

# **matematica e cultura 2008**

**a cura di Michele Emmer**



**Springer**

MICHELE EMMER  
Dipartimento di Matematica "G. Castelnuovo"  
Università degli Studi "La Sapienza", Roma

ISBN 978-88-470-0793-2  
e-ISBN 978-88-470-0794-9

Springer fa parte di Springer Science+Business Media  
springer.com  
© Springer-Verlag Italia 2008

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La riproduzione di quest'opera, anche se parziale, è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore ed è soggetta all'autorizzazione dell'editore. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc. anche se non specificamente identificati, non implica che tali denominazioni o marchi non siano protetti dalle relative leggi e regolamenti.

Traduzioni: Massimo Caregnato per gli articoli di B. Miller, S. Roberts, C. Shaw, N. Sinclair e D. Pimm, S. Singh, J. Weeks, K.O. Widman e B. Beckman; Isabelle Werner per l'articolo di J. Ellinghaus

Coordinamento editoriale: Marina Forlizzi

Redazione: Barbara Amorese

Illustrazioni di *Omaggio a Hugo Pratt*: Fabio Santin

Progetto grafico della copertina: Simona Colombo, Milano

Fotocomposizione e impaginazione: Graficando, Milano

Stampa: Signum Srl, Bollate, Milano

In copertina: incisione di Matteo Emmer tratta da "La Venezia perfetta", Centro Internazionale della Grafica, Venezia, 1993; immagini di Emanuela Fiorelli, Roberto Mantovani, Brad Miller, Antonino Saggio, Jeff Weeks

Occhielli: incisioni di Matteo Emmer, op. cit.

Il congresso è stato realizzato grazie alla collaborazione di: Dipartimento di Matematica Applicata, Università di Ca' Foscari, Venezia; Dipartimento di Matematica "G. Castelnuovo", Università di Roma "La Sapienza"; Dipartimento di Matematica, Università di Bologna; Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano; Dipartimento di Matematica, Università di Pisa; Dipartimento di Matematica, Università di Trento; Galileo - Giornale di scienza e problemi globali; Dipartimento di Scienze per l'Architettura dell'Università di Genova; Liceo Scientifico U. Morin di Mestre; S. P. "Matematica: Scienza senza Frontiere", Università di Lecce; UMI - Unione Matematica Italiana.

*Stampato in Italia*

Springer-Verlag Italia Srl, via Decembrio 28, I - 20137 Milano

# La torre d'avorio<sup>1</sup>

DI FAUSTO SALERI

Ciascuno di noi ha nella propria casa un luogo preferito, dove rifugiarsi quando desidera stare solo con se stesso per riflettere e dare il giusto peso a quel che accade nella vita o semplicemente per godere della compagnia di un buon libro. Anche il dottor Gastald non sfuggiva a questa regola e, quando gli impegni glielo consentivano ed il tempo era clemente, amava passare il suo tempo in uno spicchio dell'orto che si apriva dietro alla sua abitazione. Si trattava di un rettangolo di Paradiso, come diceva lui, delimitato per due lati dal muretto di mattoni rossi, erosi dall'umidità, che lo separava dal giardino del vicino e, per gli altri due, dalle sottili colonne che reggevano un pergolato sul quale un glicine aveva disteso le sue braccia vegetali. Un gelsomino abbarbicato al muro ed un cespuglio di rosmarino contribuivano a rendere l'aria sempre pervasa da freschi profumi. E fu proprio in quel luogo che mastro Fabrius, passato a salutare il dottore in quel primo pomeriggio d'estate, lo trovò seduto davanti ad un tavolino di nera ghisa, decorato con motivi floreali.

"Buon pomeriggio, mio caro amico" gli disse Fabrius recuperando un'altra sedia poco discosta e facendosi aria con un giornale che teneva in mano. "Siete pronto per la disfida?" domandò, estraendo da una scatola in legno, appoggiata per terra, una scacchiera in alabastro dalle caselle bianche e verdi.

Gastald salutò l'amico con allegria; aveva giusto voglia di esercitarsi nel gioco degli scacchi verso il quale provava una grandissima attrazione, pur essendo un pessimo giocatore. I due, posata la scacchiera sul tavolo, iniziarono a disporre silenziosamente i pezzi, anch'essi d'alabastro.

"Tocca a voi, dottore" disse Fabrius e quello, respirato il profumo d'un tardivo fiore di gelsomino, mosse un pedone aprendo la partita. Dopo mezz'ora la situazione sul campo stava già volgendo a favore di Fabrius giunto a minacciare pericolosamente il re avversario.

"Amico mio, giocando con voi ho sempre l'impressione che già dalla prima mossa sappiate dove io voglia andare a parare" commentò il dottore, ammirato per le capacità dell'amico. Fabrius sorrise eliminando una delle torri di Gastald.

"Non esageriamo, diciamo che cerco di analizzare in modo matematico lo svolgersi della partita. Si tratta di calcolare, seppur all'inizio in modo assai grossolano, le probabilità che una mossa mi sia favorevole o sfavorevole a breve e a lungo termine" rispose godendosi la brezza leggera che faceva stormire i grappoli cadenti dei fiori del glicine.

<sup>1</sup> Racconto tratto da I numeri del cuore, C. Ciliberto, F. Saleri, E. Strickland, Springer-Verlag Italia, Milano, 2008

“La matematica in un gioco! Sembra c’entrare anche dove meno te lo aspetti” riprese Gastald che non riusciva più a concentrarsi sulla partita. “Dovrei iniziare a studiarla seriamente, ma la trovo così distante dalla realtà, sembra quasi che serva solo per risolvere esercizi o per meravigliare gli amici con giochi ed enigmi.”

Fabrius mosse al posto del dottore che accettò umilmente il suggerimento dell’amico.

“Questa può essere l’impressione che ricava chi l’abbia frequentata solo in gioventù a scuola, come noi due, ma, come diceva l’Imperatore al nostro signor Laplace, ‘Il progresso ed il perfezionamento della matematica sono intimamente legati alla prosperità dello stato’” affermò quello con semplicità. Gastald, sorpreso sia per l’erudizione dell’amico sia per il fatto che un uomo d’armi potesse aver pronunciato quelle parole, non era però del tutto convinto.

“Sarà sicuramente vero, ma il ricordo di alcuni miei docenti di matematica, persone distaccate, quasi dimentiche del mondo, mi impedisce di vedere gli studiosi di questa materia come partecipanti attivi al benessere dello stato. Anzi, penso sempre che i matematici tendano a chiudersi, come talvolta si dice, in una torre d’avorio” e dopo questa affermazione fece una mossa che decretò, a suo sfavore, la fine della partita.

“Caro dottore, siete troppo distratto oggi!” esclamò Fabrius, per poi riprendere: “Tornando alla vostra torre, immagino che vi sia venuto in mente questo luogo comune anche grazie alla novella che è apparsa sull’ultimo numero della Gazette.”

Gastald scosse la testa, non aveva ancora avuto il giornale, e Fabrius, premuroso, glielo porse immediatamente, già aperto alla pagina giusta. Nel mezzo di essa, in grassetto, campeggiava un titolo. ‘La torre d’avorio’, cui sotto si poteva leggere più in piccolo: ‘Realtà o Mito? Un racconto di Florie Louise Atamis’ e già questo fatto, che fosse cioè scritto da una donna dal cognome orientaleggiante, lo intrigò.

“Non è molto lungo. Anzi, visto che la partita a scacchi è prematuramente terminata, sapete che vi dico? Leggetelo ora. Io, nel frattempo, faccio un salto a casa per cambiarmi, prendere qualcosa per far merenda più tardi (ho un salame che sapeste...) e poi tornare qua a prendervi per andare assieme a farci un giro sulla spiaggia. Che ne dite?” domandò Fabrius alzandosi e riponendo pezzi e scacchiere al loro posto. Su Gastald il mare, che non era che a un tiro di schioppo dal paese, esercitava un’attrazione irresistibile e di conseguenza accettò con entusiasmo la proposta dell’amico proponendogli di chiedere anche a Louise, la maestra del paese, di unirsi a loro.

“Perfetto, passo prima da lei allora. Adesso sono le tre. Diciamo che per un quarto alle quattro al più tardi sarò di ritorno con la signorina Louise. Voi intanto leggete e poi ci scambieremo le impressioni reciproche lungo il percorso. A più tardi” disse Fabrius prima di uscire di gran carriera dal campo visivo del dottore.

Gastald, salutato l’amico, dopo aver controllato che gli abiti che aveva indosso fossero adatti per la passeggiata, attaccò la lettura del racconto, immergendosi completamente nell’atmosfera evocata dalla scrittrice.

“Come avveniva ogni mattina da svariati anni Zacaria Mallius si levò dalla branda che fungeva da letto, si sciacquò il volto in un bacile d’acqua fredda e diede un’occhiata al cielo dalla piccola finestra che si apriva in alto nella sua stanza. Si trat-

tava in verità di una feritoia più che di una finestra vera e propria, un pertugio rettangolare appena più largo di un braccio, situato troppo in alto perché ci si potesse affacciare e dotato di un battente che si poteva manovrare tirando opportunamente una cordicella. L'anta si aprì dolcemente permettendo all'aria fresca di entrare per rimpiazzare quella appesantita della notte appena trascorsa. Una rondine, più sentita che vista in quel microscopico spicchio di cielo azzurro che poteva osservare, salutò il suo risveglio, ma a lui poco importava tanto grande era la smania di riprendere il suo lavoro. Del resto, soltanto una persona incaricata di una missione veramente speciale avrebbe accettato di vivere come un recluso in quelle due stanzette che costituivano una sorta di cella monacale.

Quanto tempo fosse trascorso da allora Zacaria non lo sapeva. All'inizio, e ne erano testimonianza i numerosi segni verticali allineati su una parete, aveva cercato di tener conto dello scorrere dei giorni come fanno i carcerati, ma, progressivamente, si era accorto che non aveva alcun senso: lui si trovava in quel luogo come premio per le sue superiori capacità, non certo per punire un chissà quale misfatto. La porta stessa di quella stanza che, assieme al piccolo bagno e ad un altro locale, costituiva il suo spazio vitale, non era chiusa a chiave. Se ne era avveduto il giorno in cui, per sbaglio, aveva sbattuto contro la maniglia e l'uscio si era aperto senza opporre alcuna resistenza. Subito aveva provveduto a richiudere la porta, quasi avesse paura di oltrepassare la soglia o che qualcuno dall'esterno potesse entrare nel suo mondo perfetto fatto di calcoli e astrazioni. Sì, perché Zacaria Mallius era un illustre matematico cui era stato dato il compito di trovare la soluzione di un problema che assillava i suoi colleghi da centinaia d'anni.

Ricordava ancora con emozione il momento nel quale il suo mentore, il senatore Valerio Lucius ormai sulla settantina, lo aveva chiamato nel suo studio dal pavimento decorato da mosaici usurati dal tempo e gli aveva annunciato che era stato scelto fra centinaia di studenti per proseguire ulteriormente gli studi.

“Mallius, la Matematica vi ha scelto tra una moltitudine di allievi provenienti dalle più lontane province dell'Impero per seguirla in un più arduo cammino” gli aveva detto quello, accompagnando ogni parola con un affannato respiro. “Lei comprenderà appieno la responsabilità che le affidiamo e la carriera che le stiamo schiudendo. Sono certo che non vorrà deludere noi e quella Scienza che indegnamente rappresentiamo” aveva concluso abbassando il capo, incoronato da capelli bianchi come la neve, facendogli così capire che il colloquio poteva dirsi concluso.

“Certamente” si era limitato a rispondere mettendosi quasi sull'attenti e in quell'avverbio c'erano tutta l'emozione e l'orgoglio che si erano appena impadroniti di lui. Uscito dallo studio, attraversato un lungo e silenzioso corridoio sul quale si affacciavano porte ermeticamente chiuse, aveva finalmente potuto dar sfogo alla sua felicità esultando come un qualunque giovanotto della sua età. Lei, dai capelli neri e lucenti come l'acqua sorgiva sul fondo di un pozzo, lo attendeva nell'atrio sorretto da colonne di stile ionico, ansiosa per l'esito di quel colloquio. Alla notizia si erano abbracciati, ebbri di gioia come solo due giovani sanno essere, ed anche se alcune lacrime le avevano rigato il viso nello scoprire che lui sarebbe dovuto partire per una lontana provincia, l'amore che le ardeva nel petto la sosteneva. Il destino le aveva riservato però un futuro assai diverso da quello che lei sperava. Nella scuola di perfezionamento, situata nella caotica capitale dell'Impero,

lui si era infatti distinto fra tutti per capacità e dedizione, risultando lo studente migliore degli ultimi dieci anni, il che lo aveva posto all'attenzione dei più illustri matematici del suo tempo. Una lettera con tanto di sigillo dell'Imperatore lo informò che era stato convocato davanti ad una commissione di importanti studiosi e lì fu messo di fronte alla scelta più alta: rinunciare alla vita comune per consacrarsi alla ricerca della soluzione di quel problema che ancor'oggi lo sfidava. L'Impero contava su di lui, gli era stato detto, da uomini dal volto austero, avvolti in candide toghe. Pieno com'era di richiami al dovere e sedotto dal fascino della gloria, non aveva avuto dubbi. Il suo assenso era stato deciso e, a quelli che gli chiedevano se non dovesse prima consigliarsi con qualcuno, aveva risposto che bastava a se stesso.

L'indomani, senza salutare nessuno, era partito per il capoluogo dove sorgeva la sua destinazione ultima, una torre a tronco di cono ricoperta da una pietra di color avorio ed eretta secoli prima, proprio nel cuore della città, per ospitare persone come lui, completamente dedite alla matematica. Lì, silenziosi servitori avrebbero soddisfatto i suoi bisogni non facendogli mai mancare nulla in modo che la sua mente, priva di preoccupazioni e distrazioni, potesse dedicarsi totalmente ai suoi studi. Ancor oggi gli si riempiva il petto di piacere pensando al coraggio che aveva avuto, alla determinazione che aveva mostrato nello scegliere quella strada eliminando dal suo cammino ogni altra cura. E se qualcuno avesse potuto spiarlo in perenne lotta con teorie sempre più complesse ed ardite, avrebbe potuto pensare che col tempo fosse diventato un uomo frustrato; in fondo, in tanti anni non era riuscito ad aggredire come avrebbe voluto il suo obiettivo, né l'Impero si era fatto vivo con lui per seguire i suoi progressi o sostenerlo con il suo incoraggiamento. I suoi lemmi avevano sì colmato i fossati che ostacolavano la soluzione del problema ed i suoi teoremi avevano certamente approntato macchine in grado di creare delle brecce nelle mura che la difendevano, ma l'affondo finale era lontano a venire. Ebbene, quel qualcuno si sarebbe sbagliato: con l'obiettivo ben fisso nella mente si comportava come quel generale che, cinta d'assedio una fortezza troppo ben difesa per essere assaltata d'impeto, decida di tagliarle tutti gli approvvigionamenti e le vie di fuga in modo che al momento opportuno cada senza combattere. Se anche ci fossero voluti decenni non gli importava: sapeva che quell'Impero, apparentemente dimentico del suo lavoro, non aspettava che lui per quel compito e lui non lo avrebbe deluso.

Anche quel giorno sarebbe dunque passato come tutti gli altri, con il capo chino su papiri srotolati e sulle pergamene o con il gesso, che mai mancava, a sbriciolarsi sulla lavagna sotto la pressione delle sue dita; sarebbe stato così se non si fosse verificato un banale contrattempo. Bisogna sapere che nella torre d'avorio i pranzi venivano serviti invariabilmente ad ore fissate: uno sportellino, posto nella parte inferiore della porta della cella, veniva aperto al momento dei pasti in modo da permettere il passaggio di un vassoio sul quale erano posati i piatti con le cibarie ed allo stesso modo gli occupanti della torre si liberavano dei loro rifiuti. I servitori, che erano assolutamente invisibili per gli ospiti della torre, prestavano molta attenzione a non fare nessun rumore in modo da non arrecare disturbo. Persino quando a giorni alterni dovevano provvedere alle pulizie di una delle due stanze, si facevano annunciare da un campanellino in modo da permettere all'occupante di non interrompere il suo lavoro rinchiudendosi nella stanza attigua. Del resto

era loro severamente vietato parlare con i matematici della torre, ogni comunicazione avvenendo in forma scritta e riguardando esclusivamente questioni inerenti il lavoro o richieste di materiale.

Quel giorno invece accadde che lo sportellino della cella di Zacaria, pur essendo regolarmente controllato, non volle aprirsi e il servitore incaricato di portare il pranzo, forzando esageratamente quell'anta, finì per aprire l'intera porta, cadendo rovinosamente all'interno della cella.

Zacaria, che non incontrava una persona da tempo immemorabile, restò alquanto turbato per l'ingresso inatteso e rimase indeciso sul da farsi. Il ragazzo, perché di questo si trattava, si rialzò prontamente da terra scuotendo il cibo che gli si era rovesciato addosso.

"Scusatemi, signore" balbettò con un curioso accento non appena ebbe completamente realizzato quel che gli era accaduto, cercando al contempo di pulire per terra. "Lo sportello era inceppato, ho tirato e spinto, la porta si è aperta. È successo tutto così in fretta! Che disastro" riprese mettendosi a piangere. Zacaria non vedeva l'ora che se ne andasse per riprendere il suo lavoro, ma nel vederlo immobile, troppo scosso per capire cosa avrebbe dovuto fare, decise di avvicinarsi.

"Suvvia, suvvia, non preoccupatevi" gli disse tra il paterno ed il formale, non sapendo bene che tono usare. "Ora ripulite, portatemi una nuova porzione e tutto andrà a posto" aggiunse, pensando invece che avrebbe fatto in modo che quell'incapace venisse scacciato. Il ragazzo si asciugò le lacrime in una manica della tunica, lasciando disegnata sul volto una striscia di sugo rosso. Avrà avuto sì e no quindici anni e tremava ancora come una foglia.

"Sedetevi un attimo" lo invitò Zacaria, pentendosi subito delle sue parole, perché il ragazzino, spostando la sedia, fece cadere alcuni fogli che planarono poco lontano.

"Scusate, sono proprio maldestro, li raccolgo subito" disse il giovane facendo per alzarsi, ma l'uomo lo fermò: aveva già fatto troppi disastri e non voleva che ne combinasse altri. Sfortunatamente però, alcuni di quegli scritti si erano irrimediabilmente macchiati, cadendo esattamente nella zona sporcata dal pranzo rovesciato. Zacaria avrebbe voluto piangere per la rabbia: non solo aveva perso tempo senza aver mangiato, ma vedeva pure distrutto il lavoro di qualche giorno.

"Andatevene!" urlò. "Subito!" aggiunse in preda ad una crisi isterica ed il ragazzo, raccolti alla bell'e meglio rifiuti e fogli, scomparve dalla porta. Mallius, restato solo, si mise veramente a piangere. Non aveva mai, da quando era nella torre, buttato al vento tante ore della sua vita, ore che magari, giunto alla fine dei suoi giorni, si sarebbero rivelate fondamentali per poter concludere il suo compito. Aveva i nervi tanto scossi che finì per crollare in un sonno senza sogni, denso e pesante come il mercurio. Un sibilo leggero lo risvegliò: lo aveva prodotto una pergamena, fatta passare sotto la porta dall'esterno. Guardò meglio e s'avvide che nel frattempo un altro foglio si era unito al primo e poi un altro ancora. Presili in mano constatò che su di essi erano stati ricopiati, nei minimi dettagli, i passaggi riportati sui fogli sporcati. 'Deve essere stato quel ragazzo' pensò rimettendosi a sedere. 'Chissà quali e quanti errori avrà introdotto' sbuffò mettendosi a controllare quelle equazioni, ma più scorreva le formule e più le riconosceva corrette così come le aveva vergate. Anzi, con immensa sorpresa, si accorse che l'anonima mano che le aveva ricopiate suggeriva ad un certo punto un cambiamento, avendo rilevato un errore di calcolo.

Era nel frattempo giunta la sera, lo sportello dal quale sarebbe arrivato il cibo doveva essere stato riparato (o per lo meno i rumori provenienti dall'esterno glielo avevano fatto pensare) ed in effetti, alla solita ora, l'anta si aprì ed una mano silenziosa spinse all'interno il vassoio e ad attenderla c'era Zacaria. In un attimo la porta si aprì, come già era accaduto a mezzogiorno, ma questa volta a tirarla a sé fu Mallius in persona. Il ragazzo ruzzolò come la prima volta, fissando atterrito l'occupante della stanza.

"Vi prego signore, non punitemi, non è colpa mia, ve lo giuro" disse coprendosi il volto con le mani.

"Lo so, perché sono stato io ad aprire la porta" rispose semplicemente il matematico. "Ora voglio che tu mi dica chi ha ricopiato le mie formule" gli intimò con durezza.

Il ragazzo lo guardò di nuovo con due occhi grandi e scuri, due perle nere che luccicavano in un limpido mare.

"Sono stato io" e parlò con una voce dolce, quasi femminile, che colpì profondamente Zacaria.

"Tu? Non ci credo! Se sei stato veramente tu, per quale ragione questo calcolo sarebbe sbagliato?" gli chiese sicuro di metterlo in croce. Il ragazzo si levò in piedi, tirò su con il naso, prese in mano il foglio e con grande semplicità spiegò all'uomo esattamente quello che non andava. Zacaria Mallius impallidì e per la prima volta osservò quello scricciolo d'uomo in modo diverso, non soltanto perché aveva trovato un errore nei suoi calcoli, ma perché nel correggerlo gli aveva fatto intravedere una strada di sviluppo della sua teoria totalmente diversa da quella che fino ad allora aveva seguito, una via che meritava d'essere percorsa.

"Siediti" gli disse e, avvicinata un'altra sedia al tavolo, prese a spiegargli quel che stava facendo. Dopo mezz'ora gli comunicò che poteva andarsene, ma di tornare l'indomani senza dir nulla a nessuno del loro incontro. Non gli importava che lo avesse capito nelle sue spiegazioni, gli interessava soltanto che lo stesse a sentire. Il ragazzo, che si era limitato ad ascoltare quel che il matematico gli stava dicendo, non rispose ed uscì dalla stanza, ma il giorno dopo tornò al tacito appuntamento ed ascoltò le proposizioni che Zacaria Mallius gli sottoponeva; lo fece quel giorno ed il giorno dopo ed il giorno dopo ancora. Passarono gli anni ed ormai per Zacaria quel momento era diventato il culmine della giornata, l'istante nel quale avrebbe mostrato i passi avanti che aveva fatto o motivato i ripensamenti ed i cambiamenti che aveva dovuto intraprendere o semplicemente avrebbe esposto le sue riflessioni.

Fu dunque una dolorosa sorpresa quando una sera, lasciata socchiusa la porta come d'abitudine per l'ingresso del ragazzo, ormai fattosi uomo, quello non giunse. E non venne neppure nei giorni seguenti, sostituito da un altro servitore. E con il passare del tempo la porta venne nuovamente rinchiusa ed il cibo passato solo attraverso l'anta che serviva allo scopo. Zacaria Mallius non poteva soffrire, non doveva soffrire, troppo alto era lo scopo che si era dato, anche se l'assenza del serale ascoltatore gli pesava. Così, esattamente come aveva fatto con la donna dai capelli neri che lo aveva invano aspettato nella sala dalle colonne ioniche molti decenni prima, decise di dimenticarsi del ragazzo che silenziosamente lo aveva a lungo visitato.

Passarono gli anni e per Zacaria la vita riprese a scorrere regolata dalle ferree leggi della torre. Ciò nonostante, ogni tanto, avvicinandosi il momento della cena, si accorgeva di tendere più del necessario l'orecchio nella speranza di sentir risuonare di nuovo sui pavimenti di pietra della torre il passo di quel giovane uomo. E fu proprio in occasione di uno di quei momenti che percepì delle voci provenire dal corridoio. Incuriosito da quella stranezza, avvicinò l'orecchio all'uscio e poté udire distintamente due servitori che discorrevano a bassa voce, convinti di non essere ascoltati.

“Hai visto? Uno che serviva un tempo come noi è entrato infine tra gli ospiti della torre” diceva uno all'altro.

“Chi era? Ah, ho capito. Lo ricordo bene, aveva due occhi che ti inchiodavano quando ti guardava. Era entrato a servire ch'era un ragazzino. Pensa che si racconta che si fermasse ad ascoltare quello della stanza 31416 e che lì abbia scoperto la sua passione per la matematica” rispondeva l'altro.

“Veramente? Poveraccio, che brutta fine. Chiuso per sempre in questo sepolcro. Diverrà anche lui come tutti gli altri! E dove sta?” ribatté l'altro.

“Nella 27183 che si è liberata da poco” e dopo questa frase non poté più udire nient'altro perché i due uomini si allontanarono.

Zacaria Mallius avrebbe dovuto essere orgoglioso di se stesso perché, non c'era dubbio, l'uomo del quale parlavano era proprio il ragazzo che per tanti anni lo aveva ascoltato e che ora, anche grazie ai suoi insegnamenti, non solo aveva deciso di studiare la matematica, ma era stato ritenuto degno dell'onore di entrare nella torre d'avorio. Eppure non lo era, neppure un poco. Cosa volevano dire quei due dicendo che aveva fatto una brutta fine? In che senso sarebbe diventato come gli altri? Una facile risposta era quella di dire che sarebbe diventato un matematico di prima grandezza come tutti quelli che si trovavano nella torre, ma Zacaria aveva sentito nella loro voce un tono di biasimo e di dispiacere. Forse che lui non era un uomo degno di ogni rispetto? Forse che non aveva sacrificato tutto per la sua gente, per degli studi che sarebbero serviti immensamente all'Impero, come gli avevano detto prima di accompagnarlo nella torre? Per la prima volta gli occhi tristi di una donna dai neri capelli emersero dalla sua memoria e lo fissarono con rammarico misto a dolcezza. Cercò di scacciarli, ma ad essi si sostituirono quelli limpidi di un giovincello che aveva avuto la sventura di rovesciare un vassoio nella sua stanza e gli venne in mente il termine sventura e non fortuna, come sarebbe accaduto qualche tempo prima. ‘Che disastro’ si disse, ‘ho condotto un'altra anima a morire in questa torre inseguendo un sogno che a nessuno interessa’ e, seduto con la testa fra le mani, si mise a piangere amaramente. Fu un numero, 27183, che lo scosse. Ma certo, era ancora in tempo per salvarlo! Non doveva far altro che trovarlo e convincerlo ad abbandonare il compito che gli era stato affidato.

La porta della sua cella si aprì docilmente e per la prima volta da quando era entrato in quel luogo Zacaria si ritrovò in corridoio. Sull'uscio, ormai alle sue spalle, una targa con sopra scritto 31416 ricordava a tutti il numero della stanza. Fatti pochi passi in salita, il corridoio era infatti leggermente pendente, notò che la cella successiva riportava il numero 31417, doveva quindi andare nella direzione opposta. La torre aveva uno sviluppo elicoidale e per arrivare alla 27183 calcolò che avrebbe dovuto percorrere un considerevole cammino, ma nulla lo spaventava vi-

sto che ora il suo scopo era quello di salvare una persona. Camminò per tutta la notte senza mai fermarsi e senza incontrare nessuno per quel monotono corridoio. Le porte si succedevano tutte uguali se non per il numero che progressivamente diminuiva. 'Nascondevano tutte stanze occupate da qualcuno o alcune erano vuote o dedicate alla servitù?' si chiese approfittando di una pausa per riflettere, ma subito scacciò l'interrogativo e riprese il cammino. Finalmente, quando i piedi cominciavano a dolergli ed i primi accenni di crampi lo perseguitavano, si ritrovò di fronte alla cella 27183. Il cuore batteva tanto forte che sembrava volesse uscire dal petto. Chi avrebbe trovato dietro quella porta? Il ragazzo disposto ad ascoltarlo come tanti anni prima o un uomo reso schiavo di una missione che lo aveva totalmente assorbito? Non poteva saperlo se non spingendo l'uscio, e così fece.

Il battente ruotò lentamente sui cardini e Zacaria Mallius entrò in una stanza che non aveva nulla a che vedere con la sua: da una vetrata, che ricopriva l'intera parete rivolta all'esterno, il cerchio del sole, seppur basso sull'orizzonte, proiettava i suoi caldi raggi. Zacaria a causa della luce diretta dovette riparare gli occhi con una mano per riuscire a vedere e solo allora si rese conto che una figura, in controluce, era in piedi davanti alla vetrata. Stava guardando fuori, forse ammirata dallo spettacolo del sorgere del nostro astro.

"Zacaria, sii il benvenuto" gli disse senza voltarsi. "Vieni avanti per goderti questo miracolo!" e a quell'invito Zacaria Mallius avanzò sapendo chi gli stava parlando. Aveva riconosciuto infatti subito la voce di quel ragazzo che tanti anni prima era entrato nella sua stanza. Il sole si era ormai levato al di sopra della linea dell'orizzonte e illuminava la città che si stendeva ai piedi della torre. Dovevano essere molto in alto perché si riusciva ad avvertire la rotondità del pianeta. Mallius era, per la prima volta da tempo, confuso, ma riuscì comunque a parlare:

"Devi andartene da qui. Non ridurti come me, rinuncia all'incarico che ti è stato affidato finché sei in tempo. L'Impero..."

L'uomo si volse verso di lui sorridendo.

"Caro Zacaria, l'Impero non esiste più da diversi anni. Si è sgretolato sotto il suo stesso peso quando genti nuove sono penetrate nei suoi confini" gli disse senza muoversi. Mallius non riusciva a credere a quelle parole.

"Siediti, ti prego e ti spiegherò tutto" e, fatto accomodare Zacaria, gli raccontò quello che era successo in quegli anni, delle battaglie che erano state combattute spargendo fiumi di sangue, di come alla fine le frontiere fossero state travolte e la capitale stessa fosse stata saccheggiata e di come infine le nuove genti si fossero con il tempo fuse con le vecchie prendendo il meglio delle une e delle altre.

"Sai, in questa torre ci sono già stato. No, non solo quando venivo ad ascoltarti, ma molto tempo dopo quando venni incaricato di dimostrare se una certa congettura fosse vera o falsa. Ci riuscii tra lo stupore generale in pochi giorni e divenni tanto famoso nel mondo conosciuto da salire rapidamente ai vertici del consenso dei matematici finché non divenni il responsabile della torre d'avorio. La salvai dal crollo della civiltà che l'aveva voluta, facendo in modo che nessuno degli occupanti si accorgesse di quel che stava avvenendo fuori fino a quando il mondo non avesse trovato un nuovo equilibrio" spiegò con semplicità.

"Ed è in questa stanza dove vivi?" chiese con esitazione Zacaria.

"No, io non abito in questo edificio" rispose senza esitazioni il suo interlocutore.

“Ma come, io ho sentito...” disse Zacaria balbettando, ma l'uomo lo interruppe:

“Tu hai sentito quello che io volevo che tu sentissi. Ho ordinato io ai quei due inservienti di parlare vicino alla tua porta ben sapendo che avresti potuto origliare. La sera di ieri era già la terza nella quale ripetevano quei discorsi. Vedi Zacaria, volevo sapere se tu avresti avuto il coraggio di abbandonare la tua cella, la tua casa, per venire da me ed ho avuto la risposta che cercavo.”

Zacaria si alzò per rimettersi subito a sedere. Non sapeva né cosa dire, né cosa fare.

“Fuori dalla torre il mondo è molto cambiato, tante certezze sono svanite, la lingua che univa i popoli sta scomparendo ed il futuro appare più incerto e proprio per questo la gente ha bisogno di te, dei matematici che l'Impero, nella sua pomposa cecità, ha finito per rinchiudere in questa torre. Problemi nuovi e stimolanti non aspettano che le vostre intelligenze se solo avrete il coraggio di uscire da questo luogo protetto” concluse affacciandosi nuovamente verso l'esterno. Zacaria lo aveva ascoltato silenzioso, come aveva fatto il suo interlocutore quando lui gli parlava delle sue teorie.

“Quello che mi hai detto mi ha molto rattristato. Tutto ciò che conoscevo ed in cui credevo non esiste più. Una vita di dedizione e lavoro completamente sprecata. Come posso esserti d'aiuto?” gli disse con una profonda tristezza nel cuore mentre il suo pensiero andava al passato. Curiosamente, non erano però i viali ornati da templi bianchi come l'avorio o le statue colossali di divinità o la baldanza dei legionari che si percuotevano lo scudo con il gladio ad apparirgli nitidamente, ma una donna sola in mezzo ad una stanza che, muta, gli ricordava quanto lui avrebbe potuto essere felice se l'avesse scelta. E la disperazione si impadronì del suo animo perché gli parve allora che con il suo mondo lui stesso era andato perduto.

L'uomo che gli era accanto, comprese il suo stato, gli si pose davanti e gli appoggiò le mani sulle spalle.

“Zacaria, guardami, ti prego, non tutto è perduto” gli disse con voce calma e serena. “Credevi nella Matematica e nelle sue potenzialità ed implicitamente credevi quindi nell'uomo, nella sua capacità di migliorare il mondo. Ebbene tutto questo c'è ancora. È scomparsa un'istituzione che tutti, sbagliando, pensavano immortale, ma solo il nostro spirito lo è. D'altra parte, anche questa torre non è stata concepita nella forma attuale. Fu sì edificata per raccogliere le migliori menti matematiche del mondo conosciuto, ma era completamente ricoperta di vetrate come questa, che permettessero alla luce del mondo esterno di entrare e riflettesse su di esso scintillanti fantasie, quasi a significare come la Matematica sia aperta alle sollecitazioni del mondo e restituisca a quello meravigliose costruzioni. Non vi erano limiti d'accesso e chiunque lo desiderasse poteva entrare nell'edificio e chiedere di discutere i suoi problemi. Con il passare degli anni ed il divenire sempre più incerto della situazione i vari Imperatori decisero di fortificare la torre, impedendo il libero accesso, e di ricoprirla la superficie esterna con la pietra color avorio per renderla meno appariscente ed invitante per le razzie di quelli che chiamavamo barbari. In questo modo però ne decretarono l'isolamento. I problemi affrontati dai suoi occupanti, seppur stimolanti e di primissimo piano nel loro settore, venivano avvertiti come alieni dalla gente comune e dopo neppure un secolo, persino nella città dove la torre sorge, si era perso il senso vero di questo

monumento” spiegò l’uomo guardando le loro immagini riflesse nella vetrata verso la quale si erano ora voltati.

“Aiutami a riportare la torre al suo compito originario, questo ti chiedo. Contagia con l’entusiasmo che dimostrasti a me da giovane più persone possibili all’interno ed all’esterno della torre. Te la senti di lasciar germogliare i numeri che hai nel cuore e di lasciarli fiorire in modo che la gente ritrovi la bellezza per la matematica e non la veda come un’inutile torre volta a sfidare il cielo?” chiese a Zacaria con quella stessa dolcezza che aveva da ragazzino.

Zacaria non rispose subito. Abbandonare la sua cella, il suo mondo con un solo problema, la sua lavagna con i gessi sempre presenti per gettarsi in un mondo che nel frattempo era completamente mutato? Pura follia avrebbe risposto solo il giorno prima, ma non oggi. Ed anche la donna dai capelli corvini parve per un attimo sorridergli nella mente ed incitarlo ad andare, senza remore, perché sapeva che c’era in lui un amore più forte di quello che può legare un uomo ed una donna.

“Vedo che l’Impero, o comunque tu lo voglia chiamare, ha di nuovo bisogno di me e mi ha posto un nuovo problema. Accetto! Quando si comincia?” domandò ed i due uomini si strinsero in un abbraccio fraterno illuminati dal sole ormai alto nel cielo.”

Gastald non aveva sollevato neppure per un secondo gli occhi dalla Gazette tanto il racconto lo aveva preso e solo allora si accorse che due persone lo stavano silenziosamente fissando a pochi passi da lui. Si trattava di Louise e Fabrius che erano arrivati da qualche minuto e non avevano voluto disturbarlo. Si alzò di scatto per la sorpresa, finendo per rovesciare la sedia dove era seduto, felice che i suoi due amici fossero lì.

“Vedo che il racconto vi ha catturato” disse Fabrius risolvendo la seggiola da terra.

“Di cosa state parlando?” domandò incuriosita Louise ed il dottore le porse la Gazette. “L’ho letto anch’io e devo dirvi che mi ha lasciata un poco meravigliata perché...”, ma Fabrius la interruppe.

“Fermi tutti! Scusatemi signorina se intervengo, ma propongo a voi ed al dottore di discutere della novella e di quel che avete pensato leggendola, mentre andiamo al mare, alla moda dei peripatetici, o finiremo per far troppo tardi” esclamò ridendo e gli altri due, scambiatisi con gli occhi un sorriso, risposero all’unisono:

“Agli ordini, mon capitain!” e mai passeggiata si dimostrò più animata ed interessante di quella.

# Introduzione

## Matematici, perché?

Nel film *Signorina Effe* di Wilma Labate, uscito nelle sale agli inizi del 2008, la protagonista, interpretata da Valeria Solarino, è una studentessa di matematica che si sta laureando al Politecnico di Torino. Sono gli anni Ottanta, gli anni della marcia dei 40.000, impiegati e dirigenti della FIAT, che si oppongono al lungo sciopero degli operai. Sarà la sconfitta dei sindacati dei metalmeccanici alla FIAT, malgrado la famosa visita di Enrico Berlinguer, allora segretario del Partito Comunista Italiano. Una ragazza colta, piena di interessi, sensibile la protagonista, che vuole cambiare il mondo in cui vive. Hanno pensato gli sceneggiatori che doveva essere una studentessa di matematica. Giustamente, verrebbe da dire.

Stessa scelta era stata fatta anni fa, nel 2003, in un altro film *La meglio gioventù* di Marco Tullio Giordana, per una delle protagoniste del film, una ragazza piena di entusiasmo, piena di vita, che corre a Firenze a dare una mano dopo la grande alluvione del 1966. Studentessa di matematica, appassionata di musica, idealista, desiderosa di cambiare. Che poi delusa finirà con il diventare una brigatista rossa.

Delle scelte di vita in cui il primo pensiero non è certo quello di ottenere dei risultati economici e dei privilegi, ma piuttosto di correre dietro a una passione, a un entusiasmo che domina su tutto.

Se mi è consentito un piccolo ricordo personale, quando nel 1981 partecipai alla grande rassegna di cinema dell'*Estate Romana* nell'area archeologica di Massenzio con il mio breve film *Bolle di sapone*, non c'era molta gente a vederlo. E qualche giorno dopo ebbi dei garbati, ma fermi rimproveri da colleghi che mi dissero che un matematico, un professore universitario non partecipa a cose del genere!

Certo i tempi sono cambiati, sono passati 27 anni da allora. Nel bene e nel male. Si parla molto di più di matematici e di matematica ai giorni nostri, non sempre a proposito, molte volte a sproposito. Lo spettacolo sta alle volte prendendo il sopravvento su tutto.

Questi volumi sono iniziati con la grande ambizione di dire una parola importante sui rapporti tra la matematica e la cultura, e nello stesso tempo essere dei libri interessanti e divertenti da leggere.

Credo che ci siamo riusciti. Grazie all'aiuto di tanti.

Tra i quali quello di Fausto Saleri al cui ricordo questo volume è dedicato.

E sempre a lui è dedicato il breve film in DVD realizzato durante il convegno del 2007 che si può richiedere alla seguente email: *emmer@mat.uniroma1.it*.

Se sarà possibile, con il ricavato vorremmo istituire una borsa di studio a lui dedicata.

MICHELE EMMER

# Indice

## matematica e letteratura

- L'ultimo Teorema di Fermat. Mettere in scena la matematica  
*Simon Singh*..... 3

## matematica e culture

- I *Quipu* e la geometria dello spazio sacro presso gli Inca  
*Giulio Magli*..... 9
- L'infinito attraverso il gioco dei numeri:  
geometria e numeri nel giardino islamico  
*Nausikaa Mandana Rahmati* ..... 19

## vite di matematici

- L'autobiografia riluttante di G.H. Hardy  
*Marco Abate*..... 37
- Suggerimenti di Archimede nella poesia latina  
e nelle ricerche scientifiche moderne  
*Mario Geymonat*..... 49
- Il re dello spazio infinito  
*Siobhan Roberts*..... 61

## matematica e arte

- Il mio lavoro, le ragioni del materiale  
*Emanuela Fiorelli* ..... 83
- Laboratorio di idee in movimento.  
Sculture vive di Santiago Calatrava  
*Antonino Saggio* ..... 97
- Il Mazzocchio da Paolo Uccello a Lucio Saffaro  
*Michele Emmer* ..... 111
- Lo studiolo virtuale di Urbino  
*Roberto Mantovani, Francesco Serafini* ..... 127

## matematica e applicazioni

- Mettete gli stivali: arriva l'acqua alta  
*Elio Canestrelli* ..... 141

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Aritmetica per la Costituzione: la ripartizione dei seggi al Senato<br><i>Marco Li Calzi</i> .....            | 151 |
| Modelli matematici in azione: il caso di una banca centrale<br><i>Stefano Siviero, Daniele Terlizze</i> ..... | 163 |
| Sistemi a particelle<br><i>Gian Marco Todesco</i> .....                                                       | 179 |

### **matematica e cinema**

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dall'Astrattismo all'astratto<br><i>Carlo Montanaro</i> .....                                                                                        | 193 |
| A proposito della genesi del film <i>La lettre scellée du soldat Doblin</i><br>e di alcuni casi non quantificabili<br><i>Jürgen Ellinghaus</i> ..... | 199 |

### **matematica, estetica e poesia**

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Alcune osservazioni intorno all'estetica,<br>lo stile e la visibilità nella matematica<br><i>Nathalie Sinclair, David Pimm</i> ..... | 213 |
| Matematica e poesia<br><i>Paolo Maroscia</i> .....                                                                                   | 227 |

### **matematica e investigazione**

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Crimini e misfatti matematici<br><i>Michele Emmer</i> .....                | 245 |
| La storia di Arne Beurling<br><i>Kjell-Ove Widman, Bengt Beckman</i> ..... | 261 |
| Matematica e romanzi gialli<br><i>Catherine Shaw</i> .....                 | 269 |

### **matematica e spazio**

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| La forma dello spazio: imparare facendo<br><i>Jeff Weeks</i> .....                         | 279 |
| Architettura e Cosmologia: percezioni del cielo sulla terra<br><i>Daniela Bertol</i> ..... | 285 |

### **matematica e simboli**

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I segni della matematica: le origini della moderna simbologia<br><i>Maria Linda Falcidieno, Saverio Giulini, Massimo Malagugini</i> ..... | 297 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

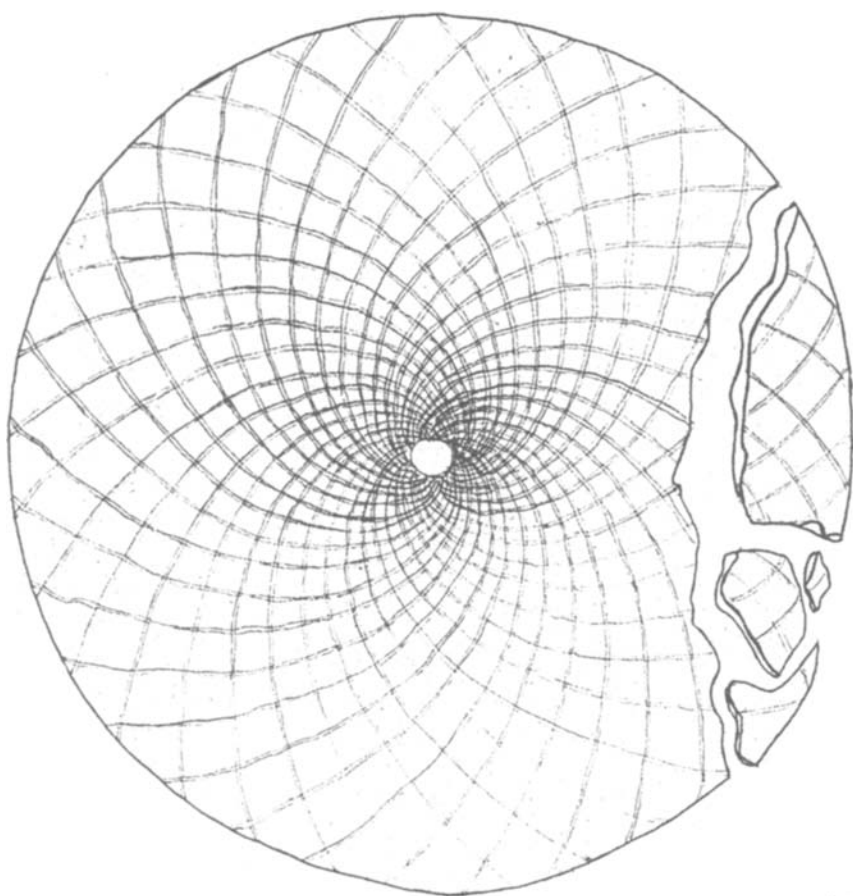
### **matematica e bolle di sapone**

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Bolle di sapone: un lungo viaggio<br><i>Michele Emmer</i> ..... | 317 |
| Bubble Shadows (Ombre di Bolle)<br><i>Brad Miller</i> .....     | 323 |

### **omaggio a Hugo Pratt**

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Venezia nei luoghi di Hugo Pratt<br><i>Luciano Menetto</i> ..... | 335 |
|------------------------------------------------------------------|-----|

# matematica e letteratura



MYE

# L'ultimo Teorema di Fermat.

## Mettere in scena la matematica

SIMON SINGH

Nel 1995 il Professor Andrew Wiles della Princeton University è finalmente riuscito a dimostrare l'ultimo *Teorema di Fermat*. Tutta la stampa popolare l'aveva considerata la dimostrazione del secolo, in grado di risolvere il più famigerato problema della storia della matematica. Il Dipartimento scientifico della BBC a Londra produce regolarmente una serie di documentari scientifici intitolata *Horizon*. In essa vengono affrontati argomenti che spaziano dall'ambiente alla medicina, dall'evoluzione all'astronomia, ma raramente vengono trattate questioni come la matematica. Alla fine, però, anche la matematica ha avuto la sua storia da raccontare.

Nel 1996, assieme a John Lynch, un direttore di produzione della BBC, ho diretto e prodotto un documentario sulla dimostrazione di Andrew Wiles dell'ultimo Teorema di Fermat. Ha ottenuto 1,8 milioni di telespettatori alla prima messa in onda e da allora è stato trasmesso in tutto il mondo, Stati Uniti compresi, dove è stato incluso nella serie NOVA della PBS con il titolo di *The Proof* – La dimostrazione. Inoltre, il documentario ha vinto un premio BAFTA come miglior documentario dell'anno del Regno Unito e ha ricevuto una candidatura al premio americano Emmy.

Una delle parti più importanti, che da sola giustifica parzialmente il successo del documentario, è la sequenza iniziale. In questo breve intervento esaminerò l'apertura del documentario e cercherò di illustrare i processi mentali che l'hanno ispirata e le modalità in cui è stata realizzata.

### La sequenza iniziale

Dopo i titoli di testa di *Horizon* e la sigla musicale, il programma si apre con le immagini di diverse sagome scure all'interno di una stanza misteriosa, mentre Andrew Wiles spiega che la ricerca matematica è molto simile all'esplorazione di una casa buia.

Questa sequenza è seguita dalle immagini di Andrew Wiles che lavora alla sua scrivania, mentre la sua voce in sottofondo illustra il momento decisivo, quando ha improvvisamente compreso di essere giunto alla dimostrazione dell'ultimo Teorema di Fermat. Infine, Wiles parla direttamente alla macchina da presa e completa la narrazione della sua scoperta matematica. Il racconto di come è giunto alla scoperta è così emozionante che il professore ha un momento di esitazione, non è in grado di proseguire e si scosta dall'inquadratura.

Questa sequenza iniziale ha una durata di 2 minuti e 20 secondi.



## Le ricerche prima delle riprese

Prima di procedere alle riprese, abbiamo dedicato tre mesi alle ricerche sulla storia dell'ultimo Teorema di Fermat e all'analisi dei fatti che hanno portato alla dimostrazione di Wiles. Ci sono stati colloqui con molti matematici impegnati in quest'area di ricerca ed è stato raccolto molto materiale sulla questione, dal libro "L'ultimo problema" di E.T. Bell a notizie recenti apparse sulla stampa.

In sostanza, nel diciassettesimo secolo, il matematico Pierre de Fermat sostenne di avere trovato la dimostrazione del fatto che una particolare equazione non ha soluzioni intere. Egli non la scrisse, ma si limitò a lasciare una provocante nota a margine, nella quale diceva di disporre di tale dimostrazione. Tre secoli dopo, nessuno aveva ancora riscoperto la dimostrazione di Fermat e la comunità matematica aveva perso le speranze di riuscire a trovarla; ma all'età di dieci anni, Andrew Wiles si impose l'obiettivo di riscoprire la dimostrazione di Fermat. Nel 1986, quando era già professore a Princeton, si rese conto di poter essere in grado di dimostrare l'ultimo Teorema di Fermat affrontando un problema noto come *Congettura di Taniyama-Shimura*. Ci sono voluti sette anni di lavoro in gran segreto per completare la dimostrazione ma si accorse di aver commesso un errore. La fama e la gloria internazionale si trasformarono improvvisamente in un'umiliazione pubblica. Per fortuna, nel 1995 riuscì a sistemare la sua dimostrazione e, alla fine, riuscì a espugnare l'ultimo Teorema di Fermat.

Prima di procedere alle riprese, avevamo definito una bozza dell'intero programma, sulla base delle nostre ricerche. Oggi mi è difficile ricordare i contenuti e la forma di quella bozza, poiché dopo le riprese fu subito gettata via. All'inizio delle procedure di post produzione, non importava più cosa speravamo o ci aspettavamo che dicessero gli intervistati; quello che contava era piuttosto ciò che essi avevano effettivamente detto davanti alla macchina da presa. In altre parole, il documentario è stato completamente reinventato durante le sei settimane di post produzione effettuate sulla base del materiale a nostra disposizione.

## La storia della villa al buio

La sequenza iniziale del film aveva una funzione cruciale, perché entro i primi minuti gli spettatori decidono se hanno intenzione di guardare l'intero programma o cambiare canale. L'apertura era doppiamente importante perché si trattava di un programma sulla matematica, e di per sé non è un argomento che crea interesse spontaneo nella maggior parte degli spettatori.

Nel corso delle nostre interviste, Wiles aveva cercato di darci un'idea di cosa volesse dire essere un matematico:

Entri nella prima stanza della villa e la trovi completamente buia. Per cui inciampi improvvisamente nella mobilia, ma pian piano finisci per imparare dove si trovano gli oggetti. Infine, dopo circa sei mesi, scopri dove si trova l'interruttore della luce, lo accendi e improvvisamente si illumina tutto. E puoi vedere esattamente dove ti trovi. Quindi ti sposti nella stanza seguente e passi altri sei me-

si al buio. Pertanto, ognuna di tali scoperte (anche se alle volte esse sono temporanee, potendo durare un giorno o due) non è nient'altro che il risultato – e non potrebbe esistere senza – di molti mesi di vita difficile al buio che la precede.

Ci sembrava questo il modo ideale per aprire il documentario, poiché rendeva il senso generale di una ricerca senza concentrarsi sul tipo di equazioni e immagini che avrebbero potuto scoraggiare i potenziali spettatori. Questa apertura era anche un tentativo di proporre i matematici come degli esploratori che si avventurano in un territorio sconosciuto, scoprendo nuove idee nelle regioni inesplorate dell'universo matematico.

Il tipo di immagini utilizzate in questa sequenza (ombre e sagome scure) si è rivelato utile anche nel resto del documentario, dove l'abbiamo usato per indicare i periodi della ricerca di Wiles in cui il matematico si è trovato a inciampare nel buio intellettuale, nel tentativo di trovare una nuova intuizione.

## **“Il momento più importante della mia vita professionale”**

La sequenza della residenza al buio si conclude con uno stacco su una scena che mostra Wiles al lavoro alla sua scrivania. Si tratta di una scrivania caotica con pile di documenti sul punto di rovesciarsi. Sullo sfondo, la voce di Wiles ci racconta:

All'inizio di settembre ero seduto qui alla mia scrivania, quando all'improvviso, in maniera totalmente inaspettata, ho avuto questa incredibile rivelazione.

Quindi passiamo alle immagini di Wiles che parla alla macchina da presa. La frase che sta pronunciando suscita in lui una tale emozione che non gli consente di concluderla:

È stato il momento – il momento più importante della mia vita professionale. Nulla che sarò ancora in grado di fare potrà... Scusatemi.

Il motivo della sua reazione sta nel fatto che, mentre pronunciava queste parole, Wiles si trovava seduto alla scrivania sulla quale aveva lavorato per risolvere un problema che l'aveva ossessionato per decenni, rammentando il momento in cui aveva finalmente realizzato il suo sogno, ottenendo la dimostrazione dell'ultimo Teorema di Fermat. In ogni caso, è davvero notevole che Wiles abbia mostrato tanta emozione, dato che di solito è uno studioso piuttosto riservato, e in quell'occasione si trovava davanti a una macchina da presa, circondato da circa mezza dozzina di persone, compresi l'assistente di produzione, il fonico e il tecnico luci. Dunque, per quale ragione Wiles si è dimostrato così emotivo in una situazione del genere?

Innanzitutto, a quel punto delle riprese l'intera squadra aveva trascorso quasi cinque giorni con Wiles. Ogni mattina venivano realizzate delle riprese di lui e nel pomeriggio si svolgevano le registrazioni delle interviste. Si poté quindi rendere conto che eravamo interessati a lui e alla sua storia e, durante le pause per il caffè



o per il pranzo, i membri della troupe gli facevano delle domande generiche, per esempio sulle sue ricerche attuali o su come era stato capace di mantenere segreto il suo lavoro per così tanti anni.

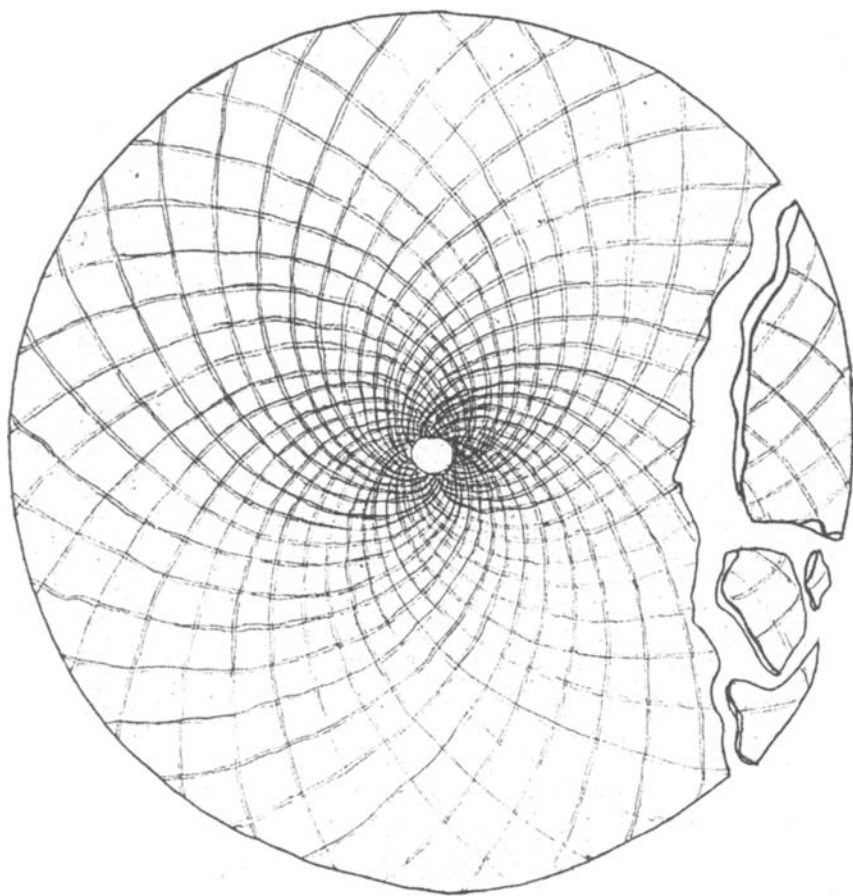
Questo livello di comprensione umana è stato indispensabile per permettere al nostro cameraman, Joe Vitagliano, di catturare il momento dell'esitazione di Wiles. Prima dell'intervista avevamo probabilmente concordato di realizzare una ripresa abbastanza standard di Wiles dal busto in su, ma Joe ha percepito che il livello emotivo stava crescendo e che la scena avrebbe avuto un maggiore impatto se la ripresa si fosse concentrata solo sul viso di Wiles. Di solito, però, lo zoom è una tecnica che non viene utilizzata nei film, poiché non rientra tra le modalità in cui gli umani vedono le cose – se sposto la mia visione dal muro intero all'orologio appeso al muro, non sto facendo uno zoom sull'orologio, ma piuttosto faccio un salto (o uno stacco) dal muro intero all'orologio. Sfortunatamente, in questo caso, l'unica possibilità di cui Joe disponeva era zoomare su Wiles mentre parlava, ma è riuscito a farlo in maniera così impercettibile da non dare l'impressione alla maggioranza degli spettatori che una zoomata era effettivamente in corso. Innanzitutto, ha cominciato lo zoom durante una pausa tra le parole di Wiles; poi la zoomata è proseguita molto lentamente; infine, l'operatore ha fermato lo zoom durante un'altra pausa e prima che Wiles fosse sopraffatto dall'emozione.

## Un'immagine vale mille parole

Poco tempo dopo la produzione di questo film con John Lynch, ho scritto un libro sul tema dell'ultimo Teorema di Fermat. Sono certamente molto orgoglioso del mio libro, ma mi è stato impossibile comunicare nei miei scritti l'emozione trasmessa nella sequenza di apertura di questo documentario. Spesso si dice che un'immagine vale mille parole, ma con 25 fotogrammi al secondo e con una durata di 140 secondi, si può dire che questa sequenza di apertura vale ben oltre un milione di parole. Sono infinitamente grato al professor Wiles e agli altri matematici che hanno contribuito in maniera così eloquente al film e che ci hanno permesso di raccontare la loro storia.



# matematica e culture



MYE

# I Quipu e la geometria dello spazio sacro presso gli Inca

GIULIO MAGLI

## La civiltà degli Inca

Spesso nello studio delle conoscenze delle antiche civiltà ci si imbatte in un complesso e affascinante problema. Ci si rende infatti conto che è impossibile - oltre che insensato - cercare di districare ciò che noi intendiamo come "scienza", dal pensiero religioso e simbolico da una parte, e dalle strutture e sovrastrutture che su esso fondavano il proprio potere, dall'altra [1]. Questo, tuttavia, non significa affatto che gli antichi affrontassero i problemi in modo meno serio del nostro. L'esempio più noto è senza dubbio quello dei Maya: le loro conoscenze astronomiche non avevano infatti nulla da invidiare a quelle dei Greci (per esempio, la loro stima della durata del ciclo delle fasi lunari era più accurata di quella di Tolomeo), ma lo studio dei fenomeni celesti era indissolubilmente legato alla religione e alla gestione del potere, tanto che spesso si afferma (sbagliando, ovviamente) che erano "astrologi e non astronomi" [2]. Di fatto, è quindi necessario rinunciare ai nostri schemi mentali e tentare di immergersi nella mentalità di persone che avevano una visione della natura completamente diversa dalla nostra. Il caso in cui, forse, questa operazione è in assoluto la più difficile, ma anche, proprio per questo, affascinante, è quello degli Inca.

La storia della civiltà nel continente sud-americano è lunga e complessa [3] e l'impero degli Inca costituisce soltanto l'ultimissima fase di questa storia millenaria. Le prime notizie certe sugli Inca risalgono infatti al 1200 quando questa bellicosa tribù (di cui non sappiamo il nome, perchè la denominazione "Inca" poi adottata dagli Spagnoli era in realtà solo l'appellativo del sovrano) originaria dell'altopiano di Cusco, nell'odierno Perù, cominciò pian piano a estendere il proprio territorio. Nell'arco di meno di due secoli il loro dominio arrivò a costituire un enorme impero, che comprendeva tutti i territori dell'America sud-occidentale, che oggi si estendono dalla Colombia all'Argentina. Fu a questo impero che le poche centinaia di Spagnoli del conquistatore Pizarro si trovarono davanti quando misero piede in Perù nel 1532. Anche se è difficile da credere, a meno di un anno di distanza il più grande stato dell'America precolombiana non esisteva già più, e iniziava una distruzione meticolosa e sistematica della cultura, della religione e delle tradizioni degli Inca. Di conseguenza, la maggior parte delle nostre



conoscenze sulla civiltà Inca provengono da fonti indirette, spesso confuse o comunque “di parte”: le *cronache* scritte in Spagnolo dopo la conquista. Tuttavia, naturalmente, degli Inca ci parlano innanzi tutto le loro stesse opere. Essi furono, infatti, costruttori formidabili. Erano, per esempio, maestri nelle opere idrauliche e di terrazzamento, che permettevano un’agricoltura efficiente e molto produttiva, e nella costruzione di strade, che attraversavano l’impero per migliaia di chilometri seguendo due direttrici principali, una lungo la costa e una in quota (gli animali da soma andini, i lama, non sono adatti al traino di carri, e per questo motivo le strade Inca erano percorse a piedi; non certo dunque, come qualcuno ha il coraggio di scrivere ancora oggi, perché “non avevano inventato la ruota”).

Gli edifici in pietra venivano costruiti tramite l’incastro a secco (cioè senza malta o altri leganti) di grossi, talvolta enormi blocchi di andesite (una pietra dura simile al granito), secondo due modalità diverse, ma altrettanto perfezionate. Ne primo caso, i blocchi venivano tagliati in parallelepipedi tutti uguali e disposti in corsi orizzontali sovrapposti. Nell’altro caso, detto *opera poligonale*, i blocchi venivano tagliati in bizzarre forme di poligoni irregolari, e poi incastrati perfettamente l’uno con l’altro. Gli incastri, a dispetto della difficoltà estrema nella loro realizzazione, venivano eseguiti con precisione maniacale e millimetrica, quasi sconcertante, come accade di vedere, per esempio nelle grandi muraglie del Sacsahuaman, a Cusco (Fig. 1).



Fig. 1. Mura poligonali Inca sul Sacsahuaman, Cusco (da Magli 2005)

Il livello di perfezione tecnica raggiunto dalle costruzioni andine trova pochissimi termini di paragone nella storia dell’architettura ed è interessante notare che le costruzioni che più si avvicinano a quelle Inca si trovano nel Centro Italia, dove esistono magnifiche ed enigmatiche cinte murarie megalitiche (per esempio, ad Alatri, Norba e Circei), la cui datazione – abitualmente attribuita all’età romana – è di fatto molto incerta (Fig. 2; per una introduzione completa alle costruzioni megalitiche del Centro Italia cfr. [4]).

Lo stato Inca era detto *Tahuantinsuyu* o “Le Quattro Parti della Terra” ed era organizzato secondo un rigido schema centralizzato; in particolare, la burocrazia statale teneva accuratamente conto della popolazione, registrando sesso, età e con-



Fig. 2. Mura poligonali sulla fronte di nord-ovest dell'acropoli di Alatri (da Magli 2007)

dizione sociale di ogni elemento delle *Ayllu*, unità agricole autonome, che riunivano gruppi di famiglie dediti alle stesse attività e governate da un capo ereditario. La lingua dello stato era il *Quechua*, parlato ancora oggi in alcune zone rurali e del quale si hanno dizionari di epoca coloniale. Il governo del paese era affidato a una rigida gerarchia al cui vertice si trovavano le famiglie nobili, che risiedevano nella capitale, Cusco. Le tasse venivano riscosse sotto forma di prodotti o di lavoro obbligatorio nelle imprese statali, e gli archivi centrali registravano quindi meticolosamente anche entrate, raccolti e prestazioni di lavoro. Il metodo di registrazione dei dati degli Inca era chiamato *Quipu* (Fig. 3).



Fig. 3. Un funzionario statale addetto alle registrazioni sui Quipus dalla *Cronica* di Poma de Ayala. In basso a sinistra è raffigurato un abaco o *yupana*

Un *Quipu* è all'apparenza un oggetto semplice: si tratta infatti di un fascio di cordicelle disposte "ad albero" e legate a una corda primaria, sulle quali sono presenti dei nodi. Se lo si guarda con attenzione, tuttavia, ci si rende conto che le cordicelle (che possono essere anche centinaia) hanno lunghezze, dimensioni e colori differenti e portano nodi realizzati in molti modi diversi. Purtroppo, la nostra conoscenza dei *Quipu* è estremamente lacunosa. Essi infatti vennero sistematicamente distrutti dai conquistatori, tanto che oggi ne rimangono solo alcune centinaia; tuttavia, è certo che la quantità di informazioni che era possibile registrare in un *Quipu* era vastissima. Innanzi tutto era possibile registrare numeri, su base decimale, che corrispondevano ai nodi: un nodo a 8, per esempio, indicava una singola unità, un nodo lungo le unità da 2 a 9, e gruppi di nodi indicavano successivamente decine, centinaia ecc. (questi *Quipu* "numerici" potevano, dunque, essere letti rapidamente scorrendoli con le mani). I *Quipu* venivano poi utilizzati, assieme alle cosiddette *yupana* (abachi o pallottolieri), come supporto per compiere operazioni algebriche, incluse, per esempio le divisioni in frazioni semplici [5]. In definitiva, dunque, si trattava di un sistema per registrare dati numerici assolutamente equivalente a qualunque altro. Inoltre, molte "funzioni accessorie" rendevano i *Quipu* vicini a un vero e proprio sistema di scrittura, perchè l'utilizzo di nodi e colori diversi permetteva di associare concetti ai numeri (per esempio, cordella rossa = numero dei lama in un villaggio). In ogni caso, si è sempre affermato, fin dalle cronache scritte poco dopo la conquista, che gli Inca non ebbero mai una vera e propria forma di scrittura. La cosa risulta naturalmente difficile da credere, ed esistono dei documenti ritrovati e pubblicati di recente (i *Manoscritti Micciclinelli*, redatti dal gesuita meticcio Blas Valera e da altri confratelli nel periodo immediatamente successivo alla conquista), che testimoniano dell'esistenza di una forma di scrittura di tipo sillabico, basata su una combinazione di *Quipu* e di immagini intessute con essi [6].

## Tempo, spazio e astronomia presso gli Inca

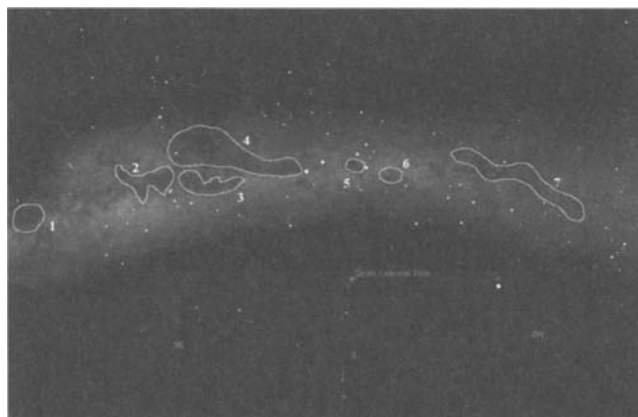
La concezione del tempo nell'America precolombiana era profondamente diversa dalla nostra. Per noi il tempo "scorre uguale a se stesso", in un procedere "lineare" e monotono. Noi abbiamo, infatti, la divisione del tempo in secondi e minuti (sessanta), ore (ventiquattro), giorni (sette), mesi (dodici) e anni, ma questi ultimi sono "senza fine", al 2007 segue il 2008, al 2008 il 2009 ecc. Invece, per i Maya, per esempio, anche gli "anni" erano in numero finito; raggiunto questo, terminava una lunghissima "età" (equivalente a 5125 anni solari) e si ricominciava a contare. Spesso si dice dunque che il tempo pre-colombiano era ciclico; io preferisco la parola "ricorsivo" perchè ovviamente non è il tempo a ripetersi, ma solo il modo in cui viene misurato. È opportuno notare a questo proposito che, anche se non c'è dubbio sul fatto che queste ricorrenze fossero pensate come una sorta di "Età del Mondo", non è mai stato dimostrato che il termine di un periodo dovesse, nell'immaginario dei Maya, corrispondere al verificarsi di immani cataclismi naturali, come invece vorrebbe chi sostiene le così dette catastrofiche "profezie" per il 2012, anno in cui l'attuale "Età" Maya avrà termine.

È probabile che gli Inca avessero una concezione dello scorrere del tempo analoga a questa. In ogni caso, per gli Inca il tempo – o almeno il tempo sacro, quello legato alle attività rituali – era in qualche modo un concetto “concreto” indistinto dallo spazio, tanto è vero che il vocabolo *quechua* corrispondente significava tempo e spazio contemporaneamente. Si comprende allora come ogni aspetto del mondo naturale che avesse carattere di ciclicità, come i cicli agricoli e quelli dei corpi celesti, facesse parte della stessa struttura simbolica; all'interno di questa anche i numeri erano concepiti in modo diverso da quello occidentale; in particolare lo zero era a sua volta in qualche modo un concetto “concreto”: esso corrispondeva alla luna, un corpo celeste che è “assente” (il “nostro” zero), ma solo ciclicamente [7,8].

Essendo tempo e spazio in qualche modo indistinguibili, la “vita religiosa” degli Inca comprendeva la venerazione di oggetti, luoghi e fenomeni naturali. In un certo senso l'intero paesaggio, disseminato di “cose da venerare” (*huacas*) era considerato sacro. Ciò che ci interessa particolarmente qui è la geometria, terribilmente complessa e affascinante, secondo la quale questo *spazio sacro* era concepito e organizzato.

Innanzitutto, il territorio dell'impero era detto “stato dalle quattro parti” proprio perchè era suddiviso in quattro grandi “cantoni” (*suyus*): *Chinchaysuyu* e *Antisuyu*, associati con “hanan” o “sopra”, *Collasuyu* e *Cuntisuyu*, associati con “hurin” o “sotto”. All'intersezione (ideale e reale-amministrativa) delle “quattro parti” si trovava la capitale, Cusco, cuore dell'impero e vero proprio centro dell'universo Inca. La divisione in quattro parti, o “quadripartizione”, della superficie terrestre fu comune a moltissime civiltà in tutto il mondo, tanto che i quattro punti cardinali venivano accuratamente indicati da immagini o pietre nelle tombe Maya, ma anche, per esempio, in quelle cinesi [1]. Tuttavia nel caso degli Inca i quattro “cantoni” non corrispondevano ai quattro punti cardinali; non è affatto chiaro come si originarono i loro confini, ed è quantomeno possibile che il fatto che siano “storti” rispetto ai punti cardinali rifletta un'analoga divisione che gli Inca operavano nel cielo, utilizzando le configurazioni della Via Lattea (cioè la striscia luminosa delle stelle della nostra galassia). La Via Lattea era infatti uno degli elementi fondamentali dell'astronomia Inca. Era interpretata come un fiume celeste, “controparte” cosmica delle acque che scorrevano nei fiumi terrestri; visivamente, la parte più brillante della Via (dal Cigno fino alle stelle vicine al polo celeste sud, come la Croce del Sud e il Centauro) appare divisa in due fasce luminose che recano al centro una zona più oscura. Qui gli Inca identificavano delle *costellazioni a nebulosa oscura*, cioè “contorni” di figure che – a differenza delle nostre costellazioni, ottenute unendo con disegni immaginari selle brillanti – corrispondono a sagome scure nel cielo. È interessante notare che di queste costellazioni si trova testimonianza già nelle opere dei cronisti, ma questo modo di rappresentare immagini nel cielo è così lontano dal *nostro*, che nessuno aveva mai capito di che cosa si trattasse realmente. Soltanto negli anni settanta dello scorso secolo, con la pubblicazione del fondamentale lavoro sul campo dell'antropologo Gary Urton [9], si è potuto finalmente rendere giustizia alle costellazioni Inca. Urton ha infatti ritrovato le tracce dell'immaginario Inca del cielo presso la popolazione *odierna* dei Misminay, che vive in villaggi a poche decine di chilometri da Cusco, e ha potuto individuare con certezza mol-

te delle antiche costellazioni, disposte “in processione” tra le nostre costellazioni Sagittario, Scorpione, Croce del Sud, Vela e Puppis (Fig. 4).



**Fig. 4.** Le costellazioni Inca a nebulosa scura individuate da Gary Urton: 1) Rospo; 2) Volpe; 3) Piccolo Lama; 4) Lama; 5-6) Pernici 7) Serpente (da Magli 2005)

Da alcune testimonianze e documenti risulterebbe anche una ulteriore costellazione oscura, chiamata *chuqui chincay* e corrispondente alla sagoma di un puma. La localizzazione di questa costellazione non è appurata con certezza; secondo alcuni potrebbe essere nella “coda” dello Scorpione, mentre chi scrive ha recentemente proposto di localizzarla più a nord, presso il Cigno [10]. Il motivo è, ancora una volta, legato alle profonde connessioni tra le conoscenze “scientifiche” – in questo caso, astronomiche – e il mondo simbolico degli Inca. Risulta infatti da alcune cronache, in particolare quella di Sarmiento de Gamboa, che Cusco fu pianificata per assumere, se vista dall’alto, il profilo di un puma (Fig. 5).



**Fig. 5.** Pianta di Cusco redatta nel 19 secolo da E. Squier. Si individua facilmente il profilo della città Inca, che ricorda quello di un puma

Di fatto ancora oggi varie zone di Cusco portano nomi che si riferiscono alle parti di questo animale, in particolare la zone dove confluivano i due torrenti cittadini (oggi coperti) che delimitavano la città è detta *pumachupan* cioè “la coda del Puma”. Di conseguenza, esiste la forte possibilità che Cusco sia stata concepita come la “controparte” terrestre di una costellazione oscura che si trovava nella zona, presso il Cigno appunto, dove i due “fiumi celesti” della Via Lattea si riuniscono.

## I Quipus e la concezione radiale dello spazio

Come abbiamo visto, lo stato era “quadripartito” e i quattro “cantoni” si incrociavano nel centro ideale del mondo, Cusco. A questa divisione se ne aggiungeva un'altra, molto più fine, della città stessa e dei suoi dintorni, che faceva capo al *Coricancha*, il tempio principale. Da esso, infatti, avevano origine 41 linee ideali, dette *ceques*. Lungo il percorso di ognuno dei *ceques* si trovavano numerose *huacas*, “siti degni di venerazione”, di vario tipo, fra cui sorgenti, colline, grotte o altri luoghi ritenuti sacri, per un totale di 328. Alle linee corrispondevano anche divisioni sociali della popolazione, e le persone che vivevano lungo ogni *ceque* avevano obblighi di “manutenzione” nei confronti delle relative *huacas*. Si trattava di obblighi sia di tipo amministrativo (per esempio, controllare la distribuzione delle acque dalle sorgenti) che di tipo rituale, come portare offerte nei giorni previsti.

Conosciamo la struttura del sistema *ceque* soprattutto in base alla Relazione del cronista Bernabè Cobo, che riporta nome e descrizione di ogni singola *huaca*. Tuttavia, la mappatura archeologica del sistema sul territorio si è dimostrata impresa tutt'altro che semplice e si è conclusa solo di recente, con l'identificazione di circa il 50% delle *huacas* (si veda [11] e le referenze lì citate); le altre sono state distrutte o si trovano sotto le abitazioni moderne. I principali risultati di tale ricerca si possono riassumere nel modo seguente:

1. I *ceques* sono in generale delle linee spezzate; tuttavia, non si intersecano.
2. Esistono *huacas* di varie tipologie: sorgenti (29%), pietre (29%), colline o passi collinari (10%), edifici sacri (9%), campi pianeggianti (9%). Il rimanente 14% è composto da tombe e/o grotte. Curiosamente, la distribuzione delle tipologie nelle linee non sembra obbedire a nessun ordine, gerarchia o significato pre-stabiliti.
3. Solo pochissime delle *huacas* erano rimuovibili (per esempio, grandi pietre). Dunque l'intero sistema fu accuratamente pianificato sul territorio in maniera unitaria.

Questa complessa e raffinata struttura “cosmografica” pone ovviamente il problema della sua nascita e interpretazione. Da questo punto di vista le nostre conoscenze sono molto frammentarie. In particolare, senza alcun dubbio il sistema conteneva dei riferimenti a osservazioni astronomiche; per esempio, la collina detta *Chinchincalla* ospitava due piloni usati per osservazioni solari e questi piloni costituivano la terza *huaca* del tredicesimo *ceque* del *Cuntisuyu*. La presenza di allineamenti astronomici e il fatto che le *huacas* siano proprio 328 portarono Tom

Zuidema [12,13] a supporre che il sistema *ceque* corrispondesse, di fatto, a un vero e proprio calendario rituale, basato sul mese lunare siderale e composto da 12 mesi di 27 giorni e un terzo. Il totale era dunque di 328 giorni, e – secondo Zuidema – i 37 giorni necessari a riallineare il calendario con quello solare di 365 giorni corrispondevano al periodo di invisibilità delle Pleiadi, un gruppo di stelle senza dubbio molto importante nell'astronomia Inca.

Questa interpretazione, senza dubbio suggestiva, non è però confermata né dall'indagine archeologica [14] né da quella sui documenti disponibili [15], e dunque l'astronomia, anche se certamente giocava un ruolo importante, non può da sola fornirci la chiave per l'interpretazione della struttura simbolica del sistema. Forse, tuttavia, questa chiave è contenuta proprio nei Quipu. Infatti, l'impressione generale che si trae dalla geometria radiale dello spazio Inca è senza dubbio analoga alla *forma mentis* che corrisponde ai *Quipus* e, di fatto, una pianta dei *ceques* di Cusco non sembra altro che un *Quipu* disteso, una *replica monumentale di un Quipu*, come fu notato già da vari commentatori e come è confermato dai manoscritti Miccinelli [6]. Di fatto, io ritengo che possa trattarsi di qualcosa di più di una semplice analogia formale. In altri termini, penso che il sistema *ceque* potrebbe non essere la rappresentazione di un *generico* Quipu, ma quella di uno *specifico* Quipu, nel quale dunque erano riportate delle specifiche informazioni (per esempio, sulla data di fondazione e sui fondatori della città) [10]. Per cercare di capire se questa interpretazione è valida è necessario costruire un database di tutti gli elementi del sistema e stabilire se il modo in cui essi furono disposti può essere decodificato assegnando un significato numerico a ogni tipologia, esattamente come si procederebbe nell'analisi di un vero Quipu.

Dopo oltre quindici anni di attività di ricerca in astrofisica, spero adesso di portare avanti questa ricerca nel futuro; naturalmente, tenendo bene in mente le parole pronunciate dal re Inca Pachacuti e riportate dal cronista Garcilaso de La Vega: "Colui che cerca di contare le stelle senza neanche saper contare i nodi e i segni dei Quipu, dovrebbe essere fatto oggetto di scherno".

## Bibliografia

- [1] G. Magli (2005) *Misteri e Scoperte dell'Archeoastronomia*, Newton Compton eds., Roma
- [2] M. Coe (2001) *The Maya*, Thames and Hudson, New York
- [3] M. Moseley (2001) *The Incas and Their Ancestors*, Thames and Hudson, London
- [4] G. Magli (2007) *Segreti delle antiche città megalitiche* Newton Compton eds., Roma
- [5] G. Urton (2003) *Signs of the Inka Khipu*, (University of Texas Press, Austin)
- [6] L. Laurencich Minelli (2007) *Exsul Immeritus Blas Valera Populo Suo e Historia et Rudimenta Linguae Piruanorum. Indios, gesuiti e spagnoli in due documenti segreti sul Per del XVII secolo* CLUEB Bologna
- [7] L. Laurencich Minelli (2001) *Il linguaggio magico-religioso dei numeri, dei fili e della musica presso gli Inca* Esculapio, Bologna
- [8] L. Laurencich Minelli (2004) *Lo zero concreto nel mondo inca e maya e cenni sul calcolo degli Inca*, in: *Calcolo precolombiano* Julio Macera Dall' Orso ed.; (Bardi, Roma) pp. 289-314