mente è l'"idea". Per Platone, l'idea è l'essenza perfetta delle cose del mondo che altro non sono che copie dell'idea stessa. In tale definizione sarebbe impossibile non riscontrare affinità con quanto si dice oggi delle stesse idee matematiche e cioè di entità che rappresentano una sorta di idealizzazione del concetto reale (non possiamo incontrare per strada un segmento, bensì una sbarretta che, prevalendo in essa una dimensione sulle altre, risulta ad esso simile). Platone può essere considerato, per questa ragione, un filosofo della matematica. Tuttavia, è difficile riuscire ad categorizzare pienamente le entità matematiche secondo le definizioni platoniche. Secondo molti, la matematica per il filosofo, è un qualcosa che si trova tra l'idea e l'oggetto. In realtà, la teoria più diffusa pone le matematiche pienamente nel mondo delle idee. Analizzando, infatti, i molti scritti di Platone, risulta che per il filosofo la matematica è superiore al sensibile.

Se Platone ha sviluppato idee molto vicine alle nostre definizioni moderne, è tuttavia il lavoro di un suo discepolo, Aristotele, che avrà maggiore peso specifico nella cultura umana, in particolar modo medievale.

Abbiamo avuto modo di accennare precedentemente al concetto di deduzione e al concetto di definizione. In questo ambito Aristotele presenta una sua teoria. Per il filosofo "definitio fit per genus proximum et differentiam specificam" (la definizione si fa mediante il genere prossimo e la differenza specifica). Secondo Aristotele la definizione deve procedere sempre dai concetti generali ai concetti particolari. Questo è un metodo di definizione che, nonostante non sia l'unico valido (diversamente da quanto affermava il filosofo), è ancora oggi largamente utilizzato [es. il triangolo è un poligono (genus proximum) avente tre lati (differentia specifica)]. Altra teoria ri-

guardante la definizione in Aristotele, è la classificazione delle definizioni in reali (le più importanti per Aristotele) e nominale. Sono reali quelle definizioni che colgono l'essenza del concetto. Sono nominali le definizioni per cui si attribuisce un semplice nome convenzionale ad un certo oggetto del pensiero. È paradossale pensare come, se per Aristotele era più importante la definizione reale, oggi è la definizione nominale ad essere più importante (basti pensare a tutte le convenzioni che oggi formano la Scienza). È significativo riportare le parole di un grande matematico, Peano, con cui esprime perfettamente cos'è la definizione per noi: "ogni definizione matematica, in matematica, ha la forma $x = a$, dove x è un nuovo segno e a è una successione di segni noti".

Del lavoro del filosofo, è stata, tuttavia, la logica ad aver maggiormente permeato il pensiero dei medievali. Il pensiero logico di Aristotele si fonda su tre principi fondamentali:

- principio di identità;
- principio di non contraddizione;
- principio del terzo escluso.

Il primo di questi principi afferma che "l'essere proprio, ciò che è, in effetti risulta uno solo per ciascuna realtà". Con questo principio, Aristotele afferma, in ambito metafisico, l'immutabilità degli universali, sul piano operativo l'invarianza degli oggetti del pensiero su cui si ragiona. In linguaggio moderno:

$$A_{(x)} = A_{(x)} \forall x \in R.$$

Il principio di non contraddizione venne formulato da Aristotele nei seguenti termini: "è impossibile che la stessa proprietà si addica e non si addica allo stesso oggetto nello stesso senso". Oggi diremmo, in linguaggio logico, che una proposizione logica non può essere contemporaneamente vera e falsa.

L'ultimo dei tre principi viene espletato dal filosofo in questo modo: "data una affermazione ed una negazione [di uno stesso giudizio] [...] una di esse è vera, l'altra è falsa". In altri termini, ad una proposizione logica si possono attribuire soltanto due valori di verità (vero o falso). È significativo notare, a proposito di questo ultimo principio, che esso non è sempre applicabile per Aristotele: esistono infatti delle affermazioni (si tratta di tutte le affermazioni riguardanti futuri contingenti che sembrano esprimere un giudizio come "domani vi sarà una battaglia navale") a cui non si può associare un valore di verità. Chi pensa alla logica aristotelica probabilmente rivolge il suo pensiero ai sillogismi. Aristotele parla del sillogismo come la forma fondamentale del ragionamento e lo definisce così: "il sillogismo è un discorso in cui, poste alcune premesse, per il fatto che queste sono state poste, ne deriva necessariamente una conseguenza". Evitiamo una elencazione di tutti i numerosi sillogismi aristotelici. Sarebbe opportuno soffermarsi, però, su alcuni piccoli dettagli. La logica aristotelica può essere facilmente studiata per via insiemistica. Tuttavia, questo approccio impedisce una completa comprensione delle strutture stesse in quanto i Greci erano privi del concetto di insieme vuoto (e perciò dello zero) che sarà poi introdotto in Europa, in epoca medievale, dagli Arabi.

Parliamo di Medioevo come di uno dei quattro grandi periodi della storia che ha inizio, convenzionalmente, nel 476, con la caduta dell'Impero Romano d'Occidente. Il Medioevo è spesso ricordato come un periodo di oscurantismo, in cui l'oppressione cristiana ha impedito ad ogni branca della cultura di proliferare. In realtà, tutto ciò è vero solo in parte. In ambito artistico e letterario abbiamo moltissime testimonianze di capolavori che sembrano smentire quanto appena detto. Sebbene la matematica durante tale periodo non fosse considerata alla stregua delle *Humanae Litterae*, durante il Medioevo non è andata perduta la tendenza di cui abbiamo già parlato. La matematica, infatti, ha continuato a permeare la cultura in tutti i suoi ambiti. Molti sono stati, infatti, i filosofi le cui teorie affondano le proprie radici in teorie matematiche. È il caso di Sant'Agostino. Questi è considerato uno dei più grandi filosofi cristiani. Nelle sue teorie, nonostante l'autore si sia sempre schierato *Adversus Mathematicos*, ragiona su un concetto nato in ambito matematico: l'infinito. Abbiamo già visto come il tema dell'infinito fosse caro ai filosofi Greci. Quello di cui parla Agostino, tuttavia, è sostanzialmente diverso dall'infinito greco. Leggendo gli Elementi di Euclide, notiamo che per l'autore e i contemporanei l'infinito è *potenziale*. Non si parla mai, infatti, di rette, per esempio, ma di segmenti che, volendo, potrebbero essere prolungati all'infinito. Con il filosofo, il concetto di infinito *attuale* finalmente prevale. È significativo ricordare un passo dello stesso autore dal suo *de Civitate Dei*: “Forse Dio non conosce a causa della loro infinità tutti i numeri, e la scienza di Dio giunge fino ad una certa quantità di numeri ed ignora gli altri? Chi pur essendo estremamente folle direbbe una cosa simile?”. Tralasciando l'aspetto teologico, notiamo come per Agostino i numeri sono infiniti e si possono immediatamente pensare come infiniti e non come infinito prolungamento di una serie.

Se con Agostino notiamo come la matematica abbia fondamentalmente pervaso tutti gli ambiti della cultura, è, tuttavia, con grandi autori come Dante Alighieri che l'aspetto matematico e logico di ogni disciplina è evidente. Dante fu l'autore di quella che può essere considerata la più grande opera della letteratura italiana di tutti i tempi: la Divina Commedia. Questa opera si mostra come punto di arrivo di un lungo percorso di maturazione del poeta, che si evince anche dal mutato stile adottato dall'autore. In quasi tutte le opere dantesche si possono rinvenire riferimenti alla logica antica, in particolar modo alla logica aristotelica. Ogni forma di ragionamento che troviamo in Dante è, infatti, di tipo sillogistico. L'utilizzo, però, di tali fonti da parte dell'autore non è diretto. Le opere di Aristotele erano, al tempo, scritte in Greco e soltanto in alcune zone d'Europa il Greco veniva parlato, come precedentemente detto. Era, invece, più diffuso l'arabo: con la conquista della Sicilia da parte degli arabi, gli Europei possedevano, infatti, una finestra su questo mondo. Dante, in effetti, poteva usufruire delle fonti di cui sopra soltanto come traduzione di una traduzione araba. Inoltre, anche di testi propriamente arabi l'autore si è servito nella scrittura della *Comedia*. Si tratta del “Libro della Scala” di Maometto, da cui Dante ha sicuramente evinto la struttura perfettamente simmetrica ed ordinata dei cieli che descrive nel percorso di “ascesa” verso Dio. In queste circostanze un ruolo di

massima importanza era ricoperto da due personaggi della scena culturale araba e persiana: Avicenna e Averroè.

Ibn Sinā, maggiormente noto in Europa con il nome di Avicenna, fu un medico, filosofo, matematico e fisico persiano. Autore molto prolifico e versatile (scrise più di 250 opere di argomento estremamente vario), è stata la personalità più nota dei suoi anni. Per moltissimo tempo le sue opere sono state importanti punti di riferimento per tutti gli studiosi Europei. Nonostante fosse un autore profondamente legato ai dettami del Corano, molti autori insistono sulla laicità dell'autore (basti pensare che, sebbene Avicenna abbia sempre come punto di partenza la teologia nei suoi studi, credeva da questa la conoscenza si espandesse immediatamente verso la matematica, la geometria, la fisica, le scienze naturali, l'astronomia e la musica). Come si è già detto, molte furono le discipline in cui l'autore aveva mostrato la sua conoscenza e capacità. Per quanto riguarda la medicina, egli fu una autorità. All'epoca di Avicenna, la medicina era ancora di tipo "Greco" e cioè fondata sui principi precedentemente dettati da Ippocrate e Galeno. L'opera che lo ha reso celebre in Europa è stato *Il canone della medicina*, scritto attorno al 1025, che diverrà il manuale medico più seguito fino al 1700. Il libro è noto per la sua introduzione alla sperimentazione sistematica applicata agli studi di fisiologia, la scoperta delle malattie contagiose e di quelle trasmesse tramite i rapporti sessuali, l'introduzione della quarantena, la medicina sperimentale, l'utilizzo dei test clinici, gli studi neuropsichiatrici, l'analisi dei fattori di rischio, l'intuizione della presenza di sindromi associate a specifiche malattie, l'ipotesi della presenza di microrganismi. Il suo lavoro non si fermò alla descrizione dei sintomi, ma comprese anche la classificazione delle malattie e delle possibili cause, oltre alla sperimentazione di nuovi medicinali e rimedi, che sono considerati le basi della moderna farmacologia. Inoltre si soffermò sulle condizioni e sulle misure igieniche e sulla loro incidenza. Il libro incluse anche una trattazione anatomica. Tra gli studi più all'avanguardia, comparvero le asserzioni della contagiosità della tubercolosi, gli studi anatomici dell'occhio umano, le complicazioni indotte dal diabete. Avicenna presentò, all'interno del libro, anche la sua teoria degli umori e temperamenti, raggruppando in quattro grandi categorie i tipi umani, relazionati per caratteristiche psicofisiche. Un altro campo in cui Avicenna mostrò la sua grandezza fu la psicologia. Nella psicologia musulmana, nel campo delle neuroscienze e della neuropsichiatria Avicenna fu un pioniere; infatti descrisse, per primo, numerosi condizioni, quali allucinazioni, incubi, insonnia, mania, melanconia, demenza, epilessia, paralisi, vertigine e tremore. È considerato un precursore anche nei settori della medicina psicosomatica e della psicofisiologia. Studiò con attenzione stati di malessere causato da forti emozioni e ideò un sistema per associare i cambiamenti del battito cardiaco con le forti emozioni, anticipando di qualche secolo i test psicofisiologici. Nel suo monumentale *Canone della medicina*, Avicenna descrisse dettagliatamente la malinconia, gli stati depressivi e certi tipi di fobie. Anche in ambito astronomico e astrologico l'autorità dello studioso fu incommensurabile, anche se, essendo le sue teorie state considerate contrarie ai precetti dell'Islam, purtroppo oggi non possediamo alcuna prova a riguardo.

Nella disciplina chimica, Avicenna descrisse il sistema di distillazione a vapore. La tecnica era usata per la produzione di alcool e oli essenziali. È stato uno dei primi pensatori moderni a osteggiare l'alchimia, di cui criticò la teoria della trasmutazione delle sostanze. Si preoccupò di classificare i corpi inorganici, racchiudendoli in quattro categorie. Nel settore della fisica, Avicenna fu il primo ad impiegare un termometro, per misurare la temperatura dell'aria nei suoi esperimenti scientifici. In meccanica, elaborò una teoria del moto, nella quale poneva una distinzione fra l'inclinazione e la forza di un proiettile, riuscendo a ipotizzare un movimento tendente all'infinito, in presenza di condizioni di vuoto assoluto. È stato considerato un precursore delle leggi di Newton sull'inerzia e sulla forza risultante. Avicenna riscontrò che la velocità della luce è finita e osservò che la percezione della luce è causata dall'emissione di particelle luminose; inoltre provvide a dettagliare una sofisticata spiegazione dell'arcobaleno. Si occupò, inoltre, di etica, logica e metafisica. Molti di questi trattati li ha scritti in arabo, che de facto era la lingua utilizzata nei saggi scientifici dell'epoca, mentre alcune altre opere le ha compilate in persiano. Nel mondo islamico medievale, Avicenna ebbe grandi meriti sia per il tentativo di rifondare una filosofia orientale, sia per lo sforzo proteso al riavvicinamento del modello di Aristotele con quello di Platone, utilizzando come collante le fondamenta della filosofia islamica a sfondo religioso. Avicenna influenzò i pensatori medievali europei, in particolar modo per la sua dottrina sulla natura dell'anima, per quella sulla distinzione fra esistenza ed essenza. I suoi modelli di pensiero tennero in grande considerazione gli studi precedenti di Al-Farabi. Altro ambito in cui fu versato era la logica. Avicenna discusse estesamente, nei suoi trattati, di logica, mantenendosi nell'ambito del sistema filosofico islamico, e sviluppò un suo sistema, conosciuto come "logica avicenniana", alternativo alla logica aristotelica. Dal 1100 d.C., il suo sistema divenne quello preponderante all'interno del mondo islamico, scalzando quello aristotelico. Dopo la traduzione in latino, avvenuta subito dopo il 1100 d.C., la logica avicenniana influenzò anche l'Europa. Elaborò, in anticipo sui tempi, una teoria sul sillogismo ipotetico, che costituì le basi dell'analisi dei fattori di rischio. Ha anche sviluppato una teoria all'avanguardia, nel campo del calcolo proposizionale. La prima critica alla logica aristotelica fu formulata da Avicenna quando ideò un'originale teoria di sillogismo a modalità temporale. Inoltre contribuì alla formazione della logica induttiva, essendo stato il primo a descriverne il metodo di concordanze, differenze e variazioni concomitanti; questi studi hanno gettato le basi alla logica induttiva e al metodo scientifico. È sorprendente notare, inoltre, i suoi interessi relativi alla filosofia della scienza. Nel Libro della guarigione, Avicenna discusse della filosofia della scienza e descrisse, in anticipo sui tempi, un metodo di indagine scientifica, criticando le posizioni di Aristotele. Analizzando le proprietà dei metodi dell'epoca, si domandò come uno scienziato potesse arrivare alle ipotesi, agli assiomi, alle deduzioni iniziali, senza inferirle dalle premesse. La sua soluzione è stata una combinazione di due metodi diversi, l'antico metodo aristotelico induttivo e il metodo di sperimentazione ed esame. Avicenna criticò il metodo aristotelico, ritenendolo privo dei requisiti di assolutezza e di universalità.

Altro grande autore del tempo fu Averroè. Egli, il cui volto è stato immortalato in Vaticano da Raffaello nella *Scuola di Atene*, a testimonianza della sua importanza, è stato filosofo, matematico, medico e giurisperito arabo. A differenza di Avicenna, i suoi interessi, nonostante i suoi lavori di natura scientifica, vertono soprattutto sulle lettere. È, infatti, soprattutto all'ambito filosofico e religioso che egli dedicherà i suoi studi. Come filosofo scrisse che tra religione e filosofia non vi è alcuna conflittualità, poiché le eventuali divergenze sono riconducibili solo a differenze d'interpretazione, o meglio le due discipline perseguono due strade per raggiungere la stessa verità: quella religiosa si basa sulla fede, non può essere testata e non richiede una particolare formazione per capirla, mentre quella filosofica è riservata a una élite di pochi intellettuali, capaci di approfondire studi difficili. Nel modello di pensiero metafisico averroista, è stato contemplato il concetto di esistenza che precede l'essenza, chiave di lettura fondamentale dell'interpretazione esistenzialista, in reazione al concetto avicenniano di essenza anteriore all'esistenza. I filosofi, sostenne Averroè, hanno il pieno diritto di studiare la religione utilizzando gli strumenti della ragione, perché l'Islam non lo vieta. Nella sua disquisizione sull'anima, si soffermò sulla duplice natura di quest'ultima, suddivisa in una parte individuale non eterna, e in una divina, condivisa da tutti gli essere umani. I suoi scritti furono tradotti in ebraico da Jacob Anatoli nel XIII secolo e influenzarono la filosofia ebraica da Maimonide fino a Spinoza. Averroè compose, inoltre, un lungo libro intitolato *Al-Kashf ʿan manāhij al-adilla fī ʿaqāʾid al-milla* con l'obiettivo di esaminare le dottrine religiose contemporanee e verificarne la autenticità e la correttezza dal punto di vista del legislatore. Averroè si soffermò soprattutto sulle quattro correnti teologiche più diffuse ai suoi tempi, iniziando dai mutaziliti che cercarono di coniugare la logica ed il razionalismo con le dottrine islam; puntò, in seguito, la sua attenzione sulla teologia speculativa degli Ash'ari ("ashariti") che diversamente dai primi ritennero che la ragione e la ricerca eseguita con gli strumenti umani non avrebbe potuto condurre alla comprensione di Dio; Averroè proseguì il suo studio conoscitivo approfondendo gli elementi del sufismo, ossia quella forma di ricerca mistica tipica degli islamici che utilizza concetti derivanti da fonti greche, persiane e indù; infine terminò il suo giro d'orizzonte con la corrente religiosa più vicina al fondamentalismo a lui contemporaneo. A questo punto Averroè approfondì la tematica della esistenza di Dio e delle diverse possibilità offerte all'essere umano per confermarla. Nella sua ricerca teologica, Averroè rintracciò solo due argomentazioni salde e congruenti; mentre la prima riguardò la provvidenza, secondo la quale ogni oggetto dell'universo è al servizio, in qualche modo, dell'umanità e quindi Dio può essere identificato come un perfetto creatore, la seconda argomentazione si riferì alle invenzioni di tutti gli oggetti della natura e dell'universo, progettati, certamente non in modo casuale, e ovviamente da Dio. Per rinsaldare le prove dell'esistenza di Dio, Averroè spiegò la natura e gli attributi della divinità. Ancora una volta si riagganciò alle credenze degli ashariti che non solo non negavano l'eventualità di una doppia divinità, ma ne mettevano in discussione anche l'onnipotenza. Averroè affermò che se ci fosse per davvero una doppia divinità, entrambe godrebbero degli stessi attributi e quindi opererebbero assieme. Contem-

poraneamente, Averroè, segnalò che sia il sentire comune come pure la ragione, optavano verso la presenza di una divinità unica. Averroè si soffermò sulla possibilità della uguaglianza degli attributi divini e umani, e formulò l'esempio della conoscenza, che lui contestò, in questo caso sostenendo che la conoscenza umana è il prodotto dell'effetto della conoscenza divina (emanazione), che è diversa da quella umana poiché Dio, essendo la causa prima dell'universo, possiede le cognizioni delle cause dell'essere e dell'esistenza. Averroè discusse anche sulla mutabilità delle conoscenze divine, che però, affermò il pensatore di Cordova, assume una importanza secondaria dato che Dio è padrone della conoscenza di ogni atto. Anche la cosmologia fu un ambito in cui l'autore giunse a formulare teorie fortunate o meno. Averroè invitò i suoi lettori a non confondere il lavoro umano, che può permettersi pause di riflessione o di riposo, da quello Eterno, che non prevede intervalli di tempo tra decisione e azione come neppure titubanze causate da desideri particolari. Chiarendo maggiormente il concetto, Averroè indicherà come primaria, dal punto di vista della creazione, non tanto la scelta fra due opportunità (es.oggetti), quanto quella fra esistenza e non esistenza. Il mondo, con il suo essere e il suo tipo di esistenza è solamente una delle tre categorie di esistenze possibili (un'altra è quella divina), ed è caratterizzata da una causa agente che guida la vita. Averroè sottolineò che in nessuna parte del Corano viene descritta la vita pre esistente e nemmeno si rilevano informazioni sulla esistenza prima della creazione del mondo, mentre il Corano ci informa che le azioni di Dio sono inalterabili. Nel cosmo Averroè rilevò due classi di oggetti eterni, che costituiscono la divisione tra il mondo celeste e quello fisico e sono le essenze eterne e le cose eterne. La visione del cosmo di Averroè è triplice, in quanto comprende i corpi celesti, il mondo fisico e una prima causa agente (divina). Il grande pensatore ci ha presentato il suo modello cosmologico usando una analogia con la Nazione, nella quale gli individui obbediscono e imitano il Re. La società è formata da una serie di anelli sovrapposti che vanno dal più piccolo, che è una singola famiglia guidata da un capo, fino all'anello più grande, quello della corte, anch'esso avente un riferimento di guida. Questa stessa gerarchia, Averroè la ritrova nell'ambito cosmologico e quindi in base al grado di "nobiltà", quello che noi umani percepiamo è proprio la scala gerarchica, e quindi stelle, pianeti. Esattamente come un Re emana e muove i suoi sudditi più vicini, allo stesso modo si rianima l'anello (o la sfera) della stelle fisse e così via. Anche in ambito scientifico, come si è già detto, Averroè ha proposto delle teorie e in particolare in psicologia, astronomia, medicina e fisica. Le teorie psicologiche di Averroè sono molto interessanti. Egli definì l'intelletto come una sostanza eterna, incorporea, scomponibile in intelletto agente e in intelletto passivo: il primo si relaziona con l'essere umano tramite una "ragione materiale", che è eterna; è costituito da una sostanza analoga alla causa prima e quindi anche all'anima, che venne considerata da Averroè come la "forma del corpo", ontologicamente identica con l'intelletto attivo. L'intelletto passivo, invece, venne definito come quella parte connessa con i sensi. L'intelletto insegue la perfezione, essendo il pensiero focalizzato su un oggetto ben preciso, quanto più vasto è l'oggetto di indagine, tanto più perfetto è l'intelletto. Secondo studi recenti per Averroè esisteva

un terzo intelletto: l'intelletto del possibile. Questo intelletto era considerato universale, e fa da mediatore fra dio e gli uomini. L'uomo si realizza quando raggiunge l'intelletto possibile. Averroè usa il famoso esempio che paragona l'uomo come un occhio al buio, solo con il sole riesce a focalizzare in modo perfetto le cose; il sole viene paragonato all'intelletto d'agente. Nel campo astronomico, Averroè approfondì un suo modello dell'universo cosiddetto "concentrico"; intuì che la Luna non è una stella e non emette luce, ecco perché la definì "opaca e oscura"; inoltre alcune parti del satellite le rilevò più dense e spesse di altre, e notò che alcune parti erano più esposte alla luce del Sole rispetto ad altre. Averroè è stato il primo a identificare il fenomeno delle macchie solari. Anche come medico riscosse, inoltre, grande successo. Scrisse un'opera fondamentale come il *Kitāb al-Kulliyāt fī al-Tibb* (Medicina generale, nota in Occidente come *Colliget*), che assieme all'altra opera medica, il *Kitāb al-taysīr fī al-mudāwāt wa l-tadbīr* (Medicina specialistica), scritta da Abū Marwān Ibn Zuhr, divenne, a lungo, il testo medico più seguito dai cristiani, dai musulmani e dagli ebrei. Averroè affrontò una serie di tematiche mediche importanti, quali la dissezione e l'autopsia. Contraddicendo l'interpretazione religiosa di al-Ghazali che condannava queste pratiche, Averroè scrisse che "chiunque si sia occupato di anatomia e vivisezione a scopo scientifico, ha incrementato la sua fede in Dio". In urologia Averroè identificò le cause delle disfunzioni sessuali e fu il primo a prescrivere medicazioni per il trattamento di questi problemi. In neurologia propose la presenza di una malattia simile, per i sintomi, al Parkinson; nella oftalmologia fu il primo ad attribuire proprietà fotorecettive alla retina. Averroè diede, infine, un notevole contributo allo sviluppo della fisica, visto che fu il primo a definire la misurazione della forza come "il valore del lavoro necessario per cambiare lo stato di un materiale solido". Sempre nel campo della cinetica, intuì per primo che l'effetto e il valore della forza applicati variavano a seconda dell'attrito presente; inoltre introdusse una nozione anticipatrice di quella che Keplero denominò inerzia.

Torniamo adesso a Dante. Si è già detto come in tutte le opere del Divin Poeta possiamo riscontrare riferimenti matematici e come la Divina Commedia sia una miniera d'oro in tal senso. Credo sia significativo e molto interessante soffermarsi prima di tutto sull'aspetto logico di tali riferimenti. L'emblema più noto e affascinante si ritrova nel XXVII canto dell'inferno. Siamo nello stesso cerchio in cui Dante e Virgilio hanno incontrato l'anima dannata di Ulisse, in cui sono puniti i consiglieri fraudolenti, avvolti da una fiamma che sembra una lingua che parla. In questo passo il personaggio incontrato dal protagonista è lo spirito di Guido da Montefeltro. Egli fu un famoso condottiero che negli ultimi anni della sua vita si fece frate francescano; egli racconta a Dante che mentre era frate fu chiamato dal papa Bonifacio VIII per avere un consiglio fraudolento. Traduciamo il ragionamento in seguito al quale il "*nero cherubino*" ferrato in logica (come si definisce) si impossessa dell'anima dannata di Guido in linguaggio logico moderno ma prima riportiamo il passo interessato (vv.112-123).

*Francesco venne poi, com'io fu' morto,
 Per me; ma un d'i neri cherubini
 Li disse: "Non portar; non mi far torto.
 Venir se ne dee giù tra' miei meschini
 Perché diede 'l consiglio frodolente,
 Dal quale in qua stato li sono a' crini;
 Ch'assolver non si può chi non si pente,
 Né pentere e volere insieme puossi
 Per la contradizion che nol consente".
 Oh me dolente! Come mi riscossi
 Quando mi prese dicendomi: "Forse
 Tu non pensavi ch'io loico fossi!"*

Riportiamo, inoltre, una breve parafrasi del passo:

Poi, quando fui morto, Francesco venne a prendermi; ma uno degli angeli neri gli disse: "non portarlo con te; non mi fare un torto. Se ne deve venire giù tra i miei schiavi, perché diede il consiglio fraudolento, e dal momento in cui l'ebbe dato gli sono stato alle costole; dato che non si può assolvere chi non si pente, né ci si può insieme pentire e volere (ciò di cui ci si pente), perché non lo consente il principio di contraddizione". Oimè dolente! Come mi riscossi quando mi prese dicendomi: "forse tu non pensavi che io fossi così ferrato in logica!".

Indichiamo con $V_{(x)}$, $P_{(x)}$ e $A_{(x)}$ rispettivamente le proposizioni *x ha peccato*, *x si è pentito* e *x è stato assolto*. x rappresenta l'elemento generico dell'insieme universo, rappresentato dall'insieme di tutti gli uomini. Pertanto x rappresenta *qualunque uomo*. Indichiamo con g Guido da Montefeltro. Il ragionamento esposto da Dante si traduce così:

$V_{(g)}$ "questi diede il consiglio fraudolento";

$\overline{A_{(x)} \wedge P_{(x)}}$ "assolver non si può chi non si pente";

$\overline{P_{(x)} \wedge V_{(x)}}$ "né pentere e volere insieme puorsi".

Tenendo presente che quanto detto vale per ogni uomo e che Guido è un uomo, da ciò si deduce che:

$\overline{A_{(g)} \wedge P_{(g)}}$ Guido non può essere assolto perché non si è pentito;

$\overline{P_{(g)} \wedge V_{(g)}}$ Guido non può pentirsi e contemporaneamente essere ancora legato al peccato.

Con l'utilizzo delle tavole di verità, che adesso omettiamo, si può dedurre che:

$$V_{(g)} \wedge \overline{A_{(g)} \wedge P_{(g)}} \wedge \overline{P_{(g)} \wedge V_{(g)}} \rightarrow \overline{A_{(g)}}$$

Questo corrisponde a dire che Guido non può essere assolto c.v.d.

Oltre a questo solitario riferimento alla logica medievale, la Divina Commedia si mostra come un grande libro di matematica che non parla di matematica. Nell'opera, infatti, ripetuti e importanti sono i riferimenti ai numeri, le monadi della matematica, che rispondono a una duplice funzione: strutturale e simbolica. La funzione strutturale del numero emerge sia nelle partizioni interne del poema (metrica, canti), sia nella cosmologia. Dante utilizza nella sua opera terzine incatenate di endecasillabi. Inoltre, il poema consta di cento canti distribuiti in tre cantiche (Inferno, Purgatorio, Paradiso), ognuna delle quali è costituita a sua volta da trentatré canti, più un canto di introduzione (il canto I dell'Inferno) all'intero testo. Ogni regno dell'aldilà è formato da un numero determinato di cerchi e gironi: l'Inferno è caratterizzato da nove cerchi (con ulteriori suddivisioni interne per i cerchi VII, VIII e IX), il Purgatorio da sette cornici (per un totale di nove zone se si considerano l'Antipurgatorio e il Paradiso Terrestre) e il Paradiso da nove cieli mobili, racchiusi in un decimo cielo, immateriale e immobile, denominato Empireo. Questi numeri non sono casuali: essi rispondono a una trama simbolica che risultava visibile al lettore medievale. La funzione simbolica del numero è fondamentale per dare significato a questi dati, che non sono puro gioco aritmetico. I numeri che maggiormente si ripetono nel poema sono l'uno, il dieci, il tre, il nove e il sette. L'uno rappresenta l'origine di tutte le cose, la perfezione, l'assoluto e la divinità. È dunque la sorgente di ciò che esiste, di ciò che è altro dall'Uno: da esso emanano le forme, le dimensioni, i colori, le direzioni, lo spazio, quindi il tempo, dunque la Diversità. L'Uno è il punto, la retta (l'asse), la sfera. Nell'Uno coesiste il Tutto inespresso e indifferenziato dal quale rimarrà necessariamente distinto; in tal senso è Pienezza e Completezza. Il dieci è la rappresentazione di Uno in una "ottava" maggiore e significa la fine di un importante ciclo dal quale scaturirà un cambio di circostanze. Allude alla totalità della realtà rappresentata. Il tre rimanda alla Trinità cristiana: rappresenta dunque la coincidenza in Dio di unità e molteplicità. È associato alla Perfezione, alla Fede e alla Conoscenza. Il nove, che era considerato un numero sacro dagli antichi, rappresenta il cambiamento, l'invenzione e la crescita attraverso l'ispirazione e la perfezione massima poiché quadrato del numero tre. Il sette è il numero della perfezione umana, intesa come riepilogo completo delle possibilità dell'uomo. Settanta è il numero della vita perfetta (da cui la perifrasi dantesca che, nel primo verso del poema, indica i trentacinque anni di età del poeta), sette in numero dei giorni della settimana (i sei giorni della creazione più il dies dominicus), dei Sacramenti, ma anche, in negativo, dei vizi capitali (richiamati nelle sette cornici del Purgatorio). E, anticamente, il sistema solare consisteva di sette pianeti e nel corpo umano si individuavano sette plessi. Tra parentesi, va ricordato che, accanto alla simbologia cristiana, che è quella a cui Dante fa riferimento, alcuni di questi numeri avevano anche un significato negativo nell'ambito della magia e dell'occultismo. Di particolare rilevanza è il significato attribuito al tre e al sette: il tre viene inteso come simbolo demoniaco o innaturale in quanto nessuna creatura al mondo cammina con tre gambe; il sette è associato al dubbio, all'inganno e alla menzogna. Nella Divina commedia, tuttavia, il numero non contribuisce soltanto alla costruzione strutturale dell'opera, ma è anche presente in

specifici passi, dove il suo valore allusivo potenzia in chiave allegorica il significato delle parole. Abbiamo scelto tre esempi, ricavati dalle tre cantiche del poema. Dante e Virgilio nel canto XI dell'Inferno sono ancora fra gli eretici. Qui Virgilio istruisce Dante sulla struttura degli ultimi tre cerchi infernali, dove vi sono coloro che hanno commesso azioni sgradite a Dio aventi come fine la violazione del diritto, commessa a danno di altri o con la violenza o con la frode, sino al peccato più grave, il tradimento. Riportiamo i versi 28-30.

*Di violenti il primo cerchio è tutto;
ma perché si fa forza a tre persone,
in tre gironi è distinto e costruito.*

Nella terzina l'autore afferma che il settimo cerchio che raduna i violenti è suddiviso in tre gironi, in base alle persone contro cui si è usata la forza: Dio (bestemmiatori), se stessi (suicidi e scialacquatori) e il prossimo (omicidi e predoni). In questi versi il 3 possiede due significati simbolici. Nel verso 29 il numero ha un significato di completezza rispetto al peccato descritto, mentre nel verso 30 il 3, definendo il numero di gironi in cui è stato suddiviso il cerchio, simboleggia la perfezione della giustizia di Dio. Altri versi significativi nel canto sono i versi 79-84.

*Non ti rimembra di quelle parole
con le quai la tua Etica pertratta
le tre disposizion che 'l ciel non vole,
incontenenza, malizia e la matta
bestialitate? e come incontenenza
men Dio offende e men biasimo accatta?*

Nelle due terzine Virgilio spiega a Dante perché i peccatori compresi tra il Limbo e la città di Dite sono colpiti meno dalla giustizia divina e lo invita a riprendere l'Etica Nicomachea, dove Aristotele suddivide i peccati in tre categorie - incontenenza nelle passioni, frode (malizia) e violenza dissennata (matta / bestialitate) -, giudicando meno grave l'incontinenza. Anche in questo caso il numero 3 possiede un valore simbolico di completezza: infatti tramite questo numero il poeta parla di tutte le azioni che vanno evitate secondo il volere divino e le ordina. L'ordinamento morale dell'Inferno riflette alcuni aspetti dell'Etica Nicomachea di Aristotele ripresi da Dante attraverso Tommaso d'Aquino e Brunetto Latini. Il fondamento della vita morale è l'inclinazione naturale dell'uomo verso Dio, che, secondo il testo evangelico di Giovanni "è amore". Qualsiasi forma di peccato, quindi, è da ricondurre ad un amore eccessivo o sbagliato verso i beni materiali, oppure verso le creature terrene. Su queste basi Dante suddivide i peccatori in nove cerchi concentrici, degradanti verso il centro della terra, dove sono puniti i peccati più gravi. La struttura dottrinale dell'Inferno richiama il costante utilizzo simbolico del numero 3: i dannati sono infatti suddivisi in tre categorie, ciascuna localizzata in una sezione decrescente della cavità

sotterranea. L'ordinamento delle pene, come dice Virgilio nel canto XI, dipende dall'Etica Nicomachea di Aristotele, e prefigura una gerarchia del male basata sull'uso della ragione. I peccatori più "vicini" a Dio e alla luce, posti cioè nei primi più vasti gironi, sono gli incontinenti, quelli cioè che hanno fatto il minor uso della ragione nel peccare. Seguono i violenti, che a loro volta sono stati accecati dalla passione, sebbene a un livello di intelligenza maggiore dei primi. Gli ultimi sono i fraudolenti e i traditori, che hanno invece sapientemente voluto e realizzato il male.

Altro riferimento al numero, come si è già detto, si trova nel Purgatorio. Un argomento di grande interesse è rappresentato dalla presenza di un numero dal significato enigmatico: il 515. Questo numero, che in cifre romane si scrive DXV, si trova nel canto XXXIII, versi 37-45:

*Non sarà tutto tempo senza reda
l'aguglia che lasciò le penne al carro,
per che divenne mostro e poscia preda;*

*ch'io veggio certamente, e però il narro,
a darne tempo già stelle propinque,
secure d'ogn' intoppo e d'ogne sbarro,*

*nel quale un cinquecento diece e cinque,
messo di Dio anciderà la fuia
con quel gigante che con lei delinque.*

Se il numero DXV viene anagrammato può essere letto come la parola DVX, ossia "comandante", che secondo alcuni studiosi si riferisce ad Arrigo VII di Lussemburgo, re di Germania e imperatore del Sacro Romano Impero. Questa ipotesi è avvalorata dall'importanza che Dante attribuiva al potere dell'imperatore, come restauratore del Sacro Romano Impero. Secondo Dante il potere dell'imperatore non doveva essere subordinato a quello del Papa, perché entrambi erano scelti secondo un volere divino, per questo entrambi erano "messi di Dio". Vi è però anche un'altra ipotesi, considerata da molti valida. Secondo questa ipotesi DXV sarebbero le iniziali di Domini Xristi Vicarius, cioè il Papa. Questa tesi è meno credibile, sia per i contrasti che, nel corso della sua vita, Dante ebbe con il Papa, Bonifacio VIII, sia per l'importanza che avrebbe attribuito a una carica di cui aveva sottolineato più volte gli aspetti negativi. Questo numero rimane quindi senza una interpretazione certa e costituisce un piccolo mistero (simile a quello del veltro) all'interno del poema.

Se nelle due cantiche precedenti i riferimenti alla matematica sono significativi, tuttavia, il più famoso ed interessante ricorso alla numerologia nella Divina Commedia si ritrova nel paradiso. Dante nel canto XXVIII propone una sorta di censimento degli angeli e per riuscire in questa incredibile impresa ricorre ad un efficace paragone con il gioco degli scacchi, ove il numero e la matematica in generale possiedono una

particolare importanza. Nella terzina costituita dai versi 91-92-93 leggiamo:

*L'incendio suo seguiva ogni scintilla;
ed eran tante, che'l numero loro
più che'l doppiar de li scacchi s'inmilla.*

L'immagine degli angeli che girano nel proprio cerchio sfavillante (scintilla) è biblica: "Fulgebunt iusti et tanquam scintillae in arundinetis discurrent" (Sap. III, VII, 8), mentre s'inmilla è un neologismo dantesco che ha il significato di: il loro numero s'inoltra nelle migliaia e giunge ad un numero più grande della progressiva duplicazione degli scacchi (La somma dei primi 64 termini della progressione geometrica dei doppi a cominciare dall'unità è uguale al numero di venti cifre 18446744073709551615). Questa terzina è quindi una allusione alla leggenda secondo la quale l'inventore degli scacchi avrebbe chiesto, in premio, al re di Persia tanti chicchi di grano quanti ne risultassero ponendo un chicco nella prima casella della scacchiera e via via raddoppiandone il numero per ognuna delle 64 caselle; raggiunse così un numero, per soddisfare il quale il grano del re era insufficiente. La lettura della terzina è ancor oggi fonte di dibattito fra gli esperti, ma forse è più facile e interessante comprendere il perché del ricorso, da parte di Dante, a questa similitudine. Sono almeno tre le ragioni plausibili che possono spiegare questa scelta. Una prima ragione è che la mente si sofferma e stupisce nell'immaginare, pur non sapendolo forse calcolare (ma a maggior ragione in questo caso), un numero così enormemente grande, per quanto finito. Il riferimento matematico può dare una percezione concreta della grandiosa molteplicità delle intelligenze, più di quanto potrebbe fare l'impiego, ad esempio, dell'aggettivo "infinito", dal momento che l'indefinibilità del termine lo rende più sfuggente. Una seconda ragione è che Dante, con il numero espresso tramite il 1000 o con le sue potenze, ben adatta la similitudine al suo intento di attenersi, sul numero delle intelligenze angeliche, alla dottrina della Chiesa, che "dice crede e predica quelle nobilissime creature quasi innumerevoli (Conv. II, V, 5)"; il numero deve essere quasi così grande che non si riesce a contare, non infinito quindi. Inoltre il ricorso al 1000 può anche essere dovuto all' "Erat numerus eorum millia millium" (il loro numero era di mille migliaia) dell'Apocalisse, V, 11. Una terza ragione si può ricavare da quanto si legge nella Summa Theologica di Tommaso (I, q. CXII, 4) : "Moltitudo angelorum transcendit omnem materialem multitudinem"; nei versi, il neologismo dantesco s'inmilla è ben più potente dell'effetto del doppiarsi, che già basterebbe a indicare un numero che, come racconta la leggenda di Nassir, non può essere uguagliato da una moltitudine concretamente rappresentabile.

Dopo aver parlato diffusamente di Dante, non si può rinunciare a spendere alcune parole per parlare del sostrato culturale in cui la poetica di Dante affonda le sue radici. L'esperienza culturale a cui si fa riferimento non è, inoltre, infeconda in ambito matematico, per cui sarebbe opportuno un tale riferimento. Facendo un piccolo passo indietro, si può facilmente risalire al punto di partenza da cui l'esperienza poetica dantesca (e pertanto tutte le successive) ha avuto inizio: Palermo. Sede prescel-

ta della corte di Federico II di Svevia, la città è stata un importante centro culturale ed economico, un crocevia di culture e popoli, in cui si sovrapponevano esperienze culturali diverse (quella araba, quella greca e quella normanna) che alimentavano il centro cosmopolita della cultura europea medievale. Presso la corte di Federico, per volere dello stesso sovrano, venivano coltivati tutti gli ambiti del sapere, dalla poesia alla matematica (basti pensare che un grande matematico, Leonardo Fibonacci, ha svolto qui principalmente le sue ricerche e scritto le sue opere). Tra le diverse scoperte ed invenzioni, una è particolarmente significativa in quanto ci permette di capire come in un luogo come questo le discipline abbiano potuto sovrapporsi, fondersi ma non confondersi: il sonetto. Il sonetto nasce presso la corte siciliana di Federico II di Svevia, per opera del “notaro” Giacomo da Lentini. Per quanto riguarda l’origine della struttura del sonetto, molti hanno avanzato delle ipotesi, tra cui quella secondo cui il sonetto rappresenta l’evoluzione della canzone provenzale. Molti invece, come lo studioso Potters, ne danno un’interpretazione più matematica. A sostegno di questa interpretazione è citato il lavoro del già citato Leonardo Fibonacci, il quale, come si è detto, operò presso la corte di Federico, studiando, nella celeberrima opera Liber Abaci, i problemi relativi alla circonferenza. Per spiegare il legame tra il sonetto e la circonferenza occorre ricordare che nei manoscritti dell’epoca, per motivi di spazio, i sonetti erano divisi in due colonne. Poiché il sonetto è costituito da 14 versi endecasillabi con questa costruzione si ottenevano 7 righe di 22 sillabe. Il rapporto $22/7$ era considerato come approssimazione del numero irrazionale oggi noto come π greco, il cuore del cerchio. π greco si definisce come il rapporto, sempre costante, tra la lunghezza di una circonferenza e il suo diametro. La struttura del sonetto ha quindi, con ogni probabilità, un legame con il lavoro del Pisano. Ciò che probabilmente ha determinato l’influenza matematica nella formazione del sonetto è la perfezione e l’armonia che cerchio e sfera (entrambe legate a π greco) rappresentavano (ricordiamo a tal proposito le tesi filosofiche dei Pitagorici). Se si analizza la struttura del sonetto si può riscontrare un altro legame con la matematica. Infatti, i “numeri” del sonetto sono 14 (numero dei versi) e 11 (numero di sillabe per ogni verso). Il rapporto $11/14$ veniva considerato, anche dallo stesso pisano, come il rapporto tra l’area del cerchio inscritto in un quadrato e l’area del quadrato stesso (svoliamo adesso su una dimostrazione).

Alla luce di quanto detto, non si può fare altro che ripetere quanto già affermato. La matematica non è un terreno arido, un mondo di studiosi privo di sensibilità e bellezza. È un vasto prato in cui i fiori del nostro intelletto vengono coltivati. È il luogo in cui il poeta trova l’ispirazione per i suoi capolavori e l’artista i modelli per le sue opere, in cui il musicista trova i suoi spartiti e filosofo le sue idee. È il luogo in cui Dio ha trovato un motivo per creare il mondo.

Galileo Galilei ha detto:

“Se l’uomo non sapesse di matematica, non si eleverebbe di un sol palmo da terra”.