

Magia Matematica*

Luca Granieri

Per chi ama le questioni di *origine*, la riflessione su cosa sia *veramente* il metodo scientifico e in cosa consista la cosiddetta *rivoluzione scientifica* è certamente una delle più affascinanti. Ma quando si comincia ad approfondire la materia non è difficile notare questioni in un certo senso *dimenticate* o *nascoste sotto il tappeto* o comunque poco discusse o in generale non abbastanza conosciute come meriterebbero. Una di queste questioni riguarda la *magia*. Cosa ha a che fare la magia con la scienza? Possono senz'altro sembrare, e spesso lo sono effettivamente, due paradigmi antitetici, ma in realtà hanno molto a che fare e in qualche modo condividono un'origine comune (per un'introduzione divulgativa delle origini del metodo scientifico si veda [9]).

Uno dei grandi padri della scienza moderna è Newton, il prototipo del *primo scienziato*. Ma Keynes definì Newton anche *l'ultimo dei maghi* quando, esaminando numerosi dimenticati manoscritti dello scienziato comprati all'asta negli anni trenta, emerse chiaramente che una larga parte degli sforzi *scientifici* di Newton erano in effetti rivolti all'alchimia, alla cronologia, alla teologia.

Newton non fu il primo dell'Età della Ragione, bensì l'ultimo dei maghi, l'ultimo dei Babilonesi e dei Sumeri, l'ultima mente eccelsa che guardò il mondo visibile e intellettuale con gli stessi occhi di coloro che incominciarono a costruire il nostro mondo intellettuale poco meno di diecimila anni fa. [...] Perché lo chiamo un mago? Perché guardava all'intero universo e a tutto quanto è in esso come a un enigma, a un segreto che poteva esser letto applicando il pensiero puro a certi fatti, certi mistici indizi che Dio aveva posto qua e là nel mondo affinché la confraternita esoterica potesse cimentarsi in una sorta di caccia al tesoro filosofica. [...] Newton considerava l'universo come un crittogramma apprestato dall'Onnipotente, così come egli stesso, corrispondendo con Leibniz, avvolse in un crittogramma la scoperta del calcolo infinitesimale. L'enigma si sarebbe svelato all'iniziato mediante l'applicazione del pensiero puro e della concentrazione mentale (J.M. Keynes).

Del resto, una delle critiche alla gravitazione di Newton si basava proprio sul carattere *esoterico* della sua azione a distanza, definita da qualcuno come una *Fisica Vodoo*. Anche Einstein definiva tale (*azione fantasma a distanza*) la meccanica quantistica, in relazione al cosiddetto *Principio di località*. In Galileo (Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, 1632), si legge che Keplero, nel cercare una spiegazione per il fenomeno delle maree, avrebbe *dato orecchio ed assenso a*

*Lo spunto per questo articolo proviene da uno spettacolo-conferenza dal titolo *Magia Matematica* tenuto dal sottoscritto in collaborazione col *Mago Vago* presso il Liceo Leonardo Da Vinci di Cassano delle Murge (Ba), parallelamente ad un laboratorio di *magia matematica* per gli studenti svolto ad ottobre 2019 nel medesimo istituto.

predominii della Luna sopra l'acqua, ed a proprietà occulte, e simili fanciullezze, in relazione ad un' invocata e non meglio specificata virtus magnetica. Nelle parole dello stesso Newton:

È inconcepibile che l'inanimata, bruta materia, senza la mediazione di qualcos'altro che non sia materiale, debba operare e influire su dell'altra materia senza contatto reciproco, come dovrebbe essere se la gravitazione, nel senso di Epicuro, fosse essenziale e inerente a essa. E questa è la ragione del perché desideravo che voi non attribuiste a me la gravità innata. Che la gravità debba essere innata, inerente ed essenziale alla materia, in modo tale che un corpo possa agire su un altro a distanza attraverso un vuoto, senza la mediazione di nient'altro, per il tramite del quale la loro azione e forza possano essere trasmesse dall'uno all'altro, è per me un'assurdità così enorme da non credere che un uomo dotato di un'adeguata facoltà di giudizio nelle questioni filosofiche possa mai cadervi. La gravità deve essere causata da un agente che opera costantemente in accordo a certe leggi, ma se questo agente sia materiale o immateriale l'ho lasciato alla valutazione dei miei lettori (Isaac Newton a Richard Bentley, 25 febbraio 1693).

O ancora: *In verità non sono riuscito a scoprire la causa della gravità dai fenomeni, e non avanzo ipotesi (Hypotheses non fingo, Scolio Generale, Principi Matematici della Filosofia Naturale).*

1 Scienza e Magia

In verità, il legame tra il pensiero *magico* e quello *scientifico* è profondo:

In realtà l'astrologia era più antica, esprimeva una magia "laica e naturale" [...] Fu estromessa dai confini della scienza solo all'approssimarsi della Rivoluzione Scientifica, in modo particolare grazie alla caratterizzazione matematica delle leggi scientifiche. Nell'alchimia cominciava a delinearsi l'idea di "esperimento" di laboratorio. Lynn Thorndike ha mostrato come nel DNA della scienza sperimentale ci sia un legame stretto con la magia, in quanto nella sua analisi tanto l'esperimento e la tecnica quanto la magia ponevano il problema di come la prassi umana potesse agire sulla realtà contingente ([4, p.24]).

In effetti, anche quella del *magico* è una ricerca di una conoscenza *oggettiva e ripetibile*, capace di *sottomettere* la natura ai propri fini (potere, elisir d'amore o di lunga vita, arricchire, stupire, meravigliare, divertire ecc.). La premessa fondamentale è che la natura possieda un qualche *ordine*, per quanto arcano possa essere, e compito della magia è quello di *scoprirlo* e *utilizzarlo*. E non c'è bisogno di ricorrere alla monumentale opera di Thorndike ([10]) per farsene un'idea, perlomeno per sommi capi.

Possiamo infatti focalizzarci su due tipologie di *magia* come quelle incarnate dai famosi personaggi in figura 1. Da una parte troviamo una tradizione di tipo empirico-sperimentale. Il druido della famosa saga *Asterix* è il depositario della ricetta di una particolare pozione che dona a chi la beve una forza sovrumana, seppur per breve tempo (tranne che per il già corpulento *Obelix* che cadde nel pentolone quando era bambino), grazie alla quale il piccolo villaggio della Gallia riesce a farsi ripetutamente beffe della potenza militare di Roma. Come accennato, è proprio in



Figura 1: Il druido Panoramix e il mago Gargamella

ambito alchemico che comincia a delinearsi il concetto di *laboratorio* e di *esperimento*. La *pozione magica* è il risultato di una precisa procedura, oggettiva, ripetibile. Basata sul potere dei prodotti naturali di sprigionare determinati effetti se combinati in un certo modo e non su *proprietà occulte* esclusive del mago. Egli è il mero depositario di una conoscenza che sfrutta per i suoi fini. Tanto che la formula della pozione va tenuta debitamente segreta. Se cadesse nelle mani dei romani il villaggio perderebbe il suo vantaggio strategico.

D'altro canto, l'altro personaggio in figura 1, il mago *Gargamella* della serie *I Puffi*, mostra un'altra tradizione altrettanto fondamentale, quella che potremmo chiamare *tradizione del Libro*. Il libro degli incantesimi racchiude le formule magiche che debitamente pronunciate producono il loro effetto nella realtà. Anche qui in modo oggettivo e ripetibile. Chiunque conosca le parole magiche sarebbe in grado di riprodurre l'incantesimo. La tradizione del *libro* ci rimanda ad una delle più fondamentali questioni di tutti i tempi: il legame e le correlazioni tra pensiero, linguaggio e realtà (per una trattazione esaustiva in prospettiva storica si vedano [5, 6, 7]). D'altronde, celebre è la metafora di Galileo tratta dal *Saggiatore* secondo la quale il mondo stesso sarebbe *un libro scritto in lingua matematica* senza la quale ci si ridurrebbe a brancolare in un oscuro labirinto. Anzi, tale immagine del libro è molto di più che una semplice analogia o metafora, richiamando la radicata tradizione dei *due libri*. Il primo è ovviamente la Bibbia che contiene la Parola di Dio, responsabile della creazione (*Dio disse: sia la luce. E la luce fu ...* come riportato nel libro della Genesi). Il secondo è il *libro della natura* scritto in lingua matematica. Entrambi ricondotti a Dio quale unico autore. La matematica è allora molto più di un semplice linguaggio che possa descrivere i fenomeni naturali, giacché la Parola di Dio (*Il Verbo*) è incarnata e causa trascendente del mondo (*In principio era il Verbo, il Verbo era presso Dio e il Verbo era Dio. Egli era in principio presso Dio: tutto è stato fatto per mezzo di lui, e senza di lui niente è stato fatto di tutto ciò che esiste. [...] E il Verbo si fece carne e venne ad abitare in mezzo a noi.* Dal Prologo del Vangelo di Giovanni). Sulle orme di una concezione se vogliamo *pitagorica* in cui la matematica è intrinseca alla realtà, anzi la causa della realtà stessa.

Se vogliamo, l'alchimia, l'astrologia ecc. diventano scienza proprio nel fondersi di queste due tradizioni, quella di Panoramix e quella di Gargamella, in cui le formule magiche sono sostituite da formule matematiche e l'esperimento di laboratorio viene quantificato e controllato matematicamente. L'unione delle due tradizioni è dunque

garantita per l'appunto dal comune linguaggio matematico. In altre parole, la scienza moderna è una specie di *magia matematizzata*.

Ai tempi dell'università mi affascinava molto la cosiddetta *meccanica razionale*. Le equazioni del moto sono *sufficienti* a determinare il comportamento del sistema dinamico. Particolarmente intrigante mi sembrava il fatto di poter prescrivere cosa debba fare la natura utilizzando soltanto carta, penna ed intelligenza umana. Nello scorso anno abbiamo celebrato in vari modi lo storico sbarco dell'uomo sulla Luna. A ben pensarci si è trattato di un'impresa davvero *magica*. Tenere conto della traiettoria della navicella, la velocità di fuga, il problema degli N -corpi e tanto altro. Insomma, una *magica* interrelazione tra teoria (matematica) ed esperimento. Se non è magia questa? Per non parlare delle applicazioni tecnologiche: *Qualunque tecnologia sufficientemente avanzata è indistinguibile dalla magia* (secondo la cosiddetta Legge di Clarke). O anche : *Il piano divino passerà un giorno per la scienza delle macchine, che è magia naturale e santa* (Guglielmo riporta gli insegnamenti di Ruggero Bacon nel romanzo Il Nome della Rosa di U. Eco).

2 Magia Matematica

Il ruolo del mago è oggi estremamente differente da quello sopra delineato, e sopravvive nell'arte del meravigliare, del sorprendere, del divertire, in opposizione alla ciarlataneria di certi personaggi. E anche quest'arte è in larga misura di tipo scientifico-tecnologico. Tipicamente, un *numero* di magia si basa su delle conoscenze che il mago utilizza sapientemente a suo vantaggio. Conoscenze ignote al suo pubblico, oppure fatti ben noti di cui però non si sospetta l'intervento. E la matematica gioca un ruolo importante, per dare all'esibizione del mago la garanzia di successo. Una delle situazioni tipiche è quella dei giochi con le carte. Alla base ci sono proprietà di regolarità più o meno evidenti. Durante le manipolazioni effettuate dal mago ci sono ad esempio delle grandezze che si *conservano* come il numero totale di carte, o il rapporto tra carte rosse e nere e così via. Mischiare significa, matematicamente parlando, effettuare delle *permutazioni* sul mazzo di carte. Conoscerne le proprietà è il punto nevralgico di molti giochi. Una delle più note è il cosiddetto *principio di Gilbreath*.

Supponiamo, giusto per illustrare la situazione, di avere un mazzo composto da due sole carte. Una di queste carte (coperte) è consegnata ad un lontano spettatore, l'altra resta nelle mani del mago di turno. Ora, è possibile con un esperimento fatto sulla carta del mago possa influire sulla carta dello spettatore? Il *principio di località* lo vieterebbe. Solo ciò che fisicamente si trova nei paraggi dello spettatore può influenzare il comportamento della sua carta, non potrà certo farlo più *a distanza* il mago con la sola forza del pensiero! O no? Vi sorprenderà il fatto che il mago possa con la sola *osservazione* della sua carta influenzare ad esempio il colore della carta dello spettatore? Ecco, il mago guarda la sua carta e se questa è diciamo rossa allora quell'altra è automaticamente nera. Certo, forse non è così sorprendente. In ogni mazzo di carte che si rispetti il numero di carte rosse e nere si conserva ed è perfettamente bilanciato. Ma sareste certamente più sorpresi se il mago riuscisse ad influenzare il colore di un mazzo più grande, diciamo di 52 carte? Si tratta di

un compito considerevolmente più difficile ma i presupposti per realizzarlo non sono molto diversi dall'esempio semplificato che abbiamo proposto. Ma a ben pensarci, quante cose meravigliose si possono ricavare da principi fisici, in apparenza banali, come la conservazione della massa, della carica elettrica, dell'energia?

Di più, l'esempio del mazzo di sole due carte non vi avrà appassionato forse perché si trattava di un mazzo convenzionale. Immaginate di avere invece a disposizione un mazzo di carte *quantistiche* in cui la singola carta non è rossa oppure nera ma in uno strano stato di sovrapposizione tra questi due colori. E il colore della carta può essere stabilito solo mediante un'osservazione esplicita. Questo tipo di carte non state ancora inventate, ma immaginare non costa nulla. Ora, se le carte hanno interagito venendo separate dallo stesso mazzo di carte, allora l'osservazione della carta del mago influenza veramente quanto accade alla carta dello spettatore. Se la sua carta, una volta che sia stata osservata, è rossa, allora automaticamente la carta dello spettatore diventa nera. Se la carta osservata dal mago è nera, quello dello spettatore diventa rossa. Questo se ammettiamo come principio di fondo che in un mazzo il colore delle carte *si conserva*. E non importa quanto lo spettatore sia lontano. Anche se si trovasse ai confini estremi della galassia, l'esperimento del mago farebbe risentire sulla sua carta istantaneamente il suo effetto. Le due carte, per il fatto di aver interagito nello stesso mazzo, sono *entangled*, come direbbero i fisici. Magia della meccanica quantistica!

Molti giochi di carte (e non) coinvolgono configurazioni casuali (o presunte tali). Ma quando si può dire che un mazzo di carte è configurato casualmente? Per evitare inganni si è soliti mischiare le carte. Mischiare significa, come detto, operare una permutazione delle carte. Il punto è che non si operano tutte le permutazioni possibili. Uno dei più diffusi metodi di *randomizzazione* dei mazzi di carte è la cosiddetta *scozzata all'americana* (riffle shuffle): due pile uguali di carte sono assemblati alternandone le carte. Se ad esempio abbiamo un mazzo di 8 carte numerate queste si dividono in due gruppi di 4. Quindi abbiamo le carte 1, 2, 3, 4 nella prima pila e 5, 6, 7, 8 nella seconda. Intercalando le carte delle due pile il mazzo diventa 1, 5, 2, 6, 3, 7, 4, 8. Come si vede, l'ultima carta del mazzo resta fissa nelle trasformazioni, informazione quest'ultima che può avere la sua importanza nei trucchi di magia, o per barare al gioco. Andando avanti con le mischiate si ottiene

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \Rightarrow 1, 5, 2, 6, 3, 7, 4, 8 \Rightarrow 1, 3, 5, 7, 2, 4, 6, 8 \Rightarrow 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

Dopo 3 scozzate (perfette) siamo tornati alla configurazione di partenza! Per un usuale mazzo di 52 carte sono 8 le scozzate (perfette) che lo riportano alla configurazione di partenza. Il fatto è che in generale le scozzate sono imperfette. Un famoso Teorema di P. Diaconis ([1]) mostra che occorrono 7 scozzate imperfette per far assumere al mazzo una distribuzione *vicina* il più possibile a quella *casuale*. Dove ovviamente bisogna introdurre e formalizzare opportunamente, cosa peraltro non facile, le nozioni di *casuale*, *struttura delle permutazioni*, *distanza tra le configurazioni* ecc. Per una panoramica del ruolo matematico nei giochi di magia si veda [8, 2, 3].

Riferimenti bibliografici

- [1] M. Aigner , G. Ziegler, Proofs from the Book, Springer

- [2] E. Behrends, *The Math behind the Magic*, AMS, 2019.
- [3] A. Benjamin, *La magia della Matematica*, Codice, 2016.
- [4] L. Borzacchini, *La Solitudine di Leonardo*, Dedalo, 2019.
- [5] L. Borzacchini, *Il Computer di Platone*, Dedalo 2005.
- [6] L. Borzacchini, *Il Computer di Ockham*, Dedalo 2009.
- [7] L. Borzacchini, *Il Computer di Kant*, Dedalo 2015.
- [8] L. Granieri, 3^2 is a magic number, *Archimede* N. 3, 2020.
- [9] L. Granieri, *Dio c'è e la Scienza...*, La Dotta, 2015.
- [10] Lynn Thorndike, *A History of magic and experimental science*, Columbia University Press, 1958.