SOCIETÀ ITALIANA DI STORIA DELLE MATEMATICHE

Storia della matematica e insegnamento della matematica
La matematica e le sue applicazioni in una prospettiva storica

Ferrara, 20-22 Novembre 2008
Dipartimento di Matematica dell'Università
Via Machiavelli 35

SUNTI delle CONFERENZE (in ordine di presentazione)

La matematica e le sue applicazioni in una prospettiva storica

La questione del Reno: nascita e sviluppi successivi della scienza idraulica

ALESSANDRA FIOCCA
(Università di Ferrara)
fio@unife.it

Il problema secolare rappresentato dalla regolamentazione del corso del Reno accompagna la storia dell'idraulica dalle sue origini come disciplina scientifica. Pressoché tutti i matematici del Seicento e Settecento che si occuparono di questa scienza presero parte al dibattito sulla sistemazione del torrente bolognese, applicando i propri modelli teorici allo scopo di prevedere le possibili conseguenze dei progetti idraulici in discussione. È dunque possibile ripercorrere la storia dell'idraulica attraverso la storia del Reno. Quest'ultima si può suddividere in quattro epoche, ciascuna contraddistinta da un diverso assetto del torrente: prima del 1525 – il Reno non era ancora arginato lungo tutto il suo corso – dal 1525 al 1604 – il Reno entrava arginato nel Po di Ferrara – dal 1604 al 1750 – il Reno era stato divertito nella valle Sammartina - dopo il 1750 – era stato ultimato il cosiddetto "cavo benedettino" per condurre le acque del Reno e dei torrenti Idice e Savena, nel Po di Primaro. Le principali comunità coinvolte nella problematica, Bologna e Ferrara, avevano interessi contrapposti. I territori bolognesi erano i più soggetti alle acque di piena del Reno, cosicché obiettivo principale di quella comunità era irreggimentare il torrente conducendolo arginato a sfociare nel Po o in un suo ramo. Ferrara, da parte sua, aveva adottato una politica di difesa del suo territorio oltre il Po di Primaro, il cosiddetto Polesine di San Giorgio, protetto naturalmente dallo stesso Primaro, munito di argini alti e forti solo sul versante sinistro, verso il Polesine, mentre verso le valli e i torrenti appenninici l'arginatura era bassa e volutamente più debole. Le valli scaricavano nel Primaro, ma per allontanare la pressione idraulica dalla città i ferraresi tendevano a introdurre le acque nel tratto inferiore del fiume.

Nel corso del XVI secolo il problema del Reno fu essenzialmente "ferrarese" e il massimo sforzo alla ricerca di una soluzione alternativa fu compiuto dai duchi della casa d'Este che chiamarono alla loro corte i massimi ingegneri della vicina Repubblica di Venezia, tra cui Silvio Belli, ma anche consiglieri di diversa provenienza come il filosofo e umanista Francesco Patrizi da Cherso. In un precedente lungo soggiorno a Cipro, Patrizi aveva maturato esperienza in materia di bonifica ed era inoltre in grado di sostenere le "ragioni storiche ferraresi". Da queste competenze interdisciplinari si venne a creare a Ferrara alla fine del secolo una scuola di idraulici di primo piano a livello internazionale. Giambattista Aleotti, uno dei massimi rappresentanti di questa scuola, è autore di un poderoso trattato di idraulica in cinque libri rimasto inedito fino al secolo scorso, *Della scienza et dell'arte del ben regolare le acque* che rappresenta una delle prime opera in questo ambito disciplinare.

La devoluzione del Ducato di Ferrara allo Stato della Chiesa (1598) ebbe come conseguenza la chiusura della bocca del Reno nel Po di Ferrara e l'introduzione delle acque del torrente nella valle Sammartina, a sud di Ferrara (1604). Si trattava di un tributo del nuovo Sovrano alla città. In realtà il provvedimento doveva essere provvisorio e adottato solo per permettere lo scavo degli alvei dei rami del Po interriti, ma divenne invece definitivo. Da questo momento, essendo i terreni bolognesi fortemente minacciati dalle piene del Reno, fu la città di Bologna a sollecitare una diversa sistemazione al corso del Reno. Per tutto il XVII secolo e anche nel secolo successivo, si ebbe così un notevole impulso degli studi di idraulica da parte dei matematici bolognesi, tra i quali Domenico Guglielmini, Gian Domenico Cassini, Eustachio e Gabriele Manfredi. Non mancarono, tuttavia, anche a Ferrara studiosi e ricercatori di primo piano, tra cui Teodoro Bonati noto internazionalmente.

Alla ricerca di una diversa sistemazione del corso del Reno, nel 1625 monsignor Ottavio Corsini fu incaricato di sovrintendere alla visita alle acque delle tre legazioni pontificie di Ferrara, Bologna e Ravenna. Vi parteciparono periti delle parti interessate, Girolamo Ruscelli per Ferrara e Vincenzo Sassi per Bologna, oltre al matematico Benedetto Castelli consulente ufficiale del Corsini. La visita, che si svolse dall'8 gennaio al 10 aprile, fu generale e interessò il corso dei principali fiumi e torrenti della zona, Reno, Po di Ferrara, Po di Volano, Po di Primaro e le valli. Furono eseguite le livellazioni di sei "linee" proposte per la diversione del Reno, furono rilevate le profondità delle valli e delle acque dei fiumi. L'esperienza maturata in questa circostanza fu all'origine dell'opera che Castelli pubblicò tre anni dopo, *Della misura dell'acque correnti* (Roma, 1828) considerata il punto di partenza dell'idraulica moderna. In essa si trova espressa la prima legge riguardante il movimento dell'acqua nei canali, la legge di continuità. Essa afferma che in caso di flusso stazionario, la portata del canale è costante lungo la sua lunghezza e quindi conseguentemente la velocità media dell'acqua è inversamente proporzionale all'area della sezione bagnata del canale. H. Rouse e S. Ince (History of Hydraulics) scrissero a riguardo:

> As elementary statements of the law of continuity for steady flow, these propositions contained nothing which Leonardo [da Vinci] himself did not express more than a century earlier. However, they became widely known in Italy as Castelli's law. It will probably never be definitely known whether Castelli's rediscovery of the continuity principle was wholly independent of Leonardo's influence. Many Italians are now convinced that it was. Be that as it may, it was surely through Castelli's popularisation of the law that it became generally accepted among practicing engineers of the time.

Se, circa la dipendenza di Castelli da Leonardo, è stato giustamente osservato da J.C.I. Dooge che:

> Castelli's work could hardly have been derived from the compilation of Leonardo's writings on hydraulics assembled by Arconati and now preserved in the Barberini archives in the Vatican Library. This compilation was not made until 1643 and the manuscripts on which it was based did not pass to the Biblioteca Ambrosiana in Milan until 1637. By the latter date the book of Castelli with its fully worked out formulation of the principle of continuity had been in print for almost a decade.

l'affermazione di Rouse e Ince relativa ai "practicing engineers" merita un commento perché, a nostro avviso, può far nascere false concezioni. I due autori intendevano contrapporre l'opera di Leonardo, rimasta confinata nei suoi manoscritti di difficile lettura, all'opera a stampa di Castelli che, invece, diffuse la legge di continuità presso coloro che avevano la gestione quotidiana delle acque. Si contrappongono qui due ambiti, quello degli ingegneri e quello dei dotti, da cui proveniva Castelli, e l'uno appare debitore nei confronti dell'altro. In realtà non fu così poiché a sua volta Castelli poté assorbire un bagaglio di conoscenze non trascurabile da quello stesso ambiente di periti con cui venne in contatto durante la visita del 1625.

Il problema della variazione della velocità dell'acqua in un fiume in relazione alla profondità fu tra i primi ad essere affrontato dai 'geometri'. Per analogia col fenomeno della fuoriuscita dell'acqua da un foro praticato nella parete di un vaso a distanza *x* dalla superficie, a sua volta ricondotto a quello della caduta di un grave dall'altezza *x*, fu proposto per il flusso dell'acqua in un canale o in un fiume un diagramma parabolico ovvero una «scala» della distribuzione delle velocità sopra una linea verticale con lo zero in superficie e il massimo valore in prossimità del fondo del canale. Tale teoria risultò in seguito falsa sulla base di esperienze condotte da Edmé Mariotte (1620-1684) in canali di ridotte dimensioni e da Henry De Pitot (1695-1771), in scala maggiore. Quest'ultimo utilizzò uno strumento di sua invenzione per la misura della velocità dell'acqua, il cosiddetto «tubo di Pitot» dimostrando che la velocità dell'acqua gradualmente decresce dalla superficie verso il fondo del canale.

Fu dunque necessario modificare radicalmente l'apparato teorico e si iniziò a studiare l'influenza esercitata dal fondo e dalle sponde degli alvei sul movimento dell'acqua corrente. Tra i primi che intrapresero gli studi in questa direzione vi sono due ingegneri francesi, Antoine Chézy (1718-1798) e Pierre Louis Georges Du Buat (1734-1809). In Italia Antonio Tadini (1754-1839) propose un suo «canone generale», ovvero una formula che lega pendenza dell'acqua in superficie, larghezza uniforme del canale, altezza dell'acqua, portata, sottoposto a verifica sperimentale su oltre 60 correnti diverse di canali e fiumi, che riscosse un certo successo all'epoca:

$$p\,\frac{L^2 A^3}{Q^2} = 0{,}0004$$

o equivalentemente:

$$v = 50\sqrt{pA}$$

essendo *p* la pendenza dell'acqua in superficie, *L* la larghezza uniforme del canale, *A* l'altezza dell'acqua, *Q* la portata, *v* la velocità. Il coefficiente numerico 0,0004 è chiamato da Tadini *Modulo dei canali*. Per l'applicazione del canone da lui stabilito, Tadini considerò due progetti idraulici che avevano dominato il dibattito tecnico-scientifico in Italia nel periodo napoleonico: il progetto di immissione del Reno nel Po grande e il progetto di un canale navigabile da Milano a Pavia. In particolare egli valutò l'altezza che avrebbe raggiunto l'acqua nell'alveo del Po nell'ipotesi di immissione in questo alveo delle acque del Reno, pari a 0,3755 metri.

Bibliografia

G.B. Aleotti, *Della scienza e dell'arte del ben regolare le acque*, a cura di M. Rossi, Modena, Panini, 2000.

B. Castelli, *Della misura dell'acque correnti*, Roma, nella stamperia Camerale, 1628.

A. Fiocca, *Silvio Belli ingegnere: empiria e matematica nella cultura tecnica del Rinascimento*, in *Acque e terre di Confine*, a cura di D. Biancardi e F. Cazzola, Ferrara, Editrice Cartografica, 2000, pp. 15-49.

A. Fiocca, *Francesco Patrizi e la questione del Reno nella seconda metà del Cinquecento: tre lettere inedite*, in *Francesco Patrizi filosofo platonico nel crepuscolo del Rinascimento*, a cura di P. Castelli, Firenze, Olschki, 2002, pp. 253-288.

Giambattista Aleotti e gli ingegneri del Rinascimento, a cura di A. Fiocca, Firenze, Olschki, 1998.

Arte e scienza delle acque nel Rinascimento, a cura di A. Fiocca, D. Lamberini, C. Maffioli, Venezia, Marsilio, 2003.

T. Bonati, Carteggio *scientifico. Lorgna, Canterzani, Frisi, Saladini, Calandrelli, Venturi*, a cura di M.T. Borgato, A. Fiocca, L. Pepe, Firenze, Olschki, 1982.

A. Fiocca, *L'ispettore generale Antonio Tadini tra idrodinamica e idraulica sperimentale*, Rivista Napoleonica, 7-8/2003, pp. 177-210.

H. Rouse, S. Ince, *History of Hydraulics*, Iowa Institute of Hydraulics Research, 1980.

J.C.I. Dooge, *Historical development of concepts in open channel flow*, in *Hydraulics and Hydraulic Research. A Historical Review*, edited by G. Garbrecht, A.A. Balkema / Rotterdam / Boston, 1987, pp. 205-230.

I contributi degli astronomi di Brera alla meccanica celeste: da Boscovich a Schiaparelli

PASQUALE TUCCI
(Università di Milano)
pasquale.tucci@unimi.it

Matematica e ingegneria al Politecnico di Milano da Brioschi a Bottani

ANDREA SILVESTRI
(Politecnico di Milano)

Mondo chiuso o società aperta? John von Neumann e l'impegno degli scienziati nella sicurezza nazionale nel Novecento

ANA MILLÁN GASCA
(Università di Roma Tre)
ana.millan@uniroma3.it

Le prime analisi storiche sul complesso scientifico-militare-industriale statunitense del dopoguerra sono state contrassegnate dalla visione di un "mondo chiuso" (il titolo del saggio di Paul N. Edwards del 1996), quello dell'America della guerra fredda, che avrebbe condizionato culturalmente lo sviluppo scientifico-tecnico del periodo, non soltanto per quanto riguarda l'organizzazione della ricerca e le idee guida ma anche nei contenuti e gli indirizzi di ricerca. Tale sviluppo si sarebbe dispiegato attorno a un pensiero del controllo derivato dalla focalizzazione sui problemi della difesa, che ebbe come realizzazioni concrete lo sviluppo dell'informatica e dei grandi sistemi tecnologici.

Nei suoi lavori sulla creazione del "systems approach" Thomas P. Hughes smentisce tale punto di vista. Egli mostra come tali sviluppi si collochino sulla scia culturale del pensiero tecnologico delle reti e dei sistemi che ha le sue radici nella Seconda rivoluzione industriale della fine dell'Ottocento e ha trovato compimento con lo sviluppo dell'elettronica. Vi è infatti una continuità fra il dispiegamento dell'elettrificazione negli anni 1880-1830 (i "networks of power", dal titolo di un saggio di Hughes del 1983, che a sua volta si collocano come culmine dello sviluppo delle reti di trasporto e produttive ottocentesche) e i grandi progetti militari e civili che, a partire dal sistema di difesa del territorio americano SAGE, hanno plasmato il paesaggio e trasformato la vita nella seconda metà del secolo scorso. Da questo secondo punto di vista risulta chiaro che l'epoca della guerra fredda, con il suo misto di ottimismo tecnologico, equilibrio del terrore e acuta percezione del conflitto ideologico tra le democrazie liberali e il comunismo, è stata contrassegnata anche dall'impronta di un'evoluzione tutta interna alla cultura scientifico-tecnica.

Non vi è dubbio che appare alquanto riduttivo considerare la cultura scientifico-tecnica del dopoguerra ostaggio dell'establishment militare e industriale degli Stati Uniti, invece che componente essenziale della cultura americana del periodo, se si pensa alla ricchezza di una stagione caratterizzata dall'interazione fra scienziati di tradizione europea (fra cui von Neumann) e ingegneri statunitensi (le tradizioni dei controllisti da Sperry al MIT, della Bell Company, dello sviluppo dei computer, degli ingegneri aeronautici ed elettronici). L'influsso del "pensiero tecnologico dei sistemi" si comprende storicamente non solo a partire dai suoi molti successi (e dall'altra parte la ricerca storica ha mostrato i molti insuccessi collezionati,

da quello sostanziale di SAGE che non diventò mai realtà a quello dell'analisi dei sistemi nella RAND Co.), ma – questa è la tesi che si sostiene qui – in ragione della sua originalità e pregnanza.

L'originalità, da una parte, di un nuovo modo di vedere la sfera dell'artificiale (dalle macchine ai sistemi): i dispositivi elettrici ed elettronici, le centrali operative, le reti energetiche e di comunicazioni, i cavi, i veicoli o le vie di trasporto sono stati progettati con l'ausilio della fisica e delle scienze della natura, ma il pensiero dei sistemi che ha accompagnato il loro dispiegamento ha sviluppato i propri strumenti teorici in alleanza diretta con la matematica, attraverso idee innovative – rispetto alla tradizione della meccanica applicata o della fluidodinamica – come sistema, controllo, funzione obiettivo o rete di flusso.

La pregnanza di questo pensiero deriva invece del forte coinvolgimento politico-sociale dei protagonisti. Per capire questo coinvolgimento occorre superare decisamente le visioni riduttive di scienziati guerrafondai e fanatici e concentrarsi su una migliore comprensione della loro epoca, avvalendosi anche della ricerca più recente sull'avvio e l'evoluzione della guerra fredda, ed in particolare degli studi pubblicati dagli studiosi russi sui materiali d'archivio oggi disponibili. Ma anche la letteratura ci offre spunti per una visione più onesta del periodo cruciale degli anni trenta, in cui nazismo e comunismo da alleati divennero nemici in guerra: dal Charles Lindbergh fantomatico presidente isolazionista degli Stati Uniti in chiave antisovietica del romanzo *The plot against America* di Philip Roth – lo stesso Lindbergh che fu membro del comitato di consulenti scientifici dell'Aeronautica militare per lo sviluppo dei missili strategici, questo sì reale, presieduto da von Neumann negli anni Cinquanta – al fisico russo Sturm interpellato telefonicamente da Stalin in persona del romanzo *Vita e destino* di Vassilji Grossman.

La figura di von Neumann è stata a lungo vista all'interno dell'oppressiva visione di un "closed world" del dopoguerra nei paesi occidentali, ed egli è stato descritto di conseguenza a metà tra l'alieno e il fin troppo umano amico dei ricchi e potenti. Invece la sua traiettoria è emblematica sia della capacità di assumersi nuove responsabilità come cittadino (oltretutto di un paese di adozione), tentando di ritagliare un ruolo agli scienziati aggiornato alle nuove circostanze, sia dell'originalità del pensiero tecnico di stampo matematico degli anni della guerra fredda, sviluppato anche al servizio delle istituzioni e delle imprese. Si tratta, in fin dei conti, di arrivare a capire meglio, dal punto di vista della storia della scienza, un periodo cruciale nei rapporti tra mondo scientifico-tecnico e società contemporanee industrializzate.

Bibliografia

Bennett, S. 1979, 1993. *A history of control engineering, 1800-1930 – 1930-1950*. London: Peter Peregrinus.

Bennett S. 2004. "Technological concepts and mathematical models in the evolution of control engineering." In Lucertini, Millán Gasca, Nicolò 2004, 103-128.

Edwards, P. N. 1996. *The closed world: computers and the politics of discourse in cold war America*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Gerö, A. 1995. *Modern Hungarian society in the making. An unfinished experience*. Bupapest-London: Central European University Press-Oxford University Press.

Heims, S. J. 1980. *John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*. Cambridge, MA: MIT Press.

Hounshell, D. 1997, "The Cold War, RAND, and the generation of knowledge, 1946-1962." *Historical Studies on the Physical and Biological Sciences* 27: 237-267.

Hughes, Th. P. 1971. *Elmer Sperry: Inventor and engineer*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Hughes, Th. P. 1983. *Networks of power: electrification in Western society*, Baltimore (Md.), Johns Hopkins University Press.

Hughes, Th. P. 1998. *Rescuing Prometheus, Four monumental projects that changed the modern world*, Vintage Books, Random House, New York, 1998.

Israel, G. 2004a. "Technological innovation and new mathematics: van der Pol and the birth of non-linear dynamics." In Lucertini, Millán Gasca, and Nicolò 2004: 52-78.
Israel, G. e A. Millán Gasca 2008 *Il mondo come gioco matematico. La vita e le idée di John von Neumann*, Torino: Bollati Boringhieri.
Leslie, S. W. 1993. *The Cold War and American science: The military-industrial-academic complex at M.I.T. and Stanford*. New York: Columbia University Press.
Lucertini, M., A. Millán Gasca e F. Nicolò, eds. 2004. *Technological concepts and mathematical methods in the evolution of modern engineering systems. Controlling, managing, organizing*. Basel: Birkhäuser.
Millán Gasca, A. 2006 *Fabbriche, sistemi, organizzazioni. Storia dell'ingegneria industriale*. Milano, Springer Verlag.
Zubok, V. 2003. "La Realpolitik del Cremlino e le origini della guerra fredda." *Ventunesimo secolo. Rivista di studi sulle transizioni* 2: 35-75.

Storia della matematica e insegnamento della matematica

Bourbaki e la didattica della matematica in Italia

GIORGIO BOLONDI
(Università di Bologna)
giorgio.bolondi@unibo.it

In molti paesi del mondo l'impatto della *rivoluzione Bourbaki* sulla didattica della matematica è stato rilevante. Le dinamiche attraverso le quali le idee, le parole d'ordine, e persino lo stile di Bourbaki sono entrate (talvolta adattate, spesso deformate) nelle scuole forniscono un caso molto interessante per studiare le relazioni tra l'organizzazione del sapere accademico e quella del sapere scolastico.

SUNTI delle COMUNICAZIONI (in ordine alfabetico)

La relatività dell'inerzia e la realtà del nulla

ALEXANDER AFRIAT
(Università di Urbino)
afriat@gmail.com

Rappresento innanzitutto la relatività generale come risposta a due problemi comuni alle principali meccaniche precedenti:

1. un effetto osservabile (differenze tra le due masse fluide introdotte verso l'inizio di Einstein, 1916) che sembra derivare da una causa inosservabile (struttura inerziale 'assoluta,' meramente matematica, non riconducibile alla materia)
2. una struttura (inerziale) che sembra agire senza reagire (Einstein, 1922).

La relatività generale venne proposta come risposta che dava una determinazione 'visibile' (cioè 'materiale') all'inerzia, la quale ora oltre che agire *reagiva*, appunto alla materia.

Per valutare il successo di tale 'soluzione' ci possiamo chiedere quanto fosse 'completa' la determinazione dell'inerzia da parte della materia. Bisogna innanzitutto stabilire cosa prendere come materia e inerzia, e come intendere il loro rapporto. Il tensore T energia-impulso (piuttosto che $U = T + t$) sembra la più sensata rappresentazione della materia; l'inerzia può invece essere rappresentata dalla struttura affine (ma anche la struttura proiettiva viene presa in considerazione). Il 'grado,' la 'completezza' della determinazione viene stabilita dal conteggio di gradi di libertà, a un dato evento. Essendo simmetrico, il tensore (doppiamente covariante) T avrà dieci gradi di libertà, contro i venti della connessione (simmetrica di Levi-Civita) che rappresenta la struttura inerziale. Il divario di dieci libertà può

essere quasi completamente colmato da opportune scelte di calibro, che però lasciano (le due libertà di polarizzazione de) le onde gravitazionali come ostacolo alla piena determinazione dell'inerzia.

Per favorire la determinazione dell'inerzia si potrà *insistere sulla covarianza generale*, negando realtà fisica agli oggetti eliminabili con opportune trasformazioni di coordinate: non sembrerebbero generalmente covarianti né la spirale rientrante descritta dalla stella binaria PSR 1916+13, né la legge di conservazione (sulle quali riposerebbe la radiazione gravitazionale), né l'energia-impulso delle onde; e forse nemmeno la loro rivelazione. Se le onde gravitazionali fossero davvero 'fittizie', la determinazione dell'inerzia da parte della materia avrebbe l'aria piuttosto completa e soddisfacente.

Il dibattito sul rapporto tra realtà ed invarianza o covarianza in relatività generale risale agli inizi. Einstein prima (1918a,b) sembra disposto a concedere realtà ad oggetti non generalmente covarianti, nonostante l'opposizione di Levi-Civita (1917), Hilbert (1917), Schrödinger (1918) ed altri. Assume poi una posizione intermedia o forse ambigua in Einstein (1918c) e finalmente, avendo letto Cassirer (1921), sembra cambiare idea in Einstein (1922).

Bibliografia essenziale

Cassirer, E. (1921) *Zur Einstein'schen Relativitätstheorie*, Berlin: Bruno Cassirer

Einstein, A. (1916) "Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie" *Annalen der Physik* **49**, 769-822

Einstein, A. (1918a) "Über Gravitationswellen" *Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Berlin (Mitteilung der 31. Januar)* 154-67

Einstein, A. (1918b) "Der Energiesatz in der allgemeinen Relativitätstheorie" *Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Berlin (Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 16. Mai)* 448-59

Einstein, A. (1918c) "Dialog über Einwände gegen der Relativitätstheorie" *Die Naturwissenschaften* **48**, 697-702

Einstein, A. (1922) *Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie*, Braunschweig: Vieweg

Hilbert, D. (1917) "Die Grundlagen der Physik (Zweite Mitteilung)" *Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-phys. Klasse* 53-76

Levi-Civita, T. (1917) "Sulla espressione analitica spettante al tensore gravitazionale nella teoria di Einstein" *Atti della reale accademia dei lincei* **26**, 381-91

Schrödinger, E. (1918) "Die Energiekomponenten des Gravitationsfeldes" *Physikalische Zeitschrift* **19**, 4-7

Da Baghdad a Firenze: aspetti didattici nella tradizione gerardiana dell'algebra di al-Khawarizmi

NADIA AMBROSETTI
(Università di Milano)
nadia.ambrosetti@unimi.it

Il lavoro si prefigge lo scopo di presentare l'applicazione didattica del metodo di calcolo indicato nell'VIII secolo dal al-Khawarizmi nella sua opera *Kitab al-hisab-al-jabr w'al-muqabalah* per la risoluzione di equazioni di secondo grado, allo scopo di seguirne la storia e l'evoluzione non solo nella traduzione latina di Gerardo da Cremona, ma soprattutto nell'ulteriore traduzione in volgare toscano del XIV secolo (1390), presente nel manoscritto conservato a Firenze, Biblioteca nazionale, II III 198, di cui si è occupato finora solo Van Egmond per censirlo.

Il primo passo sarà quello di presentare i contenuti di interesse delle tre opere, limitati agli aspetti inerenti la questione didattica di seguito riportati per chiarezza:

- Per quanto riguarda l'opera algebrica di al-Khawarizmi, sarà sottolineata la costante presenza di dimostrazioni geometriche per i tre casi composti; di un corredo di esempi

numerici e concreti di difficoltà graduata, tratti dalla pratica geometrica e dalla vita reale (questioni di eredità e spartizione di beni sulla base di complessi e molteplici vincoli), secondo le finalità esplicitamente indicate dall'autore nella premessa all'opera.

- La versione latina gerardiana dell'*Algebra* di al-Khawarizmi, esaminata sia nel testo restituito di Hughes sia nella versione della *Modus Family*, ne conserva sostanzialmente anche se non rigidamente l'impianto (dimostrazioni geometriche per i tre casi composti e corredo di esempi numerici, ripresa di argomenti rilevanti come la regola del tre, ma esclusione della sezione sulle eredità); il testo subisce un rimaneggiamento anche sotto l'aspetto dei problemi proposti, che aumentano di numero, contaminandosi con esempi concreti di argomento mercantile. Importante diviene pertanto lo spazio riservato alla cura del calcolo.
- Infine, il manoscritto in volgare fiorentino, che contiene una versione della traduzione gerardiana, si differenzia ulteriormente dalla precedente non solo per l'ancor più accentuata enfasi sulle tecniche di calcolo (verifica della correttezza delle operazioni), ma anche per il taglio più decisamente didattico (potrebbe rappresentare un vero e proprio libro di testo) ed i riferimenti ancor più puntuali a contenuti e problemi tratti dalla pratica di calcolo.

In secondo luogo, si procederà all'analisi contrastiva dei contenuti e del linguaggio usato delle tre opere allo scopo di individuare alcuni aspetti significativi dell'evoluzione storica: infatti, se da un lato è innegabile il dato comune dell'impiego del linguaggio naturale, che viene utilizzato sia per la presentazione dei contenuti sia come linguaggio di supporto per la riflessione teorica sia per i riferimenti anaforici, è altrettanto vero che la diversità delle lingue utilizzate e soprattutto l'eterogeneità del contesto socio-culturale di riferimento dei tre diversi autori hanno implicato indispensabili ripensamenti ed adattamenti, che avrebbero preluso alla definitiva elaborazione del linguaggio algebrico in termini relazionali in tempi successivi. L'altro linguaggio comune utilizzato come supporto è quello geometrico: nella tradizione araba che si estende fino all'opera di Fibonacci, certamente nota all'autore del manoscritto fiorentino, la geometria soprattutto euclidea diventa funzionale alla dimostrazione dei procedimenti algebrici.

Ultimo aspetto, che sarà affrontato necessariamente dopo l'analisi semantica e linguistica, è quello della cosiddetta "pragmatica della comunicazione matematica".

A partire dagli elementi emersi dalle modalità di presentazione di contenuti sostanzialmente identici si potrà infatti tentare uno studio della loro trasposizione didattica nei tre differenti stili. In particolare rivestono importanza temi quali le scelte relative alla selezione dei contenuti (trascurati o conservati), la tassonomia stessa degli argomenti, l'introduzione di nuovi aspetti.

Bibliografia

Ambrosetti, Nadia. *L'eredità arabo-islamica nelle scienze e nelle arti del calcolo dell'Europa medievale.* Milano: LED edizioni, 2008.

Cellucci, Carlo. *La filosofia della matematica del Novecento.* Bari: Laterza, 2007.

Ferrari, P.L. *Matematica e linguaggio. Quadro teorico e idee per la didattica.* Bologna: Pitagora, 2004.

Franci, Raffaella. «L'insegnamento dell'aritmetica nel Medioevo.» In *Itinera mathematica*, di Paolo Pagli, Raffaella Franci e Laura Toti Rigatelli, 1-22. Siena: Centro studi sulla matematica medioevale, 1996.

Franci, Raffaella. «L'insegnamento della matematica in Italia nel Tre-Quattrocento.» *Archimede* 40, n. 4 (1988): 182-193.

Franci, Raffaella. «Tra latino e volgare: la lingua della trattatistica matematica in Italia dal 1200 al 1600.» *Archimede* 48, n. 4 (1996).

North, J.D. «Aspects of the Language of Medieval Mathematics.» In *The Vocabulary of Teaching and Research between Middle Ages and Renaissance*, 134-150. Londra: Brepols, 1994.
Spagnolo, Filippo. *Insegnare le matematiche nella scuola secondaria.* Firenze: La Nuova Italia, 1998.
Van Egmond, Warren. *Practical mathematics in the Italian Renaissance: a Catalog of Italian Abbacus Manuscripts and printed Books to 1600.* Firenze: Editoriale Parenti, 1980.

Seguendo Rafael Bombelli: un'introduzione didattica degli immaginari

GIORGIO T. BAGNI
(Università di Udine)
giorgio.bagni@dimi.uniud.it

Già Schleiermacher, alla fine del Settecento, aveva indicato la presenza di un circolo apparente (il circolo ermeneutico), per il quale un particolare può essere compreso solo a partire dall'universale di cui è parte e viceversa. Il problema è stato ripreso nel secolo scorso da Heidegger, per il quale la comprensione non è più orientata sul solo modello della spiegazione teoretica dei testi, bensì sullo stesso rapporto che gli esseri umani hanno con il mondo. Le presupposizioni hanno il ruolo essenziale di "mettere in moto il circolo" (Heidegger, 2005; inoltre: Gadamer, 2000).

L'introduzione dei numeri immaginari, nella scuola secondaria, è un momento importante del *curriculum* e può essere causa di incoerenze. Nel Cinquecento, il bolognese Rafael Bombelli (1526–1572) studiò alcune equazioni di terzo grado che portano, nel corso del procedimento risolutivo, a operare con quantità non reali; il risultato infine ottenuto, tuttavia, è un numero reale (ovvero un complesso con parte immaginaria nulla: Bombelli, 1966; Maracchia, 2005). Diversa è evidentemente, ad esempio, la situazione di un'equazione di secondo grado come $x^2+1 = 0$, con il risultato stesso immaginario.

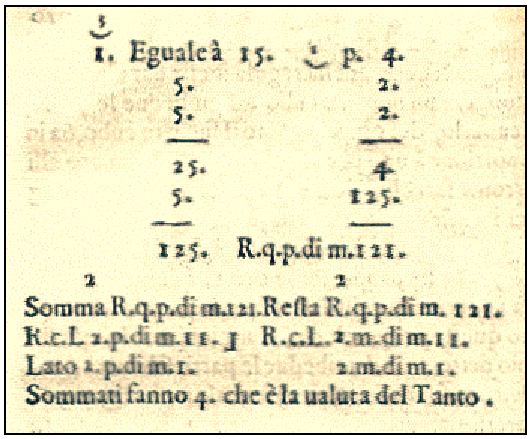
Nell'immagine seguente riportiamo, a destra, la scrittura originale della risoluzione dell'equazione sopra citata tratta dalla pagina 294 dell'*Algebra* di Bombelli:

$$x^3 = 15x+4$$
$$[x^3 = px+q]$$

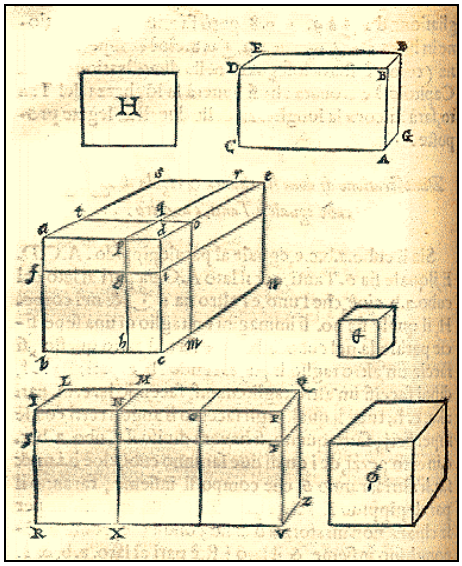
$$(4/2)^2–(15/3) = –121$$
$$[(q/2)^2–(p/3)^3 = –121]$$

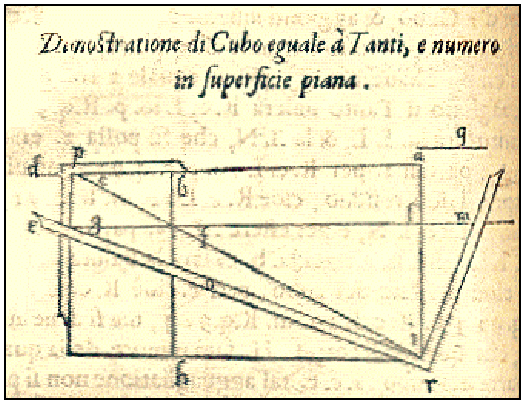
$$x = \sqrt[3]{2+11i} + \sqrt[3]{2-11i}$$

$$x = (2+i) + (2–i) = 4$$



Riportiamo inoltre le "costruzioni in linee" (sia tridimensionale che bidimensionale) che lo stesso Bombelli fornisce alle pp. 296 e 298 del proprio trattato per confermare la validità del procedimento (per i dettagli: Bombelli, 1966).





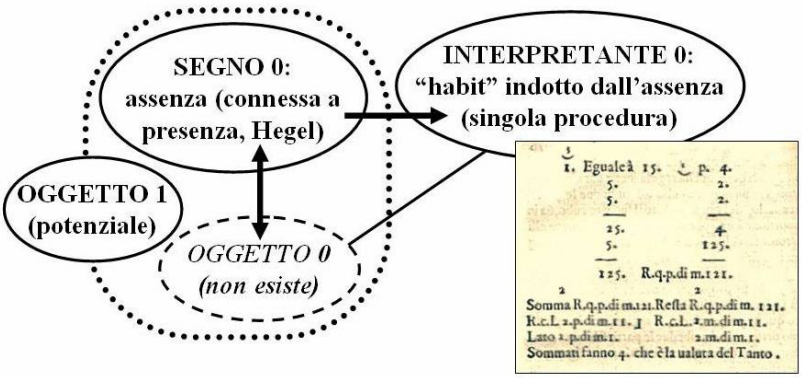
Didatticamente, la risoluzione di un'equazione di terzo grado come quelle trattate da Bombelli può contribuire a far sì che gli allievi accettino la presenza dei numeri immaginari: tale posizione può essere accostata a una presupposizione (motivata dall'efficacia del procedimento), che contribuisce a far accettare le "regole" enunciate dallo stesso Bombelli per il calcolo con *pdm* e *mdm* (che oggi scriviamo *i* e *–i*, vedi tabella a lato, tratta da p. 169 dell'*Algebra*).

Più uia più di meno, fà più di meno.
Meno uia più di meno, fà meno di meno.
Più uia meno di meno, fà meno di meno.
Meno uia meno di meno, fà più di meno.
Più di meno uia più di meno, fà meno.
Più di meno uia men di meno, fà più.
Meno di meno uia più di meno, fà più.
Meno di meno uia men di meno fà meno.

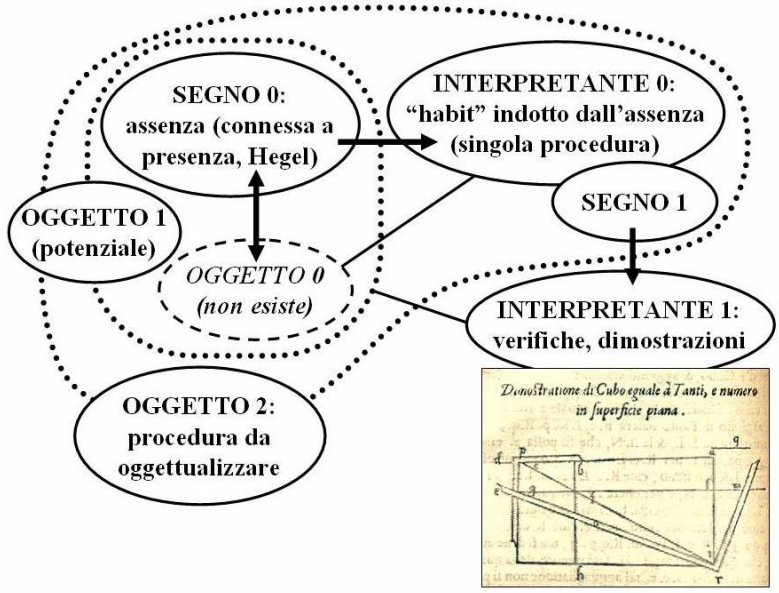
I risultati di una ricerca didattica sperimentale sembrano indicare che un interessante percorso di apprendimento può basarsi sull'esempio storico al quale abbiamo fatto cenno: le interviste con gli studenti confermano il ruolo del contratto didattico, ad esempio per l'importanza del risultato (Bagni, 2000). Assume un ruolo rilevante la posizione secondo la quale la considerazione dell'unità immaginaria come "numero" può non essere causa di difficoltà particolari; tale posizione appare utile in quanto consente di trovare una radice di un'equazione di terzo grado: proprio questa sua efficacia viene a garantire la sua plausibilità.

L'approccio descritto può essere utilmente analizzato dal punto di vista semiotico. Secondo Charles S. Peirce, l'oggetto dinamico è in progressiva evoluzione nel processo di semiosi illimitata (Peirce, 1931–1958; Bagni, 2007). Ma esiste, nella matematica e nella sua didattica, un "oggetto" ovvero un "primo segno" da cui si sviluppa la catena semiosica? L'"assenza" può essere considerata alla stregua di un segno: si potrebbe dunque ipotizzare che proprio la constatazione di un'assenza sia il punto da cui prende le mosse il processo di semiosi illimitata (Peirce, 1931–1958, § 5.480).

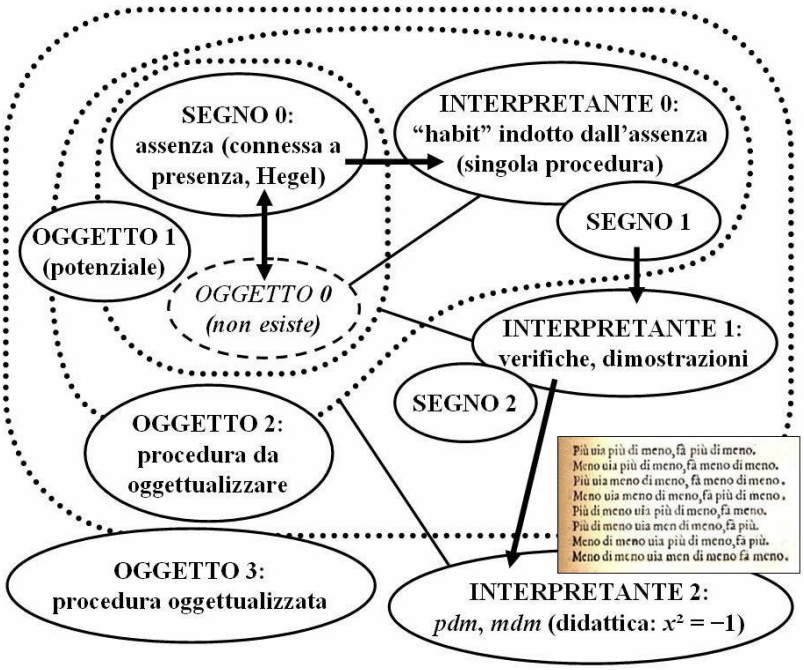
Potremmo così descrivere lo sviluppo iniziale di tale catena e approfondire il diagramma sopra proposto: una sorta di "oggetto potenziale" si collega alla necessità di mettere a punto una procedura mediante la quale risolvere un'equazione di terzo grado:



Qui è l'efficacia della procedura ad essere fondamentale: non c'è ancora un oggetto vero e proprio al quale riferirsi. Ma la possibilità di giustificare (ad esempio con le "costruzioni in linee" di Bombelli) quanto svolto inizia a fornire concretezza alla procedura che diventa una "procedura da oggettualizzare" (Giusti, 1999).



Quindi si giunge ad una prima oggettualizzazione (Radford, 2003):



Le regole di calcolo di Bombelli per *pdm* e *mdm* indicano un atteggiamento nuovo: grazie ad esse *pdm* e *mdm* iniziano a diventare "oggetti" autonomi, si svincolano dall'esempio introduttivo e possono trovare applicabilità, in prospettiva, in situazioni anche molto diverse (considerazioni storicamente interessanti sono discusse in: Radford & Empey, 2007). Didatticamente questa fase si può caratterizzare mediante l'emergenza e il consolidamento di uno *schema d'azione* ovvero d'uso delle regole e quindi dell'oggetto (una procedura oggettualizzata, sempre seguendo Giusti, 1999, la quale può intendersi come artefatto: Rabardel, 1995; Bagni, 2006–a, 2006–b). Ulteriori ricerche saranno dedicate all'applicazione del modello descritto in ambito didattico.

Bibliografia essenziale

Bagni, G.T. (2000). Introducing complex numbers: an experiment. In J. Fauvel & J. van Maanen (a cura di), *History in Mathematics Education. The ICMI Study* (pp. 264–265). Dordrecht: Kluwer.

Bagni, G.T. (2006–a). *Linguaggio, storia e didattica della matematica*. Bologna: Pitagora.

Bagni, G.T. (2006–b). Some cognitive difficulties related to the representations of two major concepts of set theory. *Educational Studies in Mathematics*, 62, 3, 259–280.

Bagni, G.T. (2007). *Rappresentare la matematica. Simboli, parole, artefatti e figure.* Roma: Aracne.

Bombelli, R. (1966). *L'Algebra*. U. Forti & E. Bortolotti (a cura di). Milano: Feltrinelli.

Gadamer, H.G. (2000). *Verità e metodo*. G. Vattimo (a cura di). Milano: Bompiani (1960, *Wahrheit und Methode: Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik*. Tübingen: Mohr).

Giusti, E. (1999). *Ipotesi sulla natura degli oggetti matematici*. Torino: Bollati Boringhieri.

Heidegger, M. (2005). *Essere e tempo*, nuova edizione a cura di F. Volpi sulla traduzione di P. Chiodi. Milano: Longanesi (1927, *Sein und Zeit*. Halle an der Saale: Niemeyer).

Maracchia, S. (2005). *Storia dell'algebra*. Napoli: Liguori.

Peirce, C.S. (1931–1958). *Collected Papers*. I–VIII. Cambridge: Harvard University Press.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Colin.

Radford, L. (2003). On the epistemological limits of language. Mathematical knowledge and social practice in the Renaissance. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 2, 123–150.

Radford, L. & Empey, H. (2007). Culture, knowledge and the Self: Mathematics and the formation of new social sensibilities in the Renaissance and Medieval Islam. *Revista Brasileira de História da Matemática*. Festschrift Ubiratan D'Ambrosio, Especial 1, 231-254.

Studio della penetrazione di un proiettile, in un mezzo resistente, nei Principia di Newton

VITTORIO BANFI
(Rapallo)

Nel II Libro dei *Principia* si trovano problemi di dinamica relativi a corpi solidi e al moto dei fluidi. La struttura di questo Libro è del tipo di quella oggi pertinente ad un trattato di fisica generale. Si tenga presente che i *Principia* uscirono nella seconda metà del Seicento, in cui erano ancora numerosi i sostenitori della visione cartesiana del mondo. Appunto nelle pagine del II Libro si rinvengono informazioni, concetti e dimostrazioni attinenti a tutti i campi della nuova dinamica dei solidi e dei liquidi (1).

Nella sezione VII incontriamo il seguente problema. Supponiamo che un proiettile sia lanciato, con alta velocità, contro un mezzo indefinito resistente di natura cedevole. Che tratto percorrà questo proiettile prima di fermarsi nel mezzo?

Sviluppando il modello matematico del fenomeno, I. Newton perviene ad una formula conclusiva, assai semplice ed elegante, che connette tra loro quattro grandezze: la lunghezza del proiettile, la lunghezza della penetrazione e le due densità del proiettile e del mezzo. Ad esempio un proiettile d'acciaio, con densità pari a 10 gr/cmc, penetrerà nell'acqua, con densità pari a 1 gr/cmc, per una lunghezza uguale a 10 volte la lunghezza del proiettile.

Gorge Gamow (1904 – 1968), insignito del premio Nobel per la fisica (negli anni cinquanta), in un suo testo del 1963 (2) ha ripreso e commentato questa soluzione, pressoché assente nei testi normali di fisica.

Più vicina a noi, nel numero di Settembre 2004 della rivista "Le Scienze" (3), è riportata la notizia su investigazioni, di carattere militare, concernenti missili o bombe che, colpendo il suolo, sono in grado di penetrare in profondità e, in seguito, esplodere.

Si può concludere che l'idea archetipica di I. Newton si è propagata sino ad oggi, seppure (purtroppo) nelle costruzioni di ordigni bellici.

Bibliografia essenziale

I. Newton, Principi matematici della filosofia naturale, UTET (1965)
G. Gamow, "Biografia della fisica", Edizioni EST Mondatori 1963
Rivista "Le Scienze", n° 423 Settembre 2004, p. 93

Maurolico e la misura del cerchio

RICCARDO BELLÉ
(Università di Pisa)
belle@mail.dm.unipi.it

Le opere archimedee di Francesco Maurolico non furono pubblicate che più di cento anni dopo la morte del loro autore nell'*Archimedis monumenta omnia matematica … ex traditione … Francisci Maurolici,* Palermo, *apud Cyllenium Hesperium*, 1685.

La pubblicazione di questo volume conobbe una storia travagliata, complicata da varie questioni in cui si intrecciano vicende politiche e sorti editoriali.

In ogni caso, ad eccezione di alcuni frammenti, quasi tutti gli studi archimedei di Maurolico sono oggi a nostra disposizione solo grazie a questa edizione. Gli unici testi che conosciamo anche attraverso tradizione manoscritta sono quelli relativi alla misura del cerchio:

- Archimedis de circuli dimensione libellus;
- Hippocratis tetragonismus;
- Maurolyci tetragonismus;
- Modus alius quadrandi circulum.
- Questo gruppo di opere costituisce, quindi, un prezioso strumento per la comprensione degli studi archimedei di Maurolico sotto vari aspetti:
- per l'edizione critica dell'*Archimedis opera ... ex traditione Maurolici*, ci permette di effettuare un confronto fra stampa e manoscritto, dandoci così la possibilità di individuare alcuni degli interventi dei curatori;
- per comprendere l'evoluzione degli studi archimedei di Maurolico, grazie a una serie di riferimenti interni e di collegamenti con le altre opere del *corpus* archimedeo *ex traditione Maurolici*;
- per valutare l'uso, da parte di Maurolico, di fonti medievali nella ricostruzione delle opere di Archimede;

Infine, i testi sulla quadratura del cerchio non si limitano ad aiutarci a gettare uno sguardo sull'attività di Maurolico come "restauratore" delle opere archimedee, ma anche a indagare l'apporto autonomo e innovativo del matematico messinese in questo campo della matematica.

Bibliografia essenziale

Clagett M., *Archimedes in the Middle Ages*, Madison-Philadelphia, 1964-1984 (*Memoirs of the American Philosophical Society*), voll. 5 in 10 tomi.

Giusti E., "Maurolico et Archimède: sources et datation du 1er livre du 'De momentibus aequalibus'", *Medieval and Classical Traditions and the Renaissance of Physico-Mathematical Sciences in the 16th Century*, Proceedings of the XXth International Congress of History of Science (Liège, 20-26 July 1997), Turnhout, Brepols 2001, pp. 33-40.

Moscheo R., *Francesco Maurolico tra Rinascimento e scienza galileiana, Materiali e ricerche*, Società messinese di Storia Patria, Messina, 1988.

Appunti sull'opera di Archimede nei riguardi dell'architettura navale

MARCO BONINO
(Bologna)
marco_bonino@iol.it

La ricostruzione della nave *Syrakosia* voluta da Gerone II di Siracusa, nell'ambito di un programma di ricerca sulle grandi navi ellenistiche (M. Bonino, 2003a, pp. 164-173; M. Bonino, 2003b), oltre alla parte navale, ha comportato lo studio del quadro culturale e del ruolo di Archimede nella sua realizzazione, su cui vi sono due posizioni principali emerse nel 2005 in occasione della mostra di Napoli *Eureka! il genio degli antichi (*E. Lo Sardo, curatore, 2005). L. Russo e F. Zevi estendono l'azione di Archimede anche alla progettazione della nave, ed alla possibilità di valutare le caratteristiche dello scafo, come fece per il paraboloide di rotazione; lo Zevi propone anche un collegamento culturale con *l'Isis* descritta da Luciano ed un richiamo di quest'ultimo al principio di Archimede[1].

Il Nowacki[2] esclude la possibilità che Archimede abbia applicato alle forme degli scafi i calcoli dei centri di gravità e di carena, anche se poteva essere in grado di farlo. Il Pomey, insieme a Tchernia[3], ipotizza che Archimede sia stato in grado di valutare la stabilità sulla base dei volumi calcolati da sezioni desunte dal progetto; propone infatti che per lo scafo della *Syrakosia* sia stato steso un progetto grafico basato sui sesti di una eikosere (polireme con gruppi di voga di 20 rematori, spesso indicata come 20ere). Inoltre propone che, essendo la costruzione realizzata in due fasi principali (prima e dopo il varo), esse siano state utili anche per tenere meglio sotto controllo il galleggiamento e la stabilità.

Queste posizioni sono espresse come ipotesi di lavoro (nei primi casi un po' confuse) da approfondire e su cui confrontarci, in relazione a quanto conosciamo e ipotizziamo sui procedimenti costruttivi e progettuali del periodo ellenistico ed in relazione alla validità dei dati allora ottenibili ai fini della valutazione della stabilità. Ho intrapreso questo approfondimento con il concorso di dati archeologici e cercando di riprodurre i processi logici e i calcoli "meccanici" archimedei, anche in forma didattica, con l'aiuto di modelli geometrici e della carena dell'ipotesi della stessa *Syrakosia*.

Ritengo che la posizione del Nowaki sia quella più realistica; il ruolo di Archimede fu certamente di sovrintendente e di inventore, mentre il suo interesse per i principi di equilibrio e stabilità dei galleggianti rimase al livello di ricerca teorica personale, anche se dall'impresa della *Syrakosia* può aver preso lo spunto e l'ispirazione. Le ragioni per questa convinzione sono indicate qui di seguito.

1 – La funzione di Archimede fu quella di ministro e/o sovrintendente (*epòptes*) e a questa aggiunse le soluzioni per il varo con argani speciali a vite, per la pompa principale di sentina fatta a coclea, per il planetario e per le armi da getto. La parte navale del progetto e della realizzazione fu eseguita da Archia da Corinto, che Moschione definisce *architetto*, e proprio

[1] Lucio Russo, *Archimede e la rivoluzione scientifica,* in E. Lo Sardo, curatore, 2005, pp. 217 – 222; Fausto Zevi, *Le navi di Archimede, ,* in E. Lo Sardo, curatore, 2005, pp. 223 –227, argomenti anticipati in pubblicazioni precedenti..
[2] H. Nowacki, 2002.
[3] Patrice Pomey, André Tchernia, *Archimede e la Syrakosia,* in E. Lo Sardo, curatore, 2005, pp. 228 – 232.

nel rapporto tra i significati di *geometra, matematico, meccanico* e *architetto,* oltre che *amico* e *sovrintendente,* sta una parte dell'interpretazione dell'opera di Archimede.

2 - Per estendere al caso pratico le sue intuizioni sulla stabilità dei corpi galleggianti, Archimede avrebbe dovuto poter calcolare il volume immerso: concettualmente era in grado di farlo solo in modo approssimativo in presenza di un progetto disegnato sulla base degli operatori geometrici che probabilmente erano impiegati in età ellenistica per conformare gli scafi (e usati fino all'uso del disegno con sezioni ortogonali)[4]. Sarebbe stato necessario valutare l'area delle sezioni e da esse il volume della carena, ma con gli operatori geometrici ellenistici questo non poteva portare a risultati completi. Per ovviare a questo si può aumentare il numero di sezioni rispetto alle tre usate, ma è meno aleatorio ricorrere ai metodi "meccanici", cioè alla pesata di modelli o dell'acqua spostata dagli stessi modelli. I documenti antichi non fanno cenno a questa possibilità, ad esempio Erone, nelle *Definizioni* (N. 74), considera possibile il calcolo di volumi che possono ricondursi o scomporsi in volumi regolari geometricamente definiti (cilindri, parallelepipedi, coni, piramidi, sfere, conoidi). Il metodo di calcolo del volume per confronto di pesate di modelli è comunque assai probabile e torna, come un masso erratico, nella trattatistica araba (Al-Farisi e Al- Kasi, sec. XIII – XV)[5]: ha il vantaggio della semplicità, inoltre il centro di carena e il metacentro hanno altezze esattamente in scala nel modello rispetto alla nave, trattandosi di particolarità geometriche. L'uso che Archimede fa del concetto di *peso* e di *densità* delle parti immerse, rispetto a quelle emerse del paraboloide di rotazione, fa pensare che egli abbia usato modelli per le caratteristiche geometriche, rapportate ai pesi determinati con la stadera. Una difficoltà insita nella possibilità di estendere alle carene i concetti espressi per *l'orthotome* relativamente alla posizione delle verticali passanti per il baricentro e per il centro di spinta, sta nel fatto che Archimede avrebbe dovuto disporre di serie di modelli di scafi con prestazioni simili o diverse. È una possibilità piuttosto remota, inoltre, per valutazioni di merito, occorre conoscere i pesi, secondo quanto indicato al punto 3: in mancanza di tale confronto, non è possibile andare oltre alcune enunciazioni di principio, che hanno un grande valore teorico, ma che difficilmente sono applicabili a casi pratici.

3 – Occorre valutare il peso, in modo da posizionare il baricentro e quantificare il momento di raddrizzamento, aspetto questo non considerato a sufficienza nelle ipotesi riassunte in premessa. Moschione accenna alla conoscenza del peso di uno scafo quando riferisce che il materiale necessario per costruire la nave era sufficiente per 60 quadriremi, quando esprime in *talenti* la portata delle imbarcazioni ausiliarie, o quando Ateneo dice che l'*Isthmia* di Antigone Gonata comportava un terzo o un quarto della *Syrakosia.* Sono indicazioni indirette che, insieme ai dati estrapolabili al peso dello scafo e agli altri pesi (personale, provviste), possono darci il dislocamento; si usavano di solito misure di volume (*medimni, moggi, anfore*),[6] come per le attuali misure di stazza. Formule medioevali e rinascimentali analogamente davano la portata delle navi in volume, perciò la valutazione del dislocamento originale necessita di un lavoro di interpretazione[7].

4 – L'applicazione del principio di Archimede riferita alla valutazione del galleggiamento e della stabilità delle navi non trova riscontro, per tutto il corso dell'antichità, nelle opere sue nè di altri rimasteci, ma nemmeno nella pratica delle costruzioni navali colte, quelle che

[4] M. Bonino, 2005, pp. 113 – 131; M. Bonino, comunicazione al V Congresso SISM, *Operatori geometrici, progetto e disegno nell'architettura navale antica,* Bologna, 19 Novembre 2005.

[5] Un'eco si trova probabilmente nel *Liber de ponderibus,* riportato nel manoscritto archimedeo del Moerbike, fonte da controllare da M. Clagett, da R. Rashed e da altri.

[6] L. Casson, 1971, pp. 185 – 186; P. Pomey, A. Tchernia, 1978, in particolare pp. 246, 248 e n. 76.

[7] L. Casson, 1971, p. 188; M. Bonino, 2005, pp. 54 – 55, sono formule usate per fini fiscali, basate su volumi e portate di tipi navali presi come riferimento, ma non potevano adattarsi a tutte le forme di carena. Si propone in questa sede la ricostruzione del tipo di carena adatto alla formula veneziana per la portata confrontata con F. C. Lane, 1965, pp. 219, 221, 224-225, 239 e A. Chiggiato, 1991, figg. 4 – 7, 1410 (*nave quadra*).

avrebbero dovuto tener conto degli sviluppi più avanzati di questa cultura[8]. La regolazione dell'assetto della seconda nave di Nemi, fatta dopo il varo con l'aggiunta di zavorra per ottenere il pescaggio e l'assetto corretto, mostra che non vi fu una valutazione accurata del dislocamento in fase di progetto e che questa fu stimata con abbondanza, sovradimensionandola in modo da avere un ampio margine di sicurezza, da regolare successivamente ed empiricamente con la zavorra (250 – 300 tonn).

5 - Analogamente, nella barca C di Pisa S. Rossore la posizione degli scalmi è stata definita dopo il varo e quindi mentre la barca galleggiava, in modo da avere un allineamento corretto del sistema di voga dopo avere ottenuto l'assetto dello scafo in acqua. La barca è piccola (13 m di lunghezza), ma rivela una pratica diffusa, che è suggerita anche dalle dimensioni dei cantieri del III – II sec. a. C. conosciuti a Corfù, a Cartagine ed anche a Siracusa[9]. Essi ci appaiono molto stretti e probabilmente potevano ospitare scafi senza appostoccio (struttura sporgente per gli scalmi dei remi), che doveva essere posto sullo scafo dopo il varo, come dopo il varo si posizionavano le scalmiere delle galee rinascimentali[10], anche per queste gli operatori geometrici usati per conformare lo scafo non consentivano di valutare esattamente il volume della carena.

Con un calcolo sufficientemente approssimato del dislocamento questi procedimenti empirici di assetto e le conseguenti regolazioni sarebbero stati marginali e non così evidenti.

Solo dalla metà del XVIII secolo, quando il disegno navale permise di calcolare correttamente il dislocamento mediante le sezioni ortogonali, fu possibile superare le formule fiscali medioevali e definire il dislocamento vero. Nello stesso periodo il concetto di momento di raddrizzamento, impostato da Archimede solo per alcuni solidi geometrici, fu sviluppato ed applicato definitivamente alle carene, dall'intuizione di Christian Wigens sul movimento di rollio di uno scafo analogo a quello del pendolo, codificato poi dal Bouguer e da Eulero[11], ma ci volle ancora più di un secolo perché, dopo l'esperienza di W. Froude e dello Scott Russel[12], ingegneri e matematici come Olsen e Normand[13], potessero proporre regole e formule semplici per la valutazione dell'altezza metacentrica e del momento di raddrizzamento, mediante le quali affrontare in modo comparativo il comportamento degli scafi in relazione alla stabilità.

Bibliografia

M. Bonino, *Un sogno ellenistico, le navi di Nemi,* Pisa 2003 (a).

M. Bonino, *Le grandi navi ellenistiche, una ricerca che parte dal Lago di Nemi,* in "Documenta Albana", II serie, N. 25, 2003 (b), pp. 15-25.

M. Bonino, *Argomenti di architettura navale antica,* Pisa 2005.

M. Bonino, *Imbarcazioni militari e mercantili nel III – II sec, a, C,* in *Rimini e l'Adriatico nell'età delle guerre puniche,* Atti del Convegno, Rimini marzo 2004, Bologna 2006, pp. 233 - 257

L. Casson, *Ships and seamenship in the ancient world,* Princeton, 1971

A. Chiggiato, *Contenuti delle architetture navali antiche,* in "Ateneo Veneto", a. CLXXVIII, 1991, pp. 141 – 211.

G. Colombo, *Manuale dell'imgegnere,* 81^ ed., Milano 1971

[8] Quanto scritto prima da Aristotile (*Meteorologia,* 2. 3) e poi da Luciano (*Navis,* 19 – Loeb classical Library, Vol. VI, 1959, p. 453), non mi pare da collegarsi al principio di Archimede, quanto alla semplice esperienza empirica.

[9] M. Bonino, 2006, p. 238.

[10] Come mostrano, tra gli altri documenti, alcune vedute di Pisa del XVII secolo.

[11] P. Bouguer, *Traité du navire,* Paris, 1746; L. Euler, *Scientia Navalis,* St. Petersburg, 1749.

[12] W. Froude, *On the rolling of ships,* 1861, e *On the rolling of ships as influenced by their forms and by the disposition of their weights,* 1866, in risposta allo scritto di Russel Scott su INA, da C. A. Marchaj, Milano 1992, pp. 130 – 131.

[13] Formule impiegate dagli ingegneri navali e dai periti nautici, M. Gleijses, *Architettura navale,* in G. Colombo, 1971, p. 1143; F. Rapacciuolo, 1998, pp. 47 – 48, 101 – 105.

F. C. Lane, *Navires et constructeurs à Venise pendant la Renaissance,* Paris 1965.
E. Lo Sardo, curatore, *Eureka ! il genio degli antichi,* Electa, Napoli 2005, catalogo della Mostra.
C. A. Marchaj, *Le qualità marine di una barca*, Milano 1992.
H. Nowacki, *Archimedes and ships stability,* in Max Planck Institute for the History of Science, Preprint N. 237, Berlin 2002.
P. Pomey, A. Tchernia, 1978, *Le tonnage maximum des navires de commerce romains,* in "Archeonautica", 4, pp. 233 – 251.
F. Rapacciuolo, *Elementi di teoria della nave,* La Spezia 1998.

L'illuminazione pubblica di Bologna tra Settecento e Ottocento

MARIA TERESA BORGATO
(Università di Ferrara)
bor@unife.it

La diffusione della illuminazione come pubblico servizio a spese della comunità diventò uno dei meriti del secolo, per altri motivi detto dell'Illuminismo: alcune città europee come Parigi, Madrid, e in Italia, Venezia, Milano, Torino, si dotarono di un'illuminazione pubblica ad olio a partire dalla seconda metà del Settecento. A Milano nel 1784 Giuseppe II introdusse l'illuminazione ad olio, finanziandola con il gioco del lotto: difficoltà non banale era infatti il finanziamento dell'opera che richiedeva anche contributi sistematici per il suo funzionamento.

A Bologna vi fu un tentativo di programmare l'illuminazione pubblica della città nel 1761, illustrato in un opuscoletto intitolato *Tontina mista o sia progetto per illuminare la città di Bologna*. Il problema era sia tecnico che economico. Per la parte economica si pensava di far ricorso ad una operazione finanziaria: la 'tontina' ideata dal banchiere napoletano Lorenzo Tonti (1630-1695). La tontina bolognese era detta 'mista' poiché combinava diversi prodotti finanziari e una lotteria.

Il progetto della 'tontina mista' non ebbe seguito e Bologna dovette aspettare l'arrivo dei francesi nel 1796 per avere un nuovo progetto di illuminazione pubblica che fu affidato a Giuseppe Guidicini coadiuvato dall'architetto Giuseppe Tubertini. Il progetto di Guidicini fu inaugurato il 26 febbraio 1801. Il periodo di illuminazione notturna si basava essenzialmente sulle fasi della luna, poiché volendo realizzare una certa economia l'illuminazione era giudicata sufficiente quando la luna era in plenilunio o alta sull'orizzonte. Per questo erano necessari calcoli astronomici precisi: Giambattista Guglielmini eseguì questi calcoli, redigendo le tabelle orarie della illuminazione notturna che indicavano l'ora di accensione e spegnimento dei fanali per tutti i giorni dell'anno nelle due ipotesi di cielo sereno o nuvoloso. Le tavole, via via regolate con maggiore precisione in base alle esigenze della città, furono pubblicate dal 1801 al 1808.

Al progetto di illuminazione per Milano collaborò l'astronomo Angelo de Cesaris calcolando l'ora del sorgere e del tramontare della luna. I criteri seguiti a Milano, e in gran parte adottati a Bologna furono i seguenti:

1. Si considerò sufficiente l'illuminazione lunare nei cinque giorni precedenti e nei cinque seguenti il plenilunio.
2. Si considerò cessata la luce della luna quando essa distava dall'orizzonte meno di tre quarti d'ora, attorno al plenilunio però si calcolò un tempo minore.
3. Si convenne dunque che il sesto giorno dopo il plenilunio l'illuminazione artificiale dovesse iniziare tre quarti d'ora prima del tramonto della luna e finire col finire della notte, mentre dopo l'opposizione l'illuminazione artificiale doveva cominciare al tramonto del sole e finire tre quarti d'ora dopo il sorgere della luna.

Il numero delle ore di accensione dei lumi moltiplicato per il numero delle lampade forniva la quantità d'olio giornaliera per i diversi accenditori.

Il progetto elaborato da Guidicini venne descritto in ogni dettaglio dal Guidicini stesso, divenuto Ispettore Generale della Pubblica Notturna Illuminazione di Bologna, dopo un anno di sperimentazione come un modello per gli altri comuni: *Piano per una Pubblica Notturna Illuminazione ideata sul Modello di quella di Bologna*. Nel frattempo la Legge del 4 Messidoro Anno IX Repubblicano (23 giugno 1801) aveva stabilito che su tutto il territorio della Repubblica Cisalpina le «spese per dell'illuminazione fossero sostenute dai singoli comuni col mezzo di una tassa particolare, o di una sovrimposta alle contribuzioni dirette».

L'impianto bolognese comprendeva 650 lampioni a fiamma unica, divisi in tre classi a seconda del consumo orario di olio e del numero di «riverberi» ossia dei riflettori usati per diffondere la luce. Il lampione di prima classe era posto ai crocevia e dava luce mediante 4 riverberi. Il lampione di seconda classe serviva ad illuminare tre punti diversi con tre riverberi, od anche le strade agli angoli. Il lampione di terza classe con due soli riverberi senza cappello serviva solamente sotto i portici ad illuminare due tratti rettilinei. Per la caratteristica della città di Bologna, aveva prevalso il parere di mettere, dove possibile, i lampioni sotto i portici, piuttosto che allo scoperto.

Il combustibile usato era rigorosamente l'olio di oliva, solo per evitare la congelazione si poteva mescolare con un terzo di olio di noci o di lino.

Le entrate assegnate all'illuminazione erano completamente separate da quelle afferenti al Dipartimento e allo stesso Comune. Alle spese per l'alimentazione dell'impianto concorrevano una tassa indiretta sui biglietti per gli spettacoli teatrali, un pedaggio per l'entrata e l'uscita da una delle quattro porte dalla città, una tassa sui negozi e una sulle case prospicienti le zone illuminate . La riscossione delle tasse era affidata ad un esattore che percepiva una percentuale sull'incasso. La ricevitoria delle tasse sull'illuminazione si trovava a fianco dell'Ufficio dell'Ispettore generale, sotto il portico dei Filippini. L'imposta si esigeva il 15 gennaio di ogni anno.

L'illuminazione pubblica si estese ad altre città della Repubblica e del Regno d'Italia. A Ravenna l'illuminazione notturna fu introdotta il secondo anno della Repubblica Italiana; decretato nel dicembre 1803, il piano fu realizzato e inaugurato il 21 aprile 1804: esso prevedeva 90 fanali e la spesa di funzionamento doveva gravare sul dazio del vino. A Faenza nel 1800 veniva affidata a Paolo Casali la costruzione di 50 fanali e il 17 marzo 1802 gli veniva appaltata l'accensione e la manutenzione di 62 fanali: l'inaugurazione dell'impianto avvenne il 21 giugno 1802. A Ferrara l'impianto che inizialmente prevedeva 300 fanali fu realizzato parzialmente (148 punti luce) in più riprese a partire dall'aprile 1802. Anche a Comacchio la prima illuminazione pubblica fu realizzata durante la Repubblica Italiana, come si deduce da un documento dell'Archivio di Stato di Ravenna che testimonia l'esistenza di un impianto prima del 1813.

L'impianto di illuminazione ad olio di Bologna funzionò, con alcune modifiche e miglioramenti, per quasi mezzo secolo.

Bibliografia

M. T. Borgato, *Giambattista Guglielmini una biografia scientifica*, Bologna, Clueb, 2007.

L. Breventani, *Supplemento alle Cose notabili di Bologna e alla Miscellanea ... di G. Giudicini*, Bologna, Garagnani, 1908.

G.B. Guglielmini, *[Tavole della notturna illuminazione]* s.n.t. [Bologna, 19 luglio 1802], 12 pp.

G. Guidicini, *Piano per una Pubblica Notturna Illuminazione ideata sul Modello di quella di Bologna*, datato 26 aprile 1802, Archivio di Stato di Bologna, *Archivio Napoleonico*, XI, 274.

G. Guidicini, *Cose notabili della città di Bologna*, 5 voll., Bologna, Vitali 1868-1873. Id., *Miscellanea storico-patria bolognese*, Bologna, Monti 1872.

A. Natali, *L'illuminazione pubblica a Bologna*, «Il Comune di Bologna», *13* n. 7 (luglio 1927), Bologna, Mareggiani, 1927.

Piano disciplinare per la illuminazione notturna nella città di Bologna, Bologna, Tip. De' Franceschi, 1829

Raccolta delle leggi, proclami, ordini ed avvisi pubblicati in Milano dal giorno 13 pratile anno VIII epoca del ritorno dell'Armata francese in questa città, Milano, Veladini, 1800-1801, tomi 3 [2 giugno 1800-31 dicembre 1801].

G. Tabarroni, *I primi fanali e la prima ciminiera di Bologna*, Annuario dell'Istituto Aldini-Valeriani (1963-64), pp. 45-56.

Tabelle della Pubblica Illuminazione della Città di Milano (1808 dic. 31 - 1829 dic. 10), all'Osservatorio Astronomico di Brera, *Archivio Amministrativo Vecchio* A 018/012.

Tontina mista, o sia progetto per illuminare la città di Bologna, Roma, Sassi, 1762.

La conservazione dell'energia da Galileo a Lagrange

SANDRO CAPARRINI
(Università di Torino)
caparrini@libero.it

In meccanica razionale, la conservazione dell'energia ha senso principalmente come integrale primo che facilita l'integrazione delle equazioni del moto. Tuttavia, gli studi storici hanno posto finora principalmente l'accento sugli aspetti fisici o filosofici della questione. Lo scopo della comunicazione è di riepilogare i momenti salienti del teorema della conservazione dell'energia, mettendo l'accento sui contributi di Newton, Daniel Bernoulli, Euler e Lagrange.

La strana storia degli ottonioni: dalla teoria delle algebre alle applicazioni alla fisica

CINZIA CERRONI, MARIA ALESSANDRA VACCARO
(Università di Palermo)
cerroni@math.unipa.it

Gli Ottonioni, che come è ben noto, costituiscono un'algebra non associativa di dimensione 8 sui reali, furono così "chiamati" per la prima volta in una nota di W. R. Hamilton del 1848, in cui riferiva la scoperta fatta, nel dicembre del 1843, dal suo amico J. T. Graves. Nel 1845 A. Cayley, alla fine di una nota sulle funzioni ellittiche, "riscoprì" l'algebra degli Ottonioni. Per questa ragione, tale algebra prende il nome di Ottetti di Cayley.

Nel seguito vedremo come gli Ottonioni, nati in un contesto di ricerca di particolari sistemi di numeri ipercomplessi, hanno trovato applicazioni in molti campi, in particolare nella geometria proiettiva e nella fisica teorica.

A partire dalla seconda metà dell'ottocento furono costruite e studiate particolari "algebre", che contribuirono alla nascita del concetto generale di "struttura algebrica". Nel 1858 A. Cayley approfondì lo studio dell'algebra delle matrici, nel 1873 W. K. Clifford introdusse i biquaternioni[14], nel 1892 vennero introdotti i bicomplessi. Inoltre, vennero trovati risultati generali di classificazione. Nel 1871, B. Pierce dava una presentazione sistematica delle "algebre di ipercomplessi" note fino a quel tempo e nel 1878 G. Frobenius dimostrava che esistevano solo tre algebre associative dotate di divisione sui numeri reali: i numeri reali, i complessi ed i quaternioni reali. Queste ricerche sono alla base della teoria della struttura delle algebre che si sviluppò tra il XIX ed il XX secolo.

La struttura dell'Algebra degli Ottonioni venne formalizzata da L. E. Dickson nel 1927 come algebra non associativa alternante e venne studiata da M. Zorn nel 1930. Tra il 1932 ed il 1935 R. Moufang costruì e studiò dei piani proiettivi non desarguesiani (che portano il suo nome), detti OP^2, che sono coordinatizzati da un' algebra non associativa alternante. Queste

[14] Nel 1853 Hamilton aveva chiamato "biquaternioni" i quaternioni con coefficienti complessi.

ricerche contribuirono in modo naturale alla classificazione dei piani proiettivi conclusasi con M. Hall nel 1943. L'applicazione degli Ottonioni in fisica iniziò ad emergere nel 1934 grazie al lavoro di P. Jordan, J. von Neumann e E. Wigner sui fondamenti di fisica teorica, il cui formalismo portò all'uso di sistemi algebrici non associativi, detti algebre di Jordan, in Meccanica Quantistica. Questo lavoro, che sembrerebbe essere indipendente dalla scoperta dei piani di Moufang OP^2, in realtà è correlato. Infatti, nel 1949 Jordan scoprì che i piani proiettivi associati alle algebre eccezionali di "Jordan" altri non sono che i piani di Moufang. In seguito Jordan ed altri cercarono di applicare la Meccanica Quantistica ottonionica al nucleare e alla fisica delle particelle. Tali ricerche proseguirono lentamente fino agli anni '80. Quando si realizzò che gli Ottonioni spiegano alcune "curiose" caratteristiche della teoria delle stringhe.

Bibliografia essenziale

J. E. Baez, The octonions, *Bulletin of the American Mathematical Society,* vol. 39, n. 2, 2001, pp. 145-206.

A. Cayley, On Jacobi's elliptic functions, in reply to Rev. B. Bronwin; and on quaternions, *Philos. Mag.* 26, 1845, pp. 208-211.

R. Moufang, Alternativkörper un der Satz vom vollständingen Viesiet, *Abh. Math. Sem. Hamburg* 9, 1933, pp. 207-222.

F. van der Blij, History of the octaves, *Simon Stevin* 34, 1961, pp. 106-125.

P. Jordan, J. von Neumann, E. Wigner, On an algebraic generalization of the quantum mechanical formalism, *Ann. Math.* 35, 1934, pp. 29-64.

Rendere acuta la mente dei giovani: i libri di matematica per i più piccoli a Roma tra XVII e XIX secolo

CORRADO FALCOLINI
(Università di Roma Tre)
falco@mat.uniroma3.it

In questo lavoro si vuole mostrare come, anche nel campo della matematica elementare, la tradizione delle scuole d'abaco medievali sia andata trasformandosi verso la moderna scuola per tutti con l'attenzione alla ricerca di un metodo educativo generale, passando per la diffusione a Roma delle Scuole Pie fondate da Giuseppe Calasanzio.

Sono affrontati pochi argomenti specifici mediante una lettura comparata di alcuni testi di matematica elementare editi a Roma e nello Stato Pontificio tra il XVII e il XIX secolo; il lavoro è stato svolto con la collaborazione dell'Archivio di Stato di Roma per il reperimento di alcuni dei testi in esame, in occasione della mostra "Scuola primaria e libri di testo - Roma secc. XVII-XIX".

Tra gli argomenti evidenziati: la nozione di numero intero e la rappresentazione di numeri "grandi", la somma e la moltiplicazione e le prove utilizzate per la verifica del risultato, l'uso della parola "abaco", gli enigmi matematici ed i problemi pratici utilizzati come esempi.

Tra i testi studiati un "Breve trattato d'abaco" di Andrea Mezacapo del 1619, gli "Elementi aritmetici" del Padre Alessandro Conti del 1757 fino agli "Elementi di Aritmetica" di Francesco Soave del 1820 ed ai primi abbecedari.

Bibliografia

Cristoforo Clavio, Aritmetica prattica, Roma, nella stamperia di Domenico Basa, 1586 (tradotta dal latino da Lorenzo Castellano; altre edizioni romane appresso G. Facciotti: 1613, 1618, 1626.

Aurelio Marinati, Somma di tutte le scienze, Roma, appresso Bartholomeo Bonfadino, 1587

Cesare Crivellati, Breve compendio d'aritmetica, Viterbo, appresso Agostino Discepoli, 1622

Breue trattato d'abaco, Raccolto per il not. Andrea Mezacapo napoletano, In Viterbo, 1619

G. Battista di S.Francesco Elementi aritmetici ne' quali si risolvono tutte le difficoltà a principianti scuolari nelle Scuole Pie. – In Roma: per M. e O. Campana, 1689
P. Alessandro della Purificazione, Arimmetica pratica divisa in quindici trattati, In Roma : Francesco Buagni, S. Michele a Ripa, 1714
P. Alessandro Conti, Elementi aritmetici, In Roma, O. Puccinelli, 1757
L. Pasquali, Metodo teorico pratico per apprendersi da fanciulli le quattro operazioni, In Roma : L. Contedini, 1816
Francesco Soave, Elementi di Aritmetica, Roma, Carlo Mordacchini, 1820
Libretto di abbaco per istruzione dei fanciulli, Roma: Aureli, 1845
Abbecedario con Abbaco, In Spoleto : V. Bossi, 1851
C.De Keresztszegh, Elementi di aritmetica pratica, Roma: Aureli, 1860
Abbecedario, 1882, Museo Storico della Didattica Mauro Laeng
Fibonacci (Leonardo Pisano), Liber abbaci (1202), pubblicato secondo la lezione del Codice Magliabechiano C. 1., 2616, Roma, 1857
Luca Pacioli, Summa de Aritmetica, 1494
Luca Pacioli, De Viribus Quantitatis, trascrizione di M. Garlaschi, Raccolta vinciana, Milano
Oronce Fine', Aritmetica practica, Lutetiae Parisiorum, Apud Simonem Colinaeum, 1544
David Veronese, Aritmetica prattica, Genova, 1644
Francesco Soave, Compendio del Metodo delle Scuole Normali per uso delle Scuole d'Italia, presso Gaetano Martini, Venezia, 1808
D. Carlo Luigi Morichini, Degl'Istituti di pubblica carità ed istruzione primaria e delle prigioni in Roma, Nuova edizione, Tipografia Marini e Compagno, Roma, 1842

Manuali di matematica nella Napoli preunitaria

GIOVANNI FERRARO
(Università del Molise)
gn.ferraro@aliceposta.it

A Napoli la scuola primaria e secondaria era entrata a fare parte delle cure dello stato a partire dal 1767, quando le riforme attuate di Ferdinardo IV di Borbone portarono alla nascita della prima istruzione scolastica pubblica. L'illuminismo riformatore dei Borboni si esaurì, tuttavia, nell'ultimo decennio del secolo decimottavo anche a seguito degli eventi francesi e della paura che un eventuale contagio rivoluzionario incuteva sui sovrani di Napoli. La sanguinosa repressione che tenne dietro l'effimera repubblica partenopea non migliorò certamente la situazione; e così, nel 1806, quando, per la seconda volta, i francesi occuparono il regno e costrinsero i Borboni a rifugiarsi in Sicilia, il sistema scolastico napoletano era in condizioni critiche. Immediatamente, il nuovo sovrano Giuseppe Bonaparte si fece promotore di una profonda riforma dell'istruzione pubblica, la quale poi fu, in ampia parte, attuata dal suo successore Gioacchino Murat tra il 1808 e il 1815. In questo modo fu progettato e parzialmente attuato un sistema di istruzione primaria, secondaria e universitaria che costituì la sua struttura essenziale della scuola napoletana fino all'unità d'Italia. Questa sostanziale continuità tra l'organizzazione scolastica negli anni dei napoleonidi (1806-1815) e nel periodo successivo (1815-1860) giustifica la mia scelta delle date del 1806 e del 1860 come inizio e fine del mio esame dei manuali di matematica in adozione nelle scuole secondarie napoletane. Dopo il 1860, la caduta definitiva dei Borboni, portava anche dal punto di vista dell'organizzazione del sistema scolastico a un situazione del tutto nuova, anche se proprio una sorprendente continuità si nota propria in alcune scelte concernenti i metodi e i contenuti dell'insegnamento della matematica nei licei napoletani (almeno quelli pubblici) e nelle scuole secondarie della nuova Italia, secondo la riforma del 1867.

Bibliografia

M. T. Borgato, Alcune note storiche sugli Elementi di Euclide nell'insegnamento della matematica in Italia, «Archimede», 1981, pp.185-193.

G. D'Anna, La scuola elementare media e superiore nel Regno delle Due Sicilie di qua dal faro dal 1815 al 1860: con documenti inediti, Caserta, E. Marino, 1923.

G. Ferraro, Manuali di geometria elementare nella Napoli preunitaria (1806-1860), «History of Education & Children's Literature», II, 1 (2008).

G. Ferraro, L'insegnamento della geometria a Napoli nell'Ottocento e i suoi influssi sulle scuole del Regno d'Italia, «Annali del Quinto Distretto Scolastico» (Napoli), 10, 1995, pp. 66-82.

L. Giacardi, I manuali per l'insegnamento della geometria elementare in Italia tra Otto e Novecento, in G. Chiosso (a cura di) TESEO. Tipografi e editori scolatico-educativi dell'Ottocento, Milano, Editrice Bibliografica, 2003, pp. XCVII-CXXIII.

L. Pepe, Insegnamenti matematici e libri elementari di matematica nella prima metà dell'Ottocento. Modelli francese ed esperienze italiane, in Livia Giacardi (a cura di) Da Casati a Gentile. Momenti di storia dell'insegnamento secondario della matematica in Italia, Lugano, Agorà Publishing, 2006, pp. 65-99.

L. Pepe, Matematica e fisica nei collegi del Settecento, «Studi Settecenteschi«», 18,1998, pp. 407-420.

L. Pepe, Per una storia degli insegnamenti matematici in Italia, in Sergio Invernizzi Giornate di Didattica, Storia ed Epistemologia della matematica in ricordo di Giovanni Torelli, Trieste, Università degli Studi, 1996, pp. 101-116;

G. Nisio, Dell'istruzione pubblica e privata a Napoli dal 1806 al 1871, Napoli, Testa, 1871;

A. Zazo, L'istruzione pubblica e privata nel napoletano: 1767-1860, Citta di Castello, Il solco, 1927.

Gabriele Manfredi e i problemi d'acqua della pianura bolognese

SANDRA GIUNTINI
(Univeristà di Firenze)
giuntini@math.unifi.it

Le acque, i problemi relativi al loro controllo ebbero un ruolo molto importante nella città di Bologna nel XVII e nel XVIII secolo, intersecandosi spesso anche con sollecitazioni politiche, economiche e sociali. E' in quest'ambito che Gabriele Manfredi (1681-1761), a partire dal 1716, svolse molta della sua attività, a discapito della ricerca matematica, dopo che solo nel 1707 aveva pubblicato il *De Constructione aequationum differentialium primi gradus*.

Brevemente per chiarire il contesto della questione si può dire che negli ultimi anni del XVII secolo si erano particolarmente aggravati i problemi connessi al controllo delle acque dei fiumi appenninici ed era stato appunto per facilitare il commercio della città di Ferrara (appena annessa allo stato pontificio), che, con Breve del Papa Clemente VIII, nel 1604 era stata decisa la deviazione del Reno dal ramo del Po cosiddetto di Ferrara e la sua "provvisoria" dispersione nella Valle Sammartina (zona paludosa che faceva parte della legazione ferrarese).

La tecnica seicentesca non permise però di scavare il letto del Po di Ferrara in modo conveniente per poter attirare le acque del Po di Venezia, che scorreva circa 30 piedi più in basso. L'operazione fu ritenuta impossibile e quindi abbandonata, ma le acque del Reno, nonostante nel Breve del Papa si prevedesse il contrario, non furono più convogliate nel Po. La situazione per le campagne bolognesi (ed anche ferraresi) divenne sempre più disastrata, finché nel Papa Innocenzo XII, accogliendo le istanze di bolognesi e ferraresi promosse la visita dei cardinali D'Adda e Barberini, allo scopo di ricercare una nuova regolamentazione delle acque nei territori bolognese e ferrarese. La visita tuttavia non ebbe effetti immediati (come del resto tante altre che si susseguirono): la risoluzione proposta dai cardinali, che prevedeva l'immissione del Reno nel ramo principale del Po, detto Po grande, non fu resa pubblica fino al 1715. Per facilitare la realizzazione di questa disposizione il Senato

bolognese istituì l'Assunteria delle Acque (nella pratica gli affari delle Acque furono separati da quelli dei Confini) della quale divenne segretario Gabriele Manfredi, che già dal 1708 lavorava nella Cancelleria Senatoria. E' tuttavia assai arduo seguire la sua opera in seno ad essa, almeno per due motivi.

Innanzitutto il materiale archivistico proprio di quest'Assunteria, conservato all'Archivio di Stato di Bologna, è di difficile consultazione. Le tipiche serie archivistiche (atti; recapiti=allegati, attinenti agli atti; lettere) si presentano con varie lacune, mentre l'altra parte del materiale è in realtà una grande miscellanea, priva di un qualsiasi ordinamento. Al suo interno, ad esempio, si può individuare una serie di 60 e più buste, indicate genericamente col nome di *Scritture d'Acque*, che raccolgono una documentazione sia a stampa, sia manoscritta, la cui suddivisione è, per così dire, "a caso", non rispecchiante né un ordine cronologico, né una suddivisione tematica. D'altra parte la natura particolarissima che quest'Assunteria trattava aveva consentito al suo segretario di portarsi il materiale ad essa relativo a casa, scorrendo infatti il vario materiale delle filze *Scritture d'Acque* si ha l'impressione che molte di esse abbiano costituito l'archivio personale di Gabriele Manfredi.

In secondo luogo non è facile stabilire quanto l'Assunteria si sia avvalsa delle sue competenze scientifiche prima del 1739, anno della morte del fratello Eustachio, al cui fianco Gabriele collaborava. Sono presenti, infatti anche alcuni autografi di Gabriele, che però una volta dati alle stampe sono apparsi col nome di Eustachio, in quanto è sempre stato quest'ultimo, come Sopraintendente, il matematico ufficiale della città di Bologna dal 1705 al 1739. E' quindi lecito chiedersi se questi contributi siano frutto della collaborazione di entrambi, oppure se Gabriele sia stato solo un semplice amanuense.

Alla morte del fratello, Gabriele divenne Sopraintendente, e quindi il responsabile della situazione idrica del territorio bolognese. Come tale guidò il progetto d'immissione del torrente Idice nel Primaro, che costituisce il primo vero tentativo di soluzione dei problemi d'acque del territorio bolognese e alla cui ideazione (1740-1746) e successiva realizzazione tecnica contribuì efficacemente Manfredi.

Nella realizzazione del progetto, detto del "Cavo Benedettino" furono compiuti numerosi errori che portarono all'insuccesso dell'operazione, alcuni inevitabili per la competenze tecniche dell'epoca e per la scarsezza del denaro a disposizione, come dimostra l'analisi della documentazione contenuta in alcune filze, intitolate "Affari d'Acque", contenute nel fondo Bentivoglio della Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio di Bologna, dove sono conservati molti autografi di Manfredi, inviati all'ambasciatore bolognese a Roma Fulvio Bentivoglio, a cui Manfredi riferiva durante le operazioni per l'esecuzione del Cavo.

Bibliografia

ASB, ASSUNTERIA DI CONFINI ED ACQUE; BCAB, FONDO BENTIVOGLIO

Germani Ingrid, *Assunteria d'Acque: osservazioni sulla sua "Memoria" scritta* alle pp. 72-93 di *Problemi d'Acque a Bologna in età moderna*.

Giacomelli Alfeo, *Appunti per una rilettura storico-politica delle vicende idrauliche del Primaro e del Reno e delle bonifiche nell'età del governo pontificio* alle pp. 103-254 di *La pianura e le acque tra Bologna e Ferrara: un problema secolare*.

La pianura e le acque tra Bologna e Ferrara: un problema secolare. Mostra documentaria ed iconografica, Cento, Centro Studi "Girolamo Baruffaldi", 1984.

Problemi d'acque a Bologna in età moderna, Atti del II colloquio, Bologna, Istituto per la storia di Bologna, 1983.

Raccolta d'autori italiani che trattano del moto dell'acque, Ed. IV arricchita di molte cose inedite e d'alcuni schiarimenti, Bologna, dalla tipografia di J. Marsigli (I-IX), 1821-24, dalla tipografia Cardinali e Frulli (X), 1826. 10 voll.

Raccolta di varie scritture e notitie concernenti l'interesse della remotione del Reno dalle Valli. Fatta in Bologna l'anno 1682, Bologna, Giacomo Monti, 1682.

Relazione dello stato presente delle Acque che infettano le tre provincie di Romagna, Ferrara e Bologna con il parere sopra li rimedj proposti fatta alla Santità di Nostro Signore Papa Innocenzio III pubblicata d'ordine della Santità di Nostro Sig. Papa Clemente XI nel corrente anno 1715, Bologna, Successori del Benacci, 1715.

Veronesi Giovanni, *Cenni storici sulle vicende idrauliche della Bassa Pianura Bolognese*, Bologna, Tipografia all'Ancora, 1858. Estratto dal vol. X di Memorie della Società Agraria della Provincia di Bologna

Veronesi Giovanni, *Sulle vicende idrauliche della bassa pianura bolognese*. Appendice alla memoria del 1858, Bologna, Tipografia Cenerelli, 1887.

Gravitazione e materia oscura; il metodo di Einstein-Palatini nel caso non-lineare: una grande "incompiuta" …?

MARCELLA LORENZI, MAURO FRANCAVIGLIA
(Università della Calabria, Università di Torino)
marcella.lorenzi@unical.it, mauro.francaviglia@unito.it

Con l'avvento della Relatività Generale (RG), compiutosi definitivamente nel 1915-1916, Fisica e Geometria si incontrano in una Teoria della Gravitazione in cui le feconde idee di Riemann ("*lo Spazio è curvo e la sua curvatura deve essere dedotta dalle osservazioni astronomiche*" - 1856) trovano piena rispondenza. Al tempo della sua prima formulazione, Albert Einstein poteva costruire solamente una teoria gravitazionale in cui il campo gravitazionale stesso era generato da una metrica Riemanniana di segnatura Lorentziana o "iperbolica", da determinarsi dinamicamente sullo SpazioTempo quadridimensionale. Ma già Einstein sapeva che in questa Teoria la metrica non poteva essere il campo stesso, bensì essa doveva essere il potenziale del campo gravitazionale, che era invece identificato (localmente) ai suoi simboli di Christoffel. Sempre nel 1915 Hilbert determina la Lagrangiana che genera le corrette equazioni di Einstein, individuandola nello "scalare di curvatura della metrica".

Nel 1919 Tullio Levi Civita fornisce una nuova teoria del "parallelismo" ed introduce il concetto di Connessione Lineare (insieme con i concetti di "trasporto parallelo" e di "derivazione covariante lungo una Connessione"). Già nel 1920 una Connessione viene proposta come variabile di campo (da H. Weyl) e nel 1925 è lo stesso Einstein ad introdurre quello che verrà (erroneamente) chiamato il "metodo di Palatini", in cui il campo gravitazionale è mediato dall'assegnazione contemporanea di una metrica Lorentziana e di una Connessione Lineare simmetrica, a priori indipendenti. Einstein intuisce, infatti, che il campo gravitazionale deve essere assimilato ad una Connessione Lineare piuttosto che ad una metrica sullo SpazioTempo. Il metodo viene presto abbandonato perché la sua applicazione alla Lagrangiana lineare che generalizza quella di Hilbert della Relatività Generale stessa (lo "scalare di curvatura della metrica e della Connessione") conduce, inevitabilmente, ad equazioni del tutto equivalenti a quelle di Einstein nel caso "puramente metrico". La Connessione, infatti, per virtù delle equazioni di campo risulta essere, a posteriori, quella di Levi-Civita della metrica, localmente descritta dai simboli di Christoffel. Einstein si convince che il campo gravitazionale non può essere altro che la Connessione di Levi-Civita di una metrica, e questa idea permane quasi indiscussa sino ai nostri giorni.

La Relatività Generale domina infatti, incontrastata, tutta la Fisica gravitazionale del XX Secolo ed influenza altri modelli fisico-matematici; ma a partire dagli anni '90 quella che oggi viene chiamata "Cosmologia di Precisione" conduce a mettere in dubbio la validità della Relatività Generale stessa nella sua forma "con materia ordinaria" – osservazioni astrofisiche e varie discrepanze dai modelli omogenei ed isotropi che dovrebbero descrivere pienamente la struttura su larga scala del Cosmo inducono infatti la Fisica ad introdurre, per "salvare" le equazioni di Einstein, ciò che viene variamente chiamato "Materia Oscura" ed "Energia

Oscura", che dovrebbe ammontare a circa il 95% della Materia-Energia presente nell'Universo.

Recenti ricerche hanno tuttavia portato a riconoscere che l'applicazione del metodo "di Palatini" a Lagrangiane non-lineari nella curvatura può invece spiegare questo "contenuto oscuro" del Cosmo non come materia invisibile, dalle insolite ed improbabili proprietà fisiche, bensì come "effetto di curvatura". Le equazioni di campo del caso non-lineare – infatti – costringono ancora la Connessione ad essere una Connessione Metrica, ma non della metrica originaria già presente nella Lagrangiana; bensì di una nuova metrica, detta "Metrica Gravitazionale" o "Metrica Oscura", legata conformemente alla prima da un fattore di conformità che dipende dallo scalare di curvatura della Connessione ed, in ultima analisi, in piena sintonia con il pensiero originale di Riemann e di Einstein, dal contenuto di materia ordinaria presente nell'Universo.

L'analisi storica della nascita della Relatività Generale nel 1916, della nascita del "Metodo di Palatini" nel 1925, del suo successivo abbandono (e dell'abbandono delle Connessioni indipendenti intorno agli anni '50) e della sua ripresa di interesse in tempi più recenti (unitamente alle "Teorie Non-Lineari del Campo Gravitazionale", studiate negli anni '60 ed anch'esse abbandonate sino agli anni '90) permette di comprendere a fondo le motivazioni storiche ed epistemologiche per cui Einstein, pur potendo liberarsi dalla metrica originaria ed assegnare alla Connessione un ruolo primario, scelse invece (per motivi pienamente comprensibili e condivisibili alla luce delle conoscenze sperimentali degli anni precedenti il 1960 ma rivedibili alla luce delle più recenti osservazioni astronomiche) di insistere sulla centralità della metrica, fuorviando involontariamente gran parte della ricerca astrofisica degli ultimi vent'anni.

La International Commission on Mathematical Instruction
Il contributo italiano dalla fondazione agli anni Cinquanta

LIVIA GIACARDI
(Università di Torino)
livia.giacardi@unito.it

La Commissione internazionale per l'insegnamento matematico (International Commission on the Teaching of Mathematics, Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique, Internationale Mathematische Unterrichtskommission, ora International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)) fu creata a Roma nel 1908 durante il IV Congresso Internazionale dei Matematici (ICM). Il suo primo presidente fu Felix Klein, matematico di valore con un forte interesse per i problemi della scuola ad ogni livello, promotore di una importante riforma dell'insegnamento della matematica in Germania. Vi aderirono diciotto paesi di tutto il mondo fra cui l'Italia che presentava come suoi delegati Guido Castelnuovo, Federigo Enriques e Giovanni Vailati. La scelta era abbastanza scontata: Castelnuovo era fra gli organizzatori del Congresso, la scuola italiana di geometria algebrica di cui sia lui che Enriques facevano parte, era nota e apprezzata in tutto il mondo e soprattutto c'era una consonanza con Klein nel modo di concepire tanto la ricerca, quanto l'insegnamento della matematica. Anche la scelta di Vailati, che rappresentava gli insegnanti secondari, era naturale, in quanto all'epoca era impegnato nei lavori della Commissione Reale per la riforma della scuola secondaria e fra i suoi punti di riferimento annoverava proprio Klein.

La Commissione, che inizialmente si era proposta lo scopo di "promuovere un'inchiesta e pubblicare un rapporto generale sulle tendenze dell'insegnamento secondario della matematica nei vari paesi", da allora ha attraversato periodi di stasi e di successiva ripresa per arrivare alla fine degli anni sessanta ad una vera e propria rinascita sulla base di nuove finalità e metodologie di lavoro, ampliando e diversificando attività e filoni di ricerca.

Nel suo secolo di vita si possono identificare i seguenti cinque periodi fondamentali determinati in parte da fattori esterni, e in parte dai cambiamenti di centri di interesse e di attività:

- Fondazione e primo periodo fino alla prima Guerra mondiale, la cosiddetta *Era di Klein*, caratterizzata dalla creazione di una importante rete internazionale di sottocomitati nazionali al fine di preparare rapporti sia sullo stato dell'insegnamento della matematica nei vari paesi, sia su temi specifici.
- Crisi e dissoluzione della Commissione nel 1920-21 per effetto della prima guerra mondiale e successiva ricostituzione nel 1928 (ICM, Bologna), rinascita di carattere effimero dovuta all'incapacità di produrre idee nuove da parte del ripristinato gruppo di lavoro, che si limitò a concludere i progetti iniziati in passato. Questa fase si chiude con un secondo forzato arresto dovuto allo scoppio della seconda guerra mondiale.
- Ricostituzione nel 1952 come sottocommissione permanente della appena ripristinata International Mathematical Union (IMU). Con qualche difficoltà in questo periodo l'ICMI definisce la sua struttura e le relazioni con l'IMU e stabilisce collaborazioni sia scientifiche che organizzative con altre associazioni portando così, da un lato, a una maggiore internazionalizzazione e all'organizzazione di numerosi congressi tematici in varie parti del mondo (con il supporto dell'OEEC e dell'UNESCO), e dall'altro, all'ampliamento delle linee di ricerca con nuovi approcci all'insegnamento della matematica (grazie alle relazioni con la CIEAEM).
- Rinascita alla fine degli anni sessanta e inizio dell'*Era di Freudenthal* grazie alla personalità carismatica di Hans Freudenthal, che con il suo talento organizzativo e soprattutto il suo forte spirito di indipendenza diede vita a due iniziative che segnano un punto di svolta nella storia dell'ICMI proiettandola verso il futuro: il primo International Congress on Mathematical Education (ICME) che ha dato il via ad una tradizione che dura tuttora, e la fondazione della nuova rivista *Educational Studies in Mathematics*, espressamente dedicata ai problemi dell'insegnamento.
- Infine le ultime decadi segnano un importante cambiamento nei rapporti fra matematici e educatori all'interno della Commissione che ha portato alla recente evoluzione nelle infrastrutture e nel governo dell'ICMI (ICM 2006, Madrid) per cui l'elezione dell'Executive Committee è effettuata direttamente dalla General Assembly dell'ICMI stessa e non dell'IMU come in passato.

Nel mio intervento prenderò in esame il contributo italiano alle attività dell'ICMI dalla fondazione fino ai primi anni cinquanta, quando fu creata la Commissione Italiana per l'Insegnamento della Matematica, fissando l'attenzione sui seguenti aspetti:

- i personaggi che ebbero un maggiore rilievo sia nella prima fase (Guido Castelnuovo, Federigo Enriques, Gino Loria, Gaetano Scorza), sia nel periodo seguito alla ricostituzione nel 1952 (Guido Ascoli) con particolare riguardo al loro punto di vista sull'insegnamento della matematica e alle iniziative da loro promosse nel settore;
- le relazioni prodotte dalla sottocommissione italiana nel primo periodo e l'influenza sulla Associazione Mathesis e in generale sulle riforme della scuola in Italia;
- il ruolo politico di Salvatore Pincherle, presidente dell'IMU, nel ristabilire nel 1928 la collaborazione scientifica internazionale;
- la genesi della Commissione Italiana per l'Insegnamento della Matematica.

Bibliografia essenziale

L. Giacardi, *From Euclid as Textbook to the Giovanni Gentile Reform (1867-1923). Problems, Methods and Debates in Mathematics Teaching in Italy*, «Paedagogica Historica. International Journal of the History of Education», XVII, 2006, pp. 587-613.

L. Giacardi (a cura di), *Da Casati a Gentile. Momenti di storia dell'insegnamento secondario della matematica in Italia*, Pubblicazioni del Centro Studi Enriques, Agorà Edizioni, La Spezia, 2006

L. Giacardi, *Castelnuovo, Enriques and the influence of Klein on Italian Mathematics Teaching*, in *International Congress of Mathematicians Madrid 2006, Abstracts*, European Mathematical Society, 2006, p. 594.
L. Giacardi, *Timeline*, *Guido Castelnuovo, Guido Ascoli,* in F. Furinghetti, L. Giacardi (eds.), *The first century of the International Commission on mathematical instruction (1908-2008). History of ICMI*, http://www.icmihistory.unito.it/, 2008.
M. Menghini, F. Furinghetti, L. Giacardi, F. Arzarello (Eds), *The First Century of the International Commission on Mathematical Instruction (1908-2008). Reflecting and Shaping the World of Mathematics Education*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2008.

Sulla didattica della Logica matematica: dalle Conferenze di A. Padoa (1898) all'istituzione dei corsi ufficiali (1960)

ERIKA LUCIANO
(Università di Torino)
erika.luciano@unito.it

Nonostante sia ormai ampia e approfondita la bibliografia inerente la storia dell'insegnamento secondario e universitario della Matematica fra il 1860 e il 1960, non sono finora state indagate quelle esperienze didattiche 'collaterali' e peculiari come i corsi liberi di Logica matematica e i cicli di conferenze e seminari, tenuti in varie sedi italiane ed estere da Giuseppe Peano e da alcuni suoi allievi, collaboratori e colleghi come Albino Nagy, Giovanni Vacca, Alessandro Padoa, Sebastiano Catania, Alfonso Del Re, Louis Couturat, Jacob Linzbach, Henry Bradford Smith, Wladislaw Kozlowski ed altri ancora.

A partire dal 1898 iniziative di questo genere, avviate in margine ad un corso ufficiale oppure interamente autonome, si susseguirono riscuotendo un buon successo di pubblico e, sovente, sfociando nella produzione di materiali didattici. Si tratta di dispense litografate, ma talora anche di veri e propri manuali, come quelli di A. Nagy (1892), C. Burali-Forti (1894 e 1919), A. Padoa (1912), L. Couturat (1905), W. Kozlowski (1917) ed H.B. Smith (1927), rivolti a un pubblico assai ampio e differenziato, che comprendeva studenti, docenti universitari e di scuola secondaria, intellettuali e semplici cultori.

In mancanza di insegnamenti ufficiali di Logica Matematica presso le Facoltà di Scienze MFN, avviati in Italia solo nel 1960 con l'incarico dato a L. Geymonat a Pavia, queste Conferenze costituiscono il segno tangibile dell'impegno profuso dalla Scuola di Peano nella diffusione delle nuove teorie logico-matematiche, sia nell'ambito universitario, sia in quello scolastico (medio-secondario).

Tramite i carteggi diagonali intrattenuti fra Peano, Vacca, Vailati, Padoa e Couturat e grazie all'esame di alcuni testi manoscritti, litografati o a stampa dei cicli di lezioni svolte da Padoa e Vacca a Bruxelles, Roma e Torino ci proponiamo di

- illustrare i contenuti di questi corsi e i loro riflessi sulla produzione editoriale specialistica;
- contestualizzare queste iniziative sotto il profilo scientifico, istituzionale e nell'ambito dei dibattiti delle associazioni degli insegnanti;
- esaminare le metodologie suggerite dai vari docenti, le strategie pedagogiche adottate, le finalità che si proposero e gli influssi dell'attività di ricerca sui contenuti, sulla struttura e sul linguaggio;
- indagare le reazioni dirette e indirette sortite da questi cicli di Conferenze, le tappe che portarono all'inserimento della Logica nei *curricula* di matematica e il retaggio culturale lasciato sull'insegnamento della disciplina;
- individuare i legami con ulteriori esperienze di discussione e divulgazione della Logica matematica nei periodici nazionali ed internazionali e in circoli privati, come ad esempio il Centro di Studi Metodologici di Torino.

Fonti Archivistiche

Carteggio A. Padoa – G. Vailati, lettere del 5.10.1898, 9.10.1898, 25.10.1898, 31.12.1898, 4.12.1898, 31.1.1900, 12.1.1901, 27.3.1901, 24.2.1902, 27.2.1902, Fondo Giovanni Vailati, Biblioteca del Dipartimento di Filosofia dell'Università Statale di Milano.

J. Linzbach, *Idéographie mathématique: étude du langage philosophique*, Parigi, 1930, pubblicazione non periodica, Lascito Peano (Fondo Santa Croce), Biblioteca Civica di Cuneo, Centro di Documentazione Territoriale.

A. Padoa, *Riassunto delle Conferenze su l'Algebra e la Geometria quali teorie deduttive*, Roma, Università, 1900, Parte I, pp. 1-60, Fondo Alessandro Padoa, Biblioteca del Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova.

A. Padoa, *Conférences sur la logique mathématique*, Bruxelles, Université Nouvelle, 1898.

G. Peano, *Programma di Logica Matematica, corso libero per l'anno 1906-07 presso la R. Università di Torino*, ms. autografo, Torino 20 marzo 1906, ASUT, XIV B, c. 1r.

G. Vacca, *Elementi di Logica Matematica, Estratto dalle Letture sulla Logica Matematica, fatte nella Università di Genova nel 1903*, Genova, s.e., 1903, pp. 1-24, Archivio privato Vacca.

[G. Vacca], *Appendici alle Lezioni di Analisi infinitesimale del Prof. G. Peano*, (copia litografata, Fascicoli I-V), [Torino], Litografia Tasca, 1898, pp. 1-78, Archivio privato Vacca.

[G. Vacca], *Analisi infinitesimale*, (manoscritto, Dispense 1-12), 1903-1904, pp. 1-96, Archivio privato Vacca.

Bibliografia Primaria

Burali Forti C., *Logica Matematica*, Milano, Hoepli, 1ª ed. 1894, 2ª ed. 1919.

Church A., *A bibliography of symbolic logic*, The journal of symbolic logic, 1, 4, 1936, pp. 121-216.

Couturat L., *L'algèbre de la logique*, Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Del Re A., *Lezioni di algebra della logica ad uso degli studenti delle facoltà di matematica e di filosofia e lettere dettate nella R. Università di Napoli*, Napoli, Accademia delle scienze fisiche e matematiche, 1907.

Kozlowski W., *Podstawy logiki czyli zasady nauk*, Warszawa, Wydawnictwo M. Arcta, 1917.

Nagy A., *Principi di logica, esposti secondo le dottrine moderne*, Torino, Loescher, 1892.

Padoa A., *La logique déductive dans sa dernière phase de développement*, Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Smith E.B., *Symbolic Logic*, New York, Crofts, 1927.

Bibliografia Secondaria Essenziale

De Paoli S., *La logica in Italia. A ricominciare fu Geymonat*, Lettera Matematica Pristem, 44, 2002, pp. 49-54.

Geymonat L., *Peano e le sorti della Logica in Italia,* Bollettino UMI, 3, 14, 1959, pp. 109-118.

Geymonat L., *Matematica, Metamatematica e Filosofia*, Rendiconti di Matematica e delle sue Applicazioni, 5, 19, 1960, pp. 124-129.

Giacardi L., Roero C.S., *L'eredità del Centro di Studi metodologici sulla matematica torinese*, Quaderni di Storia dell'Università di Torino, II-III, n. 2, 1998, pp. 289-356.

Luciano E., Roero C.S. (a cura di), *Giuseppe Peano-Louis Couturat. Carteggio (1896-1914)*, Firenze, Olschki, 2005.

Nastasi P., Scimone A. (a cura di), *Lettere a Giovanni Vacca*, Quaderni PRISTEM, n. 5, Palermo, 1995.

Vacca G., *Origini della Scienza*, Roma, Partenia, 1946.

Non si può nascondere l'attitudine per la Matematica

SILVIO MARACCHIA
(Roma)
silvio_maracchia@libero.it

La mia relazione ha carattere esclusivamente didattico poiché, anziché parlare di alcune ricerche che mi impegnano in questi mesi, stimo che ai colleghi che insegnano nelle scuole medie, cui è indirizzata questa relazione, sia più utile sapere qualche cosa sulla personalità dei

matematici creatori. Da quest'analisi io penso che possa trarsi un maggior significato di questi matematici e della matematica stessa.

In questi ultimi mesi mi sono occupato delle biografie di molti grandi matematici e penso che sia possibile trarre da questo studio qualche indicazione, non dico di invarianza, ma comunque di carattere generale. Si pensi, ad esempio, alla precocità manifestata quasi sempre dal matematico. Talvolta, è vero, il matematico inizia tardi a manifestare il suo genio, ma questo accade solo perché tardi egli viene a conoscenza della nostra disciplina da qualche docente illuminato o viene a conoscenza di qualche problema stimolante. Questo è accaduto ad esempio a Gottfried Leibniz che solo a ventiquattro anni incontrò Christiaan Huygens che lo sollecitò ad applicarsi alla matematica per cui comunque dovette pur manifestare un'attitudine colta dal matematico olandese. Così una sollecitazione analoga ebbe il ventiduenne René Descartes da Isaak Beeckmann. Si racconta anzi che mentre era di guarnigione a Breda, soldato al seguito di Maurice de Nassau, riuscì a risolvere rapidamente un problema di geometria che si era fatto tradurre proprio da Beeckmann che rimase stupito dalla capacità del giovane Descartes. Questo mostra comunque uno studio già effettuato e dà meditazioni su di esso. Anche Jean-Victor Poncelet si rivelò tardi come matematico e in circostanze drammatiche a tutti note. In verità anche questi personaggi, e altri che non cito, dimostrarono una notevole precocità, ma spesso questa era rivolta inizialmente agli studi umanistici che rappresentavano la via maestra, se non unica, dello studio di un giovane studente.

Nella maggioranza dei casi, però, l'attitudine alla matematica si rivelò assai presto. Tra tutti i matematici che vedremo in seguito, spicca Karl Friedrich Gauss che già a tre anni (tre anni!) mostrava la sua attitudine, pochi anni dopo sorprendeva per la sua capacità di ragionamento e a diciannove aveva già ottenuto risultati di assoluto valore. Ma nella relazione vengono anche ricordate le capacità matematiche dei giovanissimi Leonhard Euler, Èvariste Galois, Henrich Abel, Gaetana Agnesi, Augustin Cauchy, Ludovico Ferrari ecc.

Ma non è il ricordo di questa precocità il motivo della mia relazione: esso si basa essenzialmente sul mostrare come il giovane dotato del genio della matematica riesca a vincere vari ostacoli e varie opposizioni che si inframmettono per impedirgli di manifestare la sua creatività. In genere queste opposizioni provengono dal padre che cerca nel figlio una professione maggiormente remunerativa che non la professione di una materia che appare astratta e poco remunerata. In tal senso, Galileo Galilei, Blaise Pascal, Karl Weierstrass e Janos Boljai sono emblematici nel mostrare come la spinta per la matematica è tale da far superare il rispetto per il padre ai loro tempi assai sentito.

Dopo aver tratteggiato i quattro esempi e detto qualcosa sui risultati matematici ottenuti dai matematici sarà possibile ipotizzare nella matematica quella disciplina che appare così legata alla certezza e alla verità da convincere i più scettici. Ed è questo che converrà mettere in luce: l'amore per la matematica è un indice dell'amore per la chiarezza, per la ricerca della verità, insopprimibile nell'uomo che pure ha tanti altri amori insopprimibili ed è spesso governato dalla irrazionalità, piuttosto che dal ragionamento, dalla simpatia piuttosto che dal valore. Insopprimibile è l'amore dell'uomo per la bellezza in ogni sua manifestazione; per l'indagine del significato della sua presenza nell'Universo; per la legalità e la giustizia nei rapporti sociali… tutti aspetti (e altri se ne potrebbero citare pur rimanendo nell'ambito positivo) che hanno per amalgama comune proprio la matematica che è logica, ed è bellezza, che consente di indagare sull'esistenza dell'uomo e del suo rapporto con il "cosmo", vocabolo derivato dal greco che ha per accezioni l'Universo e l'Ordine.

Bibliografia essenziale

Autori Vari, *Scienziati e tecnologi dalle origini al 1875*, Mondadori, Milano, voll. 3, 1975-76.
Bell (Eric Temple), *I grandi matematici*, Sansoni, Firenze, 1950.
Giannarelli (Roberto), Giannelli (Biagio), *Scienza e Scienziati. Lineamenti e Profili*, Le Monnier, Firenze, 1958.
Maracchia (Silvio), *Grandi matematici. 50 indovinelli per 50 biografie*, Pitagora, Bologna, 2008.
Marie (Maximilien), *Histoire des sciences mathématiques et physiques*, Gauthier-Villars, Paris, voll. 12, 1883-1888.

Questioni di idraulica nelle opere di Vittorio Fossombroni

IOLANDA NAGLIATI
(Università di Ferrara)
ngllnd@unife.it

All'interno del progetto di ricostruzione della corrispondenza scientifica dello studioso toscano Vittorio Fossombroni (1754-1844) rivestono notevole interesse le questioni legate all'idraulica, di cui si occupò dall'inizio dei suoi studi fino in tardissima età.

Si tratta di un tema fondamentale per la Toscana, per la sua importanza nella vita sociale ed economica e le gravi conseguenze sanitarie dello stato di paludi e aree di ristagno.

In particolare l'interesse di Fossombroni si rivolse alle condizioni dell'aretino, sua zona di origine, con lo scopo del risanamento della Valdichiana dalla palude. Nel 1782 fu nominato Visitatore dei beni dell'ordine di S. Stefano della zona, avendo così l'opportunità di studiare sul campo le teorie in materia di "scienza delle acque", e fu nominato nel 1788 Sovrintendente alla bonifica di quell'area. Al riguardo sviluppò un piano sistematico di bonifica attraverso il metodo delle colmate. Dalle opere e dalla corrispondenza si coglie un grande interesse per la ricostruzione storica dei tentativi precedenti.

Anche nel suo lavoro più noto, la *Memoria sulle velocità virtuali* del 1796 sono esposte le applicazioni del principio dei *lavori virtuali* a problemi pratici di idraulica.

Ebbe incarichi idraulici anche al di fuori della Toscana, in particolare nel 1810 partecipò ad una Commissione per la bonifica delle paludi pontine presieduta da de Prony, e dal 1835 si occupò anche di un progetto riguardante la sistemazione idraulica della laguna veneta. Si tratta quindi di una dimensione *nazionale* della sua attività in questo campo.

È poi da rilevare la fondamentale influenza di Fossombroni sul progressivo inserimento dell'insegnamento dell'idraulica all'Università di Pisa (unica Università del Granducato), di cui fu allievo e con i cui docenti rimase in costante legame.

Bibliografia

Biagianti Ivo, *Vittorio Fossombroni, fra idraulica e politica*, in "Rivista di storia dell'agricoltura", a. XXVIII, n. 2 (dicembre 1988), pp. 179-214
Biagianti Ivo, *Agricoltura e bonifiche in Valdichiana (secoli XVI-XIX),* Firenze, Centro Editoriale Toscano, 1990, pp. 224.
Biagianti Ivo, *Il sistema idraulico dei paesi veneti negli studi di Vittorio Fossombroni*, in A. Lodo (a cura di), Francesco Antonio Bocchi e il suo tempo 1821-1888, Rovigo, Minelliana, 1993, pp. 243-255
Biagianti Ivo, *Vittorio Fossombroni: dalla bonifica della Valdichiana al governo dello stato*, in Vittorio Fossombroni e la Valdichiana. Scienza, territorio, economia di una valle a misura d'uomo (Atti del Convegno, Arezzo, 19 settembre 1994), Arezzo (Poligraf, Città di Castello), pp. 11-23
Barsanti Danilo - Rombai Leonardo, *La ``Guerra delle acque'' in Toscana. Storia delle bonifiche dai medici alla Riforma agraria*, Firenze, Medicea, 1993
Vittorio Fossombroni nel primo centenario della morte, Studi dell'Accademia Petrarca di lettere, arti e scienze di Arezzo, Arezzo, Zilli, 1947
Paoli Pietro, *Ricerche idrauliche*, Bologna, 1824, p.309-320

Paoli Pietro, *Parere del Commendatore Pietro Paoli sul precedente discorso (Sopra la Maremma presentato ec. del Conte Vittorio Fossombroni ec.)* in "Memorie sul bonificamento delle Maremme Toscane", a cura di Ferdinando Tartini, Firenze, Molini, 1838, p.477-484
Storia dell'Università di Pisa, Pisa, Plus, 1993-2001, 5 voll.

La traduzione di Archimede attribuita a Iacopo di San Cassiano

PIER DANIELE NAPOLITANI
(Università di Pisa)
napolita@mail.dm.unipi.it

Verso il 1450, alla corte di papa Niccolò V viene eseguita una traduzione latina di quasi tutto il corpus oggi noto delle opere di Archimede. Tale traduzione sarà alla base del testo latino dell'*editio princeps* di Basilea (1544) e avrà un'importanza fondamentale per la nascita della scienza e delle matematiche moderne.

Tradizionalmente, questa traduzione è stata attribuita a Iacopo di San Cassiano, allievo del famoso educatore umanistico Vittorino da Feltre. Tuttavia a tutt'oggi non esiste alcuno studio serio e approfondito su questo personaggio né tantomeno sulla sua traduzione.

Il presente contributo vuole fare il punto su quanto è oggi noto su questi problemi e presentare alcuni recenti risultati.

Bibliografia essenziale

Archimedis Opera omnia cum Commentariis Eutocii, Iterum edidit Johan Ludvig Heiberg, Stutgardiae: in aedibus B. G. Teubneri 1910--1915; vol. III Prolegomena.
M. Clagett, *Archimedes in the Middle Ages*, vol. III, parte III, *The Medieval Archimedes in the Renaissance, 1450-1565*, Philadelphia , American Philosophical Society, 1978.

Una storia della matematica fuori dal tempo e senza frontiere, tra virtuosi e virtuali

MARIA CLARA NUCCI
(Università di Perugia)
nucci@unipg.it

In questa comunicazione viene presentato il corso di "Storia delle Matematiche 1" della laurea in Matematica dell'Università di Perugia. Il docente non è uno storico della Matematica, ma un Fisico Matematico, che tre anni fa ha accettato la sfida oltremodo impegnativa, ma estremamente stimolante, di insegnare (e sopratutto imparare) cosa è successo nelle Matematiche (e non solo) dall'osso di Ishango fino al 1500. Il corso si basa su:

(a) i lavori originali (ove è possibile reperirli)
(b) gli articoli ed i libri della storiografia matematica (ma si citano anche romanzi e films)
(c) sulla grandiosità (ed anche bassezza) degli innumerevoli siti internet.

Una presentazione PowerPoint lega il tutto, ovvero circa 2 giga di materiale. *Dulcis in fundo*, il docente non dimentica infine di aggiungere un po' di "sale e pepe", ovvero sottolinea strane possibili commistioni. Alcuni esempi: Perché un virologo dovrebbe leggere Platone? Che c'entra Tolomeo con la cosiddetta difesa della razza ariana? Su chi Dante è fortemente in disaccordo con Fibonacci? Come diceva Henry S. Truman, "Non c'è nulla di nuovo al mondo, tranne la storia che non conosci".

Bibliografia essenziale

C. B. Boyer, Storia della Matematica, Oscar Saggi, Mondadori, 1990.
V. J. Katz, A History of Mathematics, II ed., Addison Wesley, 1998.

J. Fauvel, J. Gray (ed.), The History of Mathematics – A Reader, MacMillan Press, 1987.
D. E. Smith, History of Mathematics, Vol 1 e 2, Dover, 1958.
I. Grattan-Guiness (ed.), Companion encyclopedia of the history and philosophy of the mathematical sciences, Vol. 1 e 2, John Hopkins University Press, 2003.
Articoli tratti da riviste specialistiche come American Mathematical Monthly, Archive of History of Exact Sciences, Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche, Bullettino di Bibliografia e Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Centaurus, Endeavour, Historia Mathematica, ISIS, Mathematics Teacher, Scripta Mathematica.

I modelli plastici per la ricerca e l'insegnamento delle "matematiche superiori". Uno sguardo all'Europa e loro utilizzo nella didattica

NICLA PALLADINO
(Università di Salerno)
nicla_palladino@libero.it

In questa comunicazione si vuole illustrare la vicenda dei modelli matematici plastici costruiti, all'incirca, dalla seconda metà dell'Ottocento agli anni Trenta del Novecento impiegando materiali diversi: ottone, gesso, cartone, filo metallico o di fibra naturale, legno e lamelle di legno, celluloide (un materiale, ottenuto per sintesi chimica, fondamentale, tra l'altro, per la nascente cinematografia, tempestivamente usato anche per realizzare modelli), lamine metalliche ricoperte per via elettrochimica (con processo di galvanostegia, pur esso, allora, di recente concezione).

Modelli che erano utilizzati soprattutto nella didattica delle cosiddette «matematiche superiori» ma che servivano anche a *far vedere* proprietà notevoli del tema di ricerca su cui si investigava e a *mostrare* alcuni risultati che progressivamente si conseguivano in diversi settori delle matematiche "pure" e "applicate": Geometria descrittiva e proiettiva, Geometria analitica, Geometria algebrica, Topologia, Teoria delle funzioni (anche a variabile complessa), Meccanica razionale, Fisica-matematica, Scienze delle costruzioni e finanche «Ottica fisiologica» (tra i modelli, uno molto elegante di *Horopter* – curva cubica dello spazio – realizzato in filo metallico) con i suoi collegamenti alla Geometria proiettiva e algebrica.

Nella presente comunicazione, l'attenzione verrà indirizzata non tanto alla descrizione dei "fondi" di modelli matematici che si trovano presso le "antiche" sedi universitarie italiane, ricerca che, accompagnata dallo studio delle caratteristiche matematiche degli oggetti trovati, è stata portata avanti in anni recenti, ma si vogliono offrire degli approfondimenti su alcuni luoghi d'Europa – Gottinga e Monaco di Baviera, in Germania, Parigi, Londra e Edimburgo – che si distinsero per essere stati centri di ideazione e produzione oppure, anche, di raccolta e di esposizione di tali modelli.

La vicenda dei modelli matematici, in particolare di quelli plastici, ha rappresentato, storicamente, uno dei più proficui intrecci tra scienze e didattica. E l'attenzione, in questo settore di ricerca, per gli aspetti didattici si rivela essere imprescindibile e, ancora, attualmente molto utile; e ciò vale anche nella direzione della divulgazione scientifica e della didattica museale (intendendo i musei come i luoghi delle muse, cioè luoghi del sapere). In questo senso, l'"approfondimento su Parigi" ha portato a riflettere sugli *anaglifi* che nati in Germania, nella seconda metà dell'Ottocento, per scopi "civili" (dare un rilievo, rendere con la terza dimensione, quella che era una veduta in cartolina di uno scorcio di una data città) furono "matematicamente" utilizzati da Henri Vuibert (matematico), a Parigi, per "vedere" i solidi geometrici persino nei loro caratteristici elementi interni, cosa a cui un solido, realizzato in legno o altro materiale, non si poteva prestare.

Gli *anaglifi*, un esempio della transizione dalla realtà materiale a quella virtuale, vengono a costituire, per così dire, l'"applicazione" alla didattica che, nell'ambito di questa comunicazione, s'intende esporre.

La *visione stereografica* e gli *anaglifi* sono ampiamente utilizzati oggi in una vasta varietà di applicazioni in geometria, chimica, architettura, per la conservazione dei beni culturali, nel cinema, nella didattica, nella realtà virtuale. In ambito didattico, attualmente l'insegnante ha a sua disposizione numerosi nuovi strumenti che può utilizzare al fine di facilitare l'apprendimento da parte dello studente: ipermedialità, reti e realtà virtuale, i quali si compongono e si fondono con i nuovi interessi che conducono alla costruzione della conoscenza, al cognitivismo, alla creatività. In particolare, la *Realtà Virtuale* (*VR)* deve essere intesa come un ambiente di apprendimento nel quale è possibile procedere alla costruzione di abilità percettivo-motorie e di concettualizzazioni logico-simboliche. Partendo dal presupposto che la conoscenza si costruisce, la Realtà Virtuale è per sua struttura idonea a costruzioni basate su dinamiche cognitive, fondate su un processo di apprendimento di tipo collaborativo e costruttivista. In questo contesto, le attività di simulazione giocano un ruolo fondamentale per perseguire tale obiettivo.

Ricostruire una superficie al computer ed in più visualizzarla mediante *VR* o come anaglifo può essere una possibilità molto interessante per sfruttare a pieno le potenzialità della *VR* e dei software matematici in ambito didattico.

Bibliografia

N. Palladino, Tesi di Dottorato *E-learning: superfici matematiche in 3D*, Università degli Studi di Napoli "Federico II", 2004.

N. Palladino (con F. Palladino), *Sulle raccolte museali italiane di modelli per le matematiche superiori. Catalogo generale e sito web*, «NUNCIUS», Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, Firenze, XVI (2001), pp. 781-790.

N. Palladino (con L. Maddalena), *Una applicazione di software matematico per la ricostruzione virtuale di antichi modelli di interesse per la didattica della matematica*, TR-ICAR-NA [C.N.R. Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche]-05-6, Maggio 2005.

M. Schilling, *Catalog mathematischer Modelle für den höheren mathematischen Unterricht*, Leipzig, Verlag von M. Schilling, 1911.

N. Palladino, *Gli anaglifi. Cenni storici, applicazioni in didattica, uso attuale nella comunicazione per immagini*. In corso di pubblicazione.

Lagrange sans papiers

LUIGI PEPE
(Università di Ferrara)
pep@unife.it

Lagrange lasciò Torino, dove era nato nel 1736, per Berlino nel 1766. Aveva trent'anni ed era autore già di fondamentali memorie a stampa sul metodo delle variazioni e sulla corda vibrante. Nel 1787 si trasferì a Parigi, dove visse i suoi ultimi anni, non ebbe figli ed è tumulato al Pantheon insieme ai conti-senatori del primo Impero. Eulero aveva lasciato Basilea nel 1727 a vent'anni, visse come Lagrange a Berlino per più di vent'anni, trascorse i suoi ultimi anni a San Pietroburgo dove lasciò una numerosa famiglia, le sue spoglie riposano nel cimitero monumentale della città.

Dalla comunità degli studiosi Lagrange è considerato un matematico francese mentre Eulero un matematico svizzero. A rigore Lagrange fu invece più torinese, oggi italiano, di quanto Eulero fosse di Basilea, oggi svizzero.

Il 20 maggio 1772 Lagrange veniva eletto "associé étranger", socio straniero dell'Académie des sciences con 17 voti su 18 votanti. Prendeva il posto di Giambattista Morgagni. Il 16 maggio 1787 lasciava Berlino, il 17 giugno firmava il primo foglio di presenze alle sedute dell'Académie des sciences. Il 20 luglio, in deroga ai regolamenti

dell'Académie, Luigi XVI gli accordava una pensione annua di lire seimila più una "una tantum" di lire quattromila per le spese di trasferimento. Il 28 luglio da "associè étranger " dell'Académie passava a "pensionnaire vetéraine". Il 7 agosto gli vennero riconosciuti tutti i diritti dei "pensionnaire ordinaires", ma la sua pensione non gravava sul *budget* dell'Académie. Tale pensione gli fu confermata a vita con decreto dell'Assemblea Nazionale del 14 gennaio 1791. Il 3 settembre dello stesso anno Lagrange rinunciava alla pensione dell'Accademia di Berlino, che fino ad allora aveva mantenuto e il 24 ottobre seguente esprimeva un giudizio favorevole sulle rivoluzioni in Francia (O.L. XIV, 283-284).

Nel 1788 Lagrange era stato nominato direttore per l'anno dell'Académie ed aveva fissato la sua residenza di scapolo in via Froidmanteau 33, poco distante dal Louvre, dove si tenevano allora le sedute accademiche.

Gli Stati generali riuniti a Versailles si eressero il 7 luglio 1789 in Assemblea Nazionale costituente e vararono prima di sciogliersi la Costituzione del 1791 (3-14 settembre). In base ad essa diventavano cittadini francesi gli stranieri che erano domiciliati in Francia da cinque anni e che avevano qualche altro requisito: ad esempio aver sposato una francese. Lagrange non aveva ancora questi requisiti, ma si disponeva ad averli. Il 31 maggio 1792 sposava Adélaide, figlia dell'astronomo Pierre Charles Lemonnier, suo collega all'Académie e in quegli stessi giorni maturavano i cinque anni del suo domicilio in Francia. Ormai era diventato cittadino francese, ma a complicare gli eventi ci si mise in mezzo la "grande storia". Il suo contratto di nozze era stato sottoscritto dal Re e dalla regina Maria Antonietta come testimoni il 5 giugno. Questo atto di distinzione, dovuto probabilmente al fatto che lo zio paterno della sposa era medico personale dei regnanti, costò caro al matematico. Il 20 giugno 1792 la famiglia reale fuggiva da Parigi e il giorno dopo era intercettata a Varennes. Il 10 agosto il re era sospeso dalle sue funzioni e il 13 era imprigionato con la sua famiglia al Temple. Con la caduta della monarchia si avviavano alla fine le istituzioni dell'antico regime e tra queste la stessa Académie des sciences, la cui soppressione fu decretata l' 8 agosto 1793, il giorno prima Lagrange aveva firmato per l'ultima volta il foglio di presenza alle sedute accademiche. Il 24 giugno 1793 era stata varata una nuova Costituzione, ultraliberale in fatto di cittadinanza che veniva riconosciuta agli stranieri domiciliati in Francia da un anno soltanto e sposati con una francese, ma i diritti di cittadinanza si perdevano "con l'accettazione di favori emanati da governi non popolari" e Lagrange poteva considerarsi favorito dalla monarchia per la sua nomina in deroga all'Académie e non poteva esibire il suo contratto di nozze sottoscritto dal re e dalla regina. Di fatto era un "sans papiers" per di più nato in un paese in guerra contro la Francia. Infatti, dopo l'occupazione francese del Belgio, nella primavera nel 1793 il Regno di Sardegna (Piemonte) aveva aderito alla coalizione antifrancese guidata dall'Inghilterra e comprendente, oltre la Prussia e l'Austria già in guerra, la Spagna e le Province unite. Lo stato di Guerra tra i Savoia e la Francia si protrasse fino alla pace di Cherasco nel 1796.

Si strinse allora attorno a Lagrange una catena di solidarietà che gli permise di sopravvivere. Il 17 aprile 1794 lo stesso Comitato di salute pubblica lo metteva in requisizione, e quindi al riparo, con il compito di lavorare per l'artiglieria.

Le vicende della cittadinanza francese di Lagrange si conclusero con la caduta di Robespierre e la Costituzione dell'anno 3 (22 agosto 1795) che riconosceva la cittadinanza agli stranieri residenti in Francia da più di sette anni e sposati con una francese.

Il 19 dicembre 1798 il ministro degli Esteri Talleyrand scriveva "Au citoyen Lagrange" membro dell'Institut National. L'anno dopo Lagrange era nominato Senatore della repubblica francese, e come tale sottoscrisse il progetto di legge costituzionale che faceva diventare Torino e il Piemonte dipartimenti della Francia napoleonica. Senatore, e quindi conte dell'Impero, Lagrange moriva a Parigi nel 1813, cittadino francese e contento di esserlo diventato.

Bibliografia essenziale

G. Sarton, R. Taton, G. Beaujouan, *Documents nouveaux concernant Lagrange*. Revue d'Histoire des Sciences, *3*(1950) pp. 110-132.

L. Pepe. *Quando Lagrange divenne cittadino francese?* Archimede, 1995, pp. 80-84.

L. Pepe, *Rinascita di una scienza. Matematica e matematici in Italia (1715-1814)*, Bologna, Clueb, 2007.

Peano e l'insegnamento della matematica attraverso il gioco

CLARA SILVIA ROERO
(Università di Torino)
clarasilvia.roero@unito.it

Animato dalla volontà di "volgere i progressi della Scienza a beneficio della Scuola", come molti suoi colleghi in Italia e all'estero, Giuseppe Peano (1858-1932) promuove una serie di iniziative atte a favorire un fecondo dialogo fra il mondo accademico e quello degli insegnanti. La *Rivista di Matematica* che egli fonda nel 1891 ha fra i suoi obiettivi programmatici quello di 'perfezionare i metodi di insegnamento' e nei suoi otto volumi ospita accanto ad articoli di ricerca numerosi interventi sulla critica dei principi, sulla storia dei concetti e delle teorie matematiche, su questioni filosofico-didattiche e recensioni o segnalazioni di testi scolastici.

Attento alle problematiche educative, Peano è assiduo ai congressi e alle riunioni della *Mathesis*, la prima associazione italiana degli insegnanti di matematica, che è fondata a Torino nel 1895 da Rodolfo Bettazzi, Aurelio Lugli e Francesco Giudice, docenti di scuole secondarie superiori. Egli coglie l'occasione per presentare in queste sedi il progetto del *Formulario* e del *Dizionario di Matematica*, di cui nel 1901 ha completato, in collaborazione con gli allievi Vacca, Vailati e Padoa, la parte dedicata alla logica.

In seguito al trasferimento della Mathesis a Pavia, Peano istituisce il 27 febbraio 1915, insieme a T. Boggio e M. Bottasso, le *Conferenze Matematiche Torinesi* che per almeno una decina di anni vedranno riunirsi, il sabato pomeriggio, in un'aula dell'Università, una quarantina di insegnanti. Traggono origine da questi incontri numerosi libri di testo per le scuole e molti articoli che egli presenta all'Accademia delle Scienze di Torino, all'Accademia dei Lincei, o fa pubblicare sulle riviste di didattica, come il *Bollettino Mathesis*, il *Periodico di Matematica*, il *Bollettino di Matematica*, la *Rassegna di Matematica* e *Schola et Vita*. Appartengono a questo periodo le ricerche sul calcolo numerico, sulle approssimazioni, sui logaritmi e sulle tavole relative, compiute dalle allieve-insegnanti della Scuola di Peano, Rosetta Frisone, Virginia Vesin, Luisa Viriglio, Gilda Mori Breda, Tiziana Comi, Maria Destefanis, che prendono spunto dai suggerimenti e dai lavori del maestro.

La volontà di Peano di creare un dialogo con le strutture scolastiche si concretizza inoltre nella sua partecipazione come presidente agli esami di maturità in varie sedi d'Italia e nell'organizzazione di specifici corsi per i neo-laureati che dovevano sostenere i concorsi a cattedra nelle scuole secondarie. Dal 1925 Peano scambia con F. Tricomi il suo insegnamento di Calcolo infinitesimale con quello di Matematiche complementari, che amava presentare agli studenti dicendo che avrebbe insegnato "a trasformare la matematica in pane".

Agli insegnanti e ai membri della *Mathesis* egli raccomanda la ricerca del rigore e della semplicità, l'economia di linguaggio, privo di ridondanze e circoli viziosi, e l'utilizzo di ogni mezzo, intellettuale o pratico, atto a suscitare nei giovani l'interesse per la matematica. Egli consiglia per esempio di trarre spunti divertenti e curiosi dalla realtà quotidiana o dalla letteratura scientifica del passato, inventando giochi e problemi capziosi. Se si scorre il divertente volumetto *Giochi di aritmetica e problemi interessanti*, edito da Paravia nel 1924, si coglie la ricchezza delle fonti storiche consultate (Tartaglia, Leonardo Fibonacci Pisano,

Ibn Albanna, Teone di Smirne, lo scriba egizio Ahmes del papiro Rhind, Euclide, Bachet de Meziriac, Euler, Poncelet, Fourier, Cauchy, Macrobio, Metone, Gauss, …)

Per facilitare i calcoli e risparmiare la parte più noiosa' della matematica nelle scuole Peano cura la prima edizione italiana, a basso prezzo, delle tavole dei logaritmi, ravvisando una carenza nel mercato librario nazionale, costretto a ricorrere a costosi manuali esteri. Presidente del Patronato scolastico di Cavoretto, Peano è solito ospitare i bambini nel piccolo osservatorio allestito nella sua villa per mostrare loro le stelle e spiegare l'astronomia. L'Esposizione Universale inaugurata a Parigi nel maggio del 1900, e i molteplici congressi internazionali e le riunioni di società professionali che si susseguono a lato dell'importante manifestazione, riportano all'attenzione generale la necessità di una lingua ausiliaria internazionale, "destinata a servire alle relazioni scritte e orali tra persone di lingue materne differenti". Peano si lascia coinvolgere dal filosofo e amico Couturat, che condivide con lui ideali progressisti e umanitari, a prodigare energie nel progetto di costituzione di questa lingua. Pubblica così nel 1903 sulla *Rivista di matematica* il primo articolo sul *latino sine flexione*, la lingua da lui proposta, riprendendo l'idea di G.W. Leibniz di semplificare la grammatica latina classica, riducendo al minimo le coniugazioni dei verbi e eliminando le declinazioni, le desinenze dei generi e il plurale. All'Accademia delle Scienze di Torino esplicita, pochi mesi dopo, il legame che unisce le sue ricerche linguistiche a quelle di logica. Il suo scopo principale è la costituzione di un idioma utile al progresso della scienza e che faciliti la circolazione dei risultati fra l'Occidente e l'Oriente. Per questo sceglie nel 1906 di diffondere in *latino sine flexione* la quinta edizione del suo *Formulario Mathematico*. Nel frattempo a Torino l'*Akademi Internasional* della lingua Volapük di Johann Martin Schleyer, si trasforma in *Academia pro interlingua* e Peano, che guida la proposta di lasciare ai soci libertà di scelta sulla forma di lingua da utilizzare, è eletto presidente nel dicembre del 1908 e manterrà questo incarico fino alla morte. La sede dell'*Academia* è nella villa a Cavoretto, nella cui tipografia si stampano gli opuscoli *Discussiones* e *Circulares* che vengono spediti ai soci in Italia e all'estero. La rete di rapporti internazionali è ampia e i fascicoli mostrano il tentativo di propagare, in modo democratico, una lingua che faciliti i rapporti scientifici e culturali fra le nazioni e favorisca il progresso della civiltà, garantendo la felice convivenza dei popoli. È quanto emerge, ad esempio, dall'articolo *Stati Uniti della Terra* sulla Gazzetta del popolo della sera, nella quale Peano si dichiara favorevole alla costituzione della Società delle Nazioni. Peano che ha grande padronanza del latino e del greco, compie studi di glottologia e di filologia e redige nel 1915 un *Vocabulario commune* latino-italiano-francese-inglese-tedesco, dove di quattordicimila vocaboli latini spiega il significato e l'origine, affiancandoli alle parole da essi derivate in numerose lingue indoeuropee. Alcuni articoli di Peano e di Viriglio, desunti dal *Formulario* e dal *Vocabulario* sono dedicate alla ricerca delle radici delle parole di matematica più usate nella scuola.

Con il 1926 ai periodici torinesi si affianca come nuovo organo di stampa dell'Academia pro interlingua la rivista *Schola et Vita*, fondata e diretta a Milano da Nicola Mastropaolo, alla quale collaborano, oltre Peano e alla sua cerchia di discepoli, numerosi colleghi e linguisti italiani e stranieri. Sulle sue pagine trovano spazio articoli di divulgazione scientifica e consigli per educatori in ogni settore della cultura, dalla poesia alla medicina, dalla fisica alla geografia, dalle scienze naturali alla tecnologia e varie traduzioni di articoli di nomi illustri della cultura scientifica, apparsi su testate internazionali. Il folto gruppo di allievi e di insegnanti che collaborano con entusiasmo alle iniziative promosse da Peano produrrà un'importante azione di rinnovamento nell'istruzione secondaria.

Nella relazione si illustreranno in particolare alcune delle strategie messe in atto da Peano e da suoi allievi per rendere più attraente la matematica, esposte a Torino nei Laboratori didattici delle Celebrazioni del 150° della nascita di G. Peano e nel centenario del *Formulario*

(Abachi e pallottolieri; Operazioni e regoli, Quadrati magici, Aritmetica binaria, Geometria e origami, Problemi capziosi, La curva di Peano).

Bibliografia essenziale

C.S. Roero (a cura di), *L'Opera omnia di Giuseppe Peano e i Marginalia*, Torino, Dipartimento di Matematica, dvd n. 3, 2008.
C.S. Roero (a cura di), *Le Riviste di Giuseppe Peano*, Torino, Dipartimento di Matematica, cd-rom n. 4, 2008.
C.S. Roero (a cura di), *Matematica come pane e come gioco nella Scuola di Peano*, Torino, Dipartimento di Matematica, cd-rom n. 6, 2008.
E. Luciano, *Aritmetica e Storia nei libri di testo della scuola di Peano*, in L. Giacardi (a cura di) *La matematica nella scuola italiana da metà '800 a fine '900: problemi, metodi, libri di testo e riforme*, Livorno, Pubblicazioni del Centro Studi Enriques 6, Agorà, 2006, pp. 269-303.
E. Luciano, C.S. Roero (a cura di), *Giuseppe Peano Matematico e Maestro*, Torino, Dipartimento di Matematica, 2008.
E. Luciano, C.S. Roero (a cura di), *Cronologia della vita e degli Scritti di Giuseppe Peano*, Torino, Dipartimento di Matematica, 2008.

Origini storiche e significato dell'Analisi funzionale

ARCANGELO ROSSI
(Università del Salento)
Arcangelo.Rossi@le.infn.it

Si assiste nel secondo '800 ad un'accelerazione dello sforzo di "rigorizzazione dell'analisi" – sforzo iniziato già nel primo '800 da A. Cauchy (1789-1857), N. Abel (1802-1829), B. Bolzano (1781-1848) e soprattutto K. Weierstrass (1815-1897), e condotto ora avanti soprattutto dai grandi matematici tedeschi R. Dedekind (1831-1916) e G. Cantor (1845-1918). Costoro si basano, sulla scia peraltro dello stesso Weierstrass, sui concetti, rispettivamente, di funzione e di insieme qualsiasi. Essi perseguono infatti così l'obiettivo di rigorizzare l'analisi nel senso specifico di "aritmetizzarla", riconducendo, in particolare Dedekind, attraverso il concetto di limite, i numeri reali ai semplici naturali come valori delle variabili. Nello stesso tempo, anche in Italia matematici come U. Dini (1845-1918), G. Ascoli (1843-1896), C. Arzelà (1847-1912) ed altri avviano un discorso di rigorizzazione che, se inizialmente (con Dini) consiste nell'indicare i limiti dell'analisi classica limitando così la generalità di risultati e concetti già acquisiti (limiti, derivate, integrali, convergenza, continuità), si sviluppa poi al contrario in potenti generalizzazioni della stessa analisi classica, relative alla teoria della misura e dell'integrazione, e al calcolo delle variazioni. Nella prima, G. Vitali (1875-1932) ottiene gli stessi risultati di H. Lebesgue (1875-1941) indipendentemente da lui, mentre nel secondo L. Tonelli (1885-1946) sviluppa nuovi metodi diretti di trattazione oltre B. Riemann (1826-1866) e lo stesso Lebesgue. V. Volterra (1860-1940) elabora invece addirittura strumenti analitici del tutto nuovi per trattare problemi non di matematica pura, ma fisici, biologici ed economici: le equazioni integro-differenziali, che affrontano lo studio di fenomeni ereditari la cui evoluzione dipende dalla memoria delle azioni precedenti e non soltanto dallo stato presente (in realtà preceduto in questo, sia pure relativamente ai soli fenomeni elastici e senza approfondire la novità matematica della sua trattazione, dal grande L. Boltzmann (1844-1906)).

Volterra opera così una svolta fondamentale in analisi oltre l'analisi classica o analisi reale, iniziando l'analisi funzionale. In che cosa consiste? In un ulteriore, potente sforzo di astrazione e generalizzazione dell'analisi, secondo cui questa non è più chiamata soltanto a trattare fenomeni la cui evoluzione dipende da una o più variabili indipendenti (in numero comunque finito), che rappresentano numeri reali o complessi rappresentabili, almeno a

partire da K. F. Gauss, mediante reali (a loro volta riconducibili, a partire da Dedekind, come si è visto, per passaggio al limite, ai naturali), ma vuole estendere la trattazione a situazioni che dipendono da una curva geometrica modificandosi al variare della sua forma (ad es.: "l'azione di una corrente filiforme e flessibile su un ago magnetico dipende dalla forma del circuito"). Secondo il linguaggio analitico rigoroso introdotto dai grandi matematici tedeschi prima ricordati (in particolare Dedekind), si tratta di funzioni di funzioni, se ricordiamo la corrispondenza biunivoca stabilita una volta per tutte, a partire dalla geometria analitica cartesiana, tra curve ed equazioni. Ciò significa una dipendenza della funzione studiata non da un numero finito ma da un numero infinito di variabili corrispondenti alla forma complessiva della curva variabile fatta di infiniti elementi variabili. Funzioni di linea sono dette efficacemente da Volterra queste nuove funzioni, che egli peraltro pensò subito di generalizzare ulteriormente, non restringendo più il concetto di variabile funzionale, cioè di funzione variabile indipendente da cui la funzione studiata dipende, alle sole curve geometriche.

Nasce così il concetto di funzionale, più generale di quello originario di funzione di linea, secondo il suggerimento di J. Hadamard (1865-1963). Ci si avvia dunque verso una liberazione dell'analisi da un troppo stretto legame con rappresentazioni geometriche intuitive, da una dipendenza eccessiva cioè della trattazione matematica dalla natura degli elementi che tratta, per approfondire il problema delle relazioni tra strutture formali presenti in diversi insiemi, indipendenti dai particolari elementi che li costituiscono. Non c'è quindi affatto da stupirsi se il contributo massimo allo sviluppo del nuovo settore dell'analisi, l'analisi funzionale, venga dal versante formalista della matematica del primo '900, in contrasto, per la verità, con l'impostazione dello stesso Volterra, legata ad una visione comunque più contenutistica della matematica, e che vedeva quindi il concetto di funzionale come un naturale e graduale sviluppo del concetto classico di funzione, sempre riferito a precise applicazioni.

Nella nuova accezione di funzionale, la funzione variabile indipendente di una funzione data non può essere più infatti soltanto, nella formulazione data da D. Hilbert (1862-1943), una funzione di variabile complessa, oltre che una curva o uno spazio reale (a cui A. Cauchy aveva peraltro da tempo dimostrato la riducibilità della prima), ma può essere anche uno spazio complesso non ad un numero finito, ma addirittura ad un numero infinito di dimensioni, il famoso spazio di Hilbert del tutto privo di una rappresentazione intuitiva che gli corrisponda.

Siamo a questo punto cioè di fronte al problema, come dichiara Hilbert nel 1909, di "determinare infinite variabili incognite di infinite equazioni", e a tale scopo occorre per lui fare un salto dall'analisi all'algebra, con uno sforzo deciso di astrazione dalla teoria classica delle funzioni analitiche alle più astratte strutture algebriche. Si tratta cioè di individuare proprietà formali generalissime delle funzioni ordinarie con un numero finito di variabili per trasferirle opportunamente a quelle ad infinite variabili incognite. Si ridefinisce cioè astrattamente il concetto di funzione in modo da comprendervi anche le nuove strutture funzionali, trovandosi così che una funzione ad infinite variabili è ancora tale (cioè una funzione) solo quando la serie che l'esprime converge, e ciò si verifica se la somma dei quadrati dei suoi coefficienti è finita. Una possibile condizione ulteriore per tali funzioni è la continuità, in cui si specifica il concetto di convergenza come convergenza debole. Così anche per un numero infinito di variabili, e non solo per un numero finito, una funzione continua di una funzione continua è continua, e deve avere inoltre un minimo, in ragione di tale continuità, nella sua rappresentazione nello spazio di Hilbert. Hilbert chiama "forme" le funzioni omogenee ad infinite variabili, lineari, quadratiche e bilineari, cui associa le trasformazioni lineari ed ortogonali e gli invarianti a costituire una branca della matematica tra l'analisi e l'algebra, con metodi algebrici e risultati analitici.

Dopo il contributo decisivo di Hilbert, a partire dagli anni '20 e negli anni '30 una generalizzazione ulteriore è dovuta al polacco S. Banach (1892-1945), mentre in quegli stessi anni la massima applicazione delle nuove strutture, non certo prevista da Hilbert, fu fatta alla nuova meccanica quantistica, riformulata appunto dall'allievo di Hilbert J. von Neumann (1903-1957) come teoria degli operatori di uno spazio di Hilbert ad infinite dimensioni. Tale applicazione fisica peraltro consentì approfondimenti inediti della stessa teoria matematica pura di partenza, smentendo così almeno in parte la visione purista e formalista, sviluppata in seguito soprattutto dai matematici francesi del "gruppo Bourbaki", di uno sviluppo storico autosufficiente della ricerca matematica.

Bibliografia essenziale

E. Casari, *La filosofia della matematica del '900*, Firenze, Sansoni, 1973.
L. Garding, *Encounters with mathematics*, N. York, Heidelberg, Berlin, Springer Verlag, 1977.
A. Guerraggio e P. Nastasi*, Gentile e i matematici italiani. Lettere 1907-1943,*
Torino, Bollati-Boringhieri, 1993.
J. von Neumann, *I fondamenti matematici della meccanica quantistica*, Padova, Il Poligrafo, 1996.

L'insegnamento della Geometria Proiettiva Complessa nelle Università: i testi di Coolidge e Cartan

CARMELA ZAPPULLA
(Università di Palermo)
zappulla@math.unipa.it

Nel 1924 veniva pubblicato il primo trattato organico di Geometria Complessa: l'autore, Julian Lowell Coolidge (1873-1954), professore a Harvard, non a caso nel 1903/04 aveva trascorso un periodo di formazione in Europa, prima a Torino da Corrado Segre (1863-1924), poi a Bonn da Eduard Study (1862-1930).

Qualche anno dopo, precisamente nel 1931, vedeva invece le stampe il primo manuale di Geometria Proiettiva Complessa, nel quale l'autore, Elie Cartan (1869-1951), raccoglieva le lezioni che aveva tenuto nel precedente anno accademico alla Sorbona (da non sottovalutare che nel 1919 Coolidge aveva tenuto un corso alla Sorbonne e nello stesso anno il governo francese lo aveva insignito del titolo di Cavaliere della Legion d'Onore).

Questi due semplici fatti bastano a dimostrare come nel secondo decennio del Novecento vi sia stato un fermento intellettuale attorno alla Geometria Proiettiva Complessa, ritenuta ormai un dominio di ricerca considerevole e indispensabile per la formazione del matematico.

Perché "all'improvviso" tutto questo interesse attorno a questo argomento, se appena trent'anni prima alle ricerche di Corrado Segre sulla Geometria Complessa non era stato tributato alcun riconoscimento? Subito dopo la prima guerra mondiale, in campo matematico le trasformazioni lineari sul campo complesso erano diventate una base importantissima per lo studio di varie branche dell'analisi complessa, come ad esempio quella riguardante le trasformazioni automorfe.

In tal senso, i trattati di Coolidge e Cartan colmarono il *deficit* di riconoscimento alle ricerche che Corrado Segre aveva svolto sulla geometria proiettiva complessa, mettendo in evidenza la risonanza e la diffusione che queste ebbero nel periodo tra le due guerre mondiali in ambito accademico (anche se con un *ritardo* di circa 40 anni).

Bibliografia essenziale

Cartan E. 1931, *Leçons sur la géométrie projective complexe*, Paris, Gauthier-Villars Ed.
Coolidge J. L. 1916, *A Treatise on the Circle and the Sphere,* London, Oxford Univ. Press.
Coolidge J. L. 1924, *The geometry of complex domain*, Oxford University Press.

Segre C. 1889-91, Un nuovo campo di ricerche geometriche, *Atti d. Reggia Acc. d. Scienze di Torino*, XXV, 1889-90 Nota I pp.276-301, 1889-91 Nota II pp. 430-457 e III pp.592-612; XXVI, 1890-91 Nota IV pp.35-71.

Segre C. 1891, Sulle varietà che rappresentano le coppie di punti di due piani o spazi, *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, (1) vol. V, 1891, pp. 192-204.

Segre C. 1892, Le rappresentazioni reali delle forme complesse e gli enti iperalgebrici, *Mathematische Annalen*, 40, 1892, pp. 413-467.

Study E. 1902, Ein neuer Zweg der Geometrie, *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, Bd. XI, 1902, pp.97-123.

Study E. 1905, Kürzester Wege im komplexen Gebiet, *Mathematische Annalen*, Bd. 60, 1905, pp. 322-323.