Speciale 21 PAGINE DI ENIGMI, GIOCHI E SOLUZIONI

PRISMA

www.prismamagazine.it
N. 63
Maggio 2024
Mensile
€ 4,80

MATEMATICA, GIOCHI, IDEE SUL MONDO

LA RICERCA MATEMATICA RICHIEDE DEDIZIONE, ENERGIA, TEMPO E NERVI SALDI. MA È ANCHE PURA GIOIA. OTTENERE UN RISULTATO È COME RAGGIUNGERE UN RECORD PER UN ATLETA. CE LO RICORDA "IL TEOREMA DI MARGHERITA", IL FILM FRANCESE CHE HA RIACCESO L'INTERESSE DEL GRANDE PUBBLICO VERSO LA REGINA DELLE SCIENZE

Siamo tutti MARGHERITA

IN EDICOLA DAL 2/5/2024
POSTE ITALIANE S.P.A. - SPEDIZ. IN ABB. POSTALE - D.L. 353/2003 ART.1, COMMA 1, LO/MI

QUANTE **storie!**

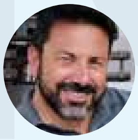
Tre giorni per fare i conti. Con noi stessi, il nostro passato, il nostro lavoro. Del resto, non si dice sempre che per capire il presente e progettare il futuro occorre guardare indietro? Ecco, noi lo abbiamo fatto. Rileggendo la storia della scienza in quel particolare periodo che è stato il secondo dopoguerra. È stato, del resto, anche l'argomento della storia di copertina dello scorso numero di *Prisma*.

Siamo sempre rimasti affascinati dal secondo dopoguerra. Un periodo in cui sono nate molte delle acquisizioni scientifico-tecnologiche che impattano ancora oggi sulla nostra vita. Un'epoca in cui attualità e storia vengono a trovarsi quasi a contatto. Ma anche un momento durante il quale vengono alla luce molti dei problemi etici che coinvolgono lo sviluppo della scienza e sui quali ancora oggi ci troviamo a discutere.

La rinascita della scienza italiana di questi anni procede di pari passo con quella economica e sociale. Con una differenza sostanziale. Del boom economico sappiamo (quasi) tutto. Seppure con una narrazione che non è sempre coincidente con quello che realmente avvenne. Quello che invece accadde nell'ambito scientifico, con storie che contribuirono a risollevare il buon nome del nostro Paese, è argomento riservato a pochi cultori.

Sono gli anni in cui le vicende di Edoardo Amaldi e del Cern proiettano sulla scena italiana il miraggio di una prospettiva europea. Lucio Lombardo Radice ed Emma Castelnuovo portano aria nuova nelle aule scolastiche e l'Italia può fregiarsi dell'eccellenza dell'Istituto superiore di sanità. La ricerca sostiene l'attività produttiva con i primi computer in funzione a Milano, Roma e Pisa con gli apporti di matematici quali Mauro Picone, Bruno de Finetti e Sandro Faedo e la collaborazione dell'Olivetti. Giulio Natta vince il premio Nobel per la Chimica per le ricerche realizzate con la Montecatini. Enrico Mattei e Felice Ippolito disegnano una strategia industriale nel campo del petrolio e dell'energia nucleare indipendente e, forse proprio per questo, ritenuta spregiudicata. Napoli assiste alla nascita e allo sviluppo della cibernetica italiana con Eduardo Caianiello. Insomma, ce ne sarebbe per riempire libri ma, soprattutto, per coinvolgere le nuove generazioni che, al massimo, conoscono i nomi appena citati perché sono state dedicate loro vie o scuole.

Inserire la storia della scienza nella storia generale, quella prevista nei programmi della scuola per intenderci, non solo è una richiesta legittima. Ma anche una chiave di lettura per riconsiderare il rapporto con una materia percepita come lontana dalla realtà ma che invece ne è totalmente parte.



Vincenzo Mulè
Direttore responsabile

In questo numero MAGGIO 2024

PRISMA

DIRETTORE EDITORIALE
Angelo Guerraggio

DIRETTORE RESPONSABILE
Vincenzo Mulè

ART DIRECTION
Valentina Greco

REDAZIONE
Luca Alberini, Silvia Benvenuti , Paolo Caressa e Jacopo De Tullio

HANNO COLLABORATO
Sergio Bellucci, Giuseppe Bonacina, Elisa Buson, Roberta Carlini, Francesco Paolo de Ceglia, Paolo Gangemi, Nando Geronimi, Furio Honsell, Walter Leoni, Carlo Mantegazza, Fabio Mantegazza, Alice Marchetti, Massimo Martone, Sebastiano Nicosia, Linda Pagli, Domingo Paola, Maria Prodi, Giuliano Rosciarelli, Ulisse Spinnato Vega e Carlo Toffalori

EDITORE
Mateinitaly srl
Corso Vercelli, 27 - 20143 Milano
e-mail: mateinitaly@gmail.com

STAMPA: Mediagraf S.p.A.
via della Navigazione Interna, 89
35027 Noventa Padovana (Pd)
www.mediagrafspa.it

DISTRIBUZIONE: Pieroni Distribuzione S.r.l.
Via Carlo Cazzaniga 19 - 20132 Milano

PRISMA: Pubblicazione mensile registrata al Tribunale di Milano (n° 235 del 19/09/2018).

ABBONAMENTI
www.prismamagazine.it
I dati personali sono trattati ai sensi del GDPR
Picomax - https://ecommerce.picomax.it/prisma
Numeri arretrati (6,50 €)
L'abbonamento a 11 numeri della rivista cartacea costa 42 euro

ISSN 2611-710X

Chiuso in redazione il 18 aprile alle ore 12:00

Il prossimo numero sarà in edicola giovedì 6 giugno 2024

IL CIELO A COLORI

Al festival delle mongolfiere di Wonosobo, sull'isola di Giava, i partecipanti celebrano l'Eid al fitr. L'evento, che si tiene dal 1950, celebra la fine del digiuno dei musulmani, nel mese sacro del Ramadan.

LA SIGNORA DEGLI ANELLI

L'Etna è il più grande vulcano attivo d'Europa. Ad aprile ha dato vita a degli spettacolari anelli di fumo in cielo. Per questo, la Montagna, così la chiamano i siciliani, è stata ribattezzata sui social *Lady of the rings*, la Signora degli Anelli. Gli anelli di vortice vulcanico sono fatti di vapore e sono generati da piccole esplosioni di bolle di gas all'interno di un condotto stretto sopra una camera magmatica. Il fenomeno non è comune, ma nemmeno rarissimo, ed è studiato dalla fine del XIX secolo.

CONTRATTO PERICOLOSO

La centrale nucleare armena ANPP, in stile sovietico, messa in funzione nel 1976 e completata nel 1980, è stata una delle principali fonti di produzione di energia dell'Armenia. Spenta dopo il terremoto che colpì il Paese asiatico nel 1988 – anche se l'impianto non aveva subito danni benché fosse molto vicino all'epicentro – dopo il crollo dell'Unione Sovietica fu riattivata per far fronte alla mancanza di energia elettrica. Ora, un nuovo contratto firmato tra Armenia e Russia consentirà la modernizzazione e l'estensione della durata di vita della centrale nucleare di Metsamor fino al 2036. Sebbene questa infrastruttura sia fondamentale per il fabbisogno energetico armeno, sono diverse le critiche rivolte al governo visto che Metsamor è situata vicino ad un'area soggetta a terremoti e questo impianto era stato definito come l'impianto nucleare più pericoloso al mondo.

1

è il numero dell'unico disastro aereo che si è registrato nel 2023. In Nepal il 15 gennaio morirono 72 persone. Lo scorso anno è stato il più sicuro per viaggiare in aereo da quando esiste l'aviazione commerciale. Su oltre 37 milioni di voli, che hanno trasportato circa 4,3 miliardi di passeggeri, gli incidenti sono stati 30 (nel 2022 erano stati 42), cioè 0,8 ogni milione di decolli (1,3 l'anno precedente).

75

sono gli anni dalla nascita della Nato, avvenuta il 4 aprile 1949 per iniziativa di 12 Paesi: Belgio, Canada, Danimarca, Francia, Islanda, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Norvegia, Portogallo, Regno Unito e Stati Uniti. Nel corso degli anni se ne sono aggiunti altri. Gli ultimi sono stati Finlandia (2023) e Svezia (2024) che hanno portato a 31 il numero totale dei Paesi aderenti al Patto atlantico.

28%

è la percentuale, secondo una indagine dell'*Economist*, di utenti statunitensi che usano i social per documentare la propria vita, il 42% in meno rispetto a soli quattro anni fa. Un numero che certifica una trasformazione dei social, che stanno assumendo sempre più le sembianze di un gigantesco mercato dove tutti cercano di vendere qualcosa. Una delle dieci app più scaricate nell'ultimo anno è quella di *Temu*, il colosso cinese dell'e-commerce.

88,3%

è la percentuale degli abitanti della Basilicata che scelgono di farsi curare in strutture sanitarie non di prossimità, ossia a una distanza di oltre 100 chilometri dal comune di residenza. I lucani guidano la classifica del pendolarismo sanitario, che nel solo anno 2022 è costato alle regioni 2,69 miliardi di euro per quanto riguarda i ricoveri ospedalieri e 636 milioni di euro per gli specialisti ambulatoriali.

808

sono le navi della flotta di Msc (*Mediterranean Shipping Company*). La prima compagnia marittima al mondo è italiana e ha una capacità di carico che corrisponde al 20% dell'intero mercato delle spedizioni marittime. ■

WHAT IF...

... vivessimo sul pianeta Arrakis

di Paolo Gangemi

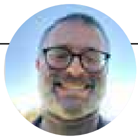
Canopo, a poco più di 300 anni luce da noi, è la stella più brillante nel cielo notturno dopo Sirio. Ed è la stella attorno a cui ruota Arrakis, il pianeta inventato dallo scrittore americano Frank Herbert nella saga *Dune*, portata sullo schermo prima da David Lynch nel 1984 e poi due volte da Denis Villeneuve nel 2021 e nel 2024. Nei film, gli abitanti di Arrakis sono impersonati da attori umani. Ma sarebbe possibile per noi vivere su quel pianeta quasi interamente desertico? E come sarebbe la nostra vita?

Per scoprirlo, tre esperti inglesi di modelli climatici (Alex Farnsworth, Sebastian Steinig e Michael Farnsworth) hanno applicato ad Arrakis un modello informatico sviluppato per studiare il clima degli esopianeti reali. Arrakis è paragonabile alla Terra per quanto riguarda le dimensioni (il diametro è circa 2/3 di quello terrestre), i tempi di rotazione e di rivoluzione. Anche l'atmosfera è molto simile ma con più ozono, il che comporta un effetto serra molto più forte.

Secondo il modello informatico e in base ai parametri immaginati da Herbert, Arrakis sarebbe leggermente diverso rispetto allo scenario descritto nei libri: ci sarebbero delle precipitazioni (anche se deboli) ma non le calotte polari. Poi, il clima non sarebbe torrido nelle regioni tropicali e mite in quelle intermedie e polari. Anzi, il contrario. Ai tropici sarebbe più simile a quello della Terra, anche se un po' più caldo, con temperature comprese fra i 15 e i 45 °C. Alle latitudini medio-alte invece le condizioni sarebbero invivibili: temperature bassissime d'inverno (fino a -75 °C ai poli e -40 °C nelle regioni intermedie) ma elevatissime d'estate (fino a 70 °C).

A causa della maggiore umidità, infatti, sulle regioni polari si formerebbe una cappa di nuvole che aumenterebbe ancora l'effetto serra. Ai tropici invece l'umidità sarebbe molto bassa e proprio questo ci aiuterebbe a sopportare temperature medie più alte di quelle terrestri.

Insomma, sarebbe un pianeta inospitale ma abitabile, anche se solo nelle zone tropicali. Perciò sì, potremmo vivere su Arrakis!



a cura di Luca Alberini

REPORT 2024 Clima e catastrofi

Fonte: Aon

398

sono state le catastrofi naturali occorse nel 2023 a livello globale. Hanno causato perdite economiche per 380 miliardi di dollari, in crescita rispetto ai 355 miliardi di dollari del 2022 e con un +22% rispetto alla media del XXI secolo.

+31%

è la percentuale di crescita delle perdite assicurative globali dell'anno passato rispetto alla media del XXI secolo, perdite che nel 2023 hanno superato i 100 miliardi di dollari per il quarto anno consecutivo. Con le coperture assicurative per soli 118 miliardi di dollari (erano 151 nel 2022), pari al 31% delle perdite totali, il "gap di protezione" si è attestato al 69% (era il 58% nel 2022).

66

sono stati nel 2023 le catastrofi naturali i cui danni hanno fatto registrare almeno un miliardo di dollari di perdite (mai successo prima) mentre sono state solo 37 quelle con perdite assicurate da un miliardo di dollari. A causare il maggior numero di perdite economiche sono stati i terremoti, mentre le tempeste convettive sono state le più costose per gli assicuratori.

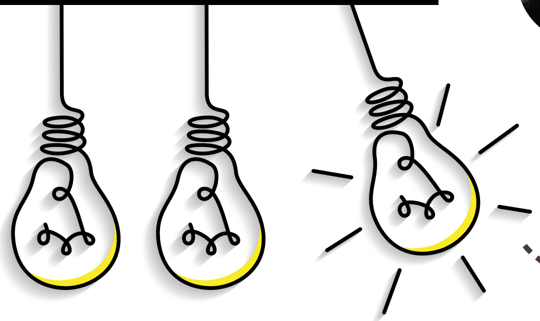
9,8 miliardi

è costata l'alluvione in Emilia-Romagna dello scorso anno, il sesto evento catastrofico a livello mondiale per perdita economica (con perdite assicurate per soli 600 milioni). Assieme ai devastanti temporali che hanno colpito il Nord Italia a luglio, il dramma emiliano ha evidenziato come le regioni settentrionali e la pianura padana siano tra le aree più esposte al rischio ambientale in Europa per effetto del cambiamento climatico, dell'esposizione ai rischi atmosferici e dell'elevata urbanizzazione.

95.000

sono le persone che nel 2023 a livello globale hanno perso la vita a causa dei rischi naturali, soprattutto terremoti e ondate di calore. È il numero di vittime più alto registrato dal 2010 (l'anno passato infatti è stato il più caldo, con anomalie di temperatura senza precedenti e massimi storici osservati in 24 Paesi).

a cura di Furio Honsell



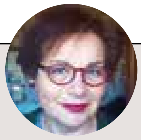
Alla salute!

Una delle principali conquiste civili del nostro Paese è stata l'introduzione nel 1978 del sistema sanitario pubblico universalistico secondo i principi di equità dell'articolo 32 della Costituzione. La salute, intesa come benessere fisico, mentale, emozionale e sociale, e non mera assenza di malattia, è diritto individuale ma anche diritto collettivo, perché il benessere degli altri è un determinante della nostra salute. Garantire servizi sanitari universali non fu semplice, si dovettero prima eliminare le disparità e i privilegi dei sistemi mutualistici precedenti. Non fu un caso se la legge istitutiva del Ssn, la L. 833/78, fu proposta dalla partigiana Tina Anselmi, prima ministra donna della Repubblica italiana.

Ebbene, questo patrimonio sociale straordinario rischia di essere compromesso, rigettandoci nella peggiore disuguaglianza. Il numero dei cittadini che rinuncia alle cure è ormai di 1 su 3. I tempi di attesa del sistema pubblico ne sono la causa principale, in quanto obbligano a pagare visite specialistiche e accertamenti a proprie spese, o attraverso assicurazioni private, che non tutti possono permettersi. C'è un ricorso sempre più frequente da parte delle Regioni al privato accreditato o precario, ricorso provocato dall'aumento di dimissioni volontarie dal sistema pubblico degli operatori. Fenomeno gravissimo perché lascia gli stessi lavoratori con minori tutele previdenziali. Compensare la riduzione di personale ospedaliero e territoriale con assunzioni diventa sempre più difficile per il sistema pubblico perché è ormai frenato da logiche aziendalistiche che spingono a ridurre i costi di personale e a non investire risorse aggiuntive in premi e incentivi.

L'impegno per la difesa del sistema universalistico pubblico è dunque un imperativo in questa fase storica di profonda trasformazione demografica, che vede crescere la percentuale di anziani e quindi di fragilità. Non lo è solo perché le privatizzazioni ed esternalizzazioni della sanità inducono analoghi percorsi in altri settori, come la scuola, ma perché porta a concepire la sanità solamente in termini prestazionali. Ciò significa intenderla come mera risposta terapeutica, quando la malattia è già conclamata. E questa è una risposta inefficace perché frammentaria e frammentata, che non considera il contesto socio-ambientale. La logica del profitto privato, poi, è opposta a quella della prevenzione!

E tutto ciò avviene, paradossalmente, all'indomani della pandemia Covid, che ha dimostrato l'incapacità dei sistemi privati, e quando il riscaldamento globale indica che il diritto alla salute non può essere garantito senza tutelare anche i diritti collettivi ai beni comuni di aria, acqua, biodiversità, senza una giustizia climatica. La salute degli esseri umani non può essere pensata disgiunta da quella delle altre specie, senza rivedere i metodi di coltivazione e allevamento. Da anni l'Oms parla di *One Health Policy*: la salute per tutti può essere solamente *un'unica salute*, quella del Pianeta!



a cura di Maria Prodi

Stem.
Basta la parola

Andate sul sito di *Futura*, la piattaforma per il Pnrr istruzione. Cercate le proposte di percorsi messi a disposizione delle scuole italiane che devono spendere in formazione Stem un totale di 600 milioni, parecchie decine di migliaia di euro ciascuna, entro un anno circa. Troverete un gran miscuglio di robotica, *coding*, la, metodologie immersive. Ma proviamo a fare un'indagine *data driven* su cosa va per la maggiore. Sul portale sono disponibili più di 200 percorsi.

Se cerco con la parola chiave "matematica" escono 13 titoli e, eccettuato uno che propone didattiche laboratoriali, tutti gli altri sono declinati in chiave digitale, robotica, di *machine learning*. Ma se digito aritmetica o algebra, il risultato è zero. Con geometria arrivo a tre, accoppiata a robotica e *coding*. Se, invece, faccio una ricerca su "fisica" ho 5 risultati. Con "chimica" va peggio: solo tre proposte la citano. Finalmente, vado su "robotica" e ottengo 80 percorsi, "realtà aumentata" va a 50 ma per fare il botto bisogna digitare "la": 190 risultati.

Insomma, cosa significa Stem? Il ministero ha prodotto le sue Linee guida per l'insegnamento delle Stem (il politicamente corretto poi esige che si aggiunga ogni tanto una A per arte e umanistico in generale, così da non scontentare nessuno). Nelle linee guida si esordisce affermando l'importanza della matematica: "Da sempre la matematica si è sviluppata in relazione alle esigenze della vita quotidiana... La matematica si basa proprio su questo equilibrio fra astrazione ed applicazione. Solo mera astrazione rende la matematica sterile e noiosa". Dopo di che si espongono una serie di indicazioni metodologiche trasversali alle discipline Stem (*learning by doing, problem solving, inquiry based learning, debate, design thinking*, pensiero critico, lavoro di gruppo e cooperativo ecc.) che, in realtà, ben si adatterebbero, nella loro genericità, a qualsiasi insegnamento, fosse pure sulla cucina cinese, sulla danza caraibica o per l'allevamento degli struzzi.

Delle singole discipline, dei loro metodi, dei loro nodi concettuali, delle loro conquiste intellettuali, dei loro contenuti e delle didattiche per rendere attrattivi, intuitivi, comprensibili quei contenuti si perdono le tracce. Pur citando il profilo culturale, educativo e professionale dei licei che prevede che gli studenti siano "consapevoli della diversità dei metodi utilizzati dai vari ambiti disciplinari" e che siano in grado di "valutare i criteri di affidabilità dei risultati in essi raggiunti per compiere le necessarie interconnessioni tra i metodi e i contenuti delle singole discipline", le discipline che si accostano nell'acronimo restano in quanto tali trascurate. C'è un tutto che ha perso le parti. O meglio: una confezione che ha perso il contenuto.

L'impressione è che l'ambito Stem sia trattato come se fosse una nuova disciplina onnicomprensiva, e non un acronimo. La certezza è che centinaia di migliaia di euro stanno piovendo in questo settore, nel cui campo fioriscono "esperti" e formatori e che impegnerà centinaia di migliaia di docenti e milioni di studenti. Con quali avanzamenti nell'insegnamento di Scienze, Tecnologia, Ingegneria e Matematica?

di Fabio Mantegazza

I NUMERI, che ossessione!

Da fine marzo è al cinema “Il teorema di Margherita”, la storia di una studentessa di matematica il cui unico scopo nella vita è risolvere la congettura di Goldbach. Il fallimento, temporaneo, aprirà le porte a scenari imprevedibili che la riporteranno al primo amore

IL TEOREMA DI MARGHERITA

Regia: Anna Novion
Durata: 112’
Francia, Svizzera 2023

"La matematica per me è così importante che non potrei concepire di vivere senza". È con questa lapidaria dichiarazione che Margherita si presenta. Gli spettatori hanno così la possibilità di metterla a fuoco. Si tratta di una giovane fuori dal comune: studentessa di matematica, con una borsa di dottorato presso l'École Normale Superieure (Ens) di Parigi, che considera a tal punto casa sua da girare in pantofole per corridoi e aule. Unica donna in un mondo tutto al maschile. Studenti e professori intorno a lei sono tutti uomini e lei sembra adeguarsi a questa situazione non facendo nulla per mettere in risalto la sua femminilità, anzi quasi nascondendola dietro un aspetto anonimo e abiti di taglio maschile. All'interno della Scuola non coltiva alcun rapporto personale di amicizia e sembra vivere in una bolla in cui quel che conta sono solo i numeri. Le risulta naturale adeguarsi ai principi più volte espressi dal professor Warner che sta seguendo la sua tesi: la matematica non deve mischiarsi con i sentimenti e chi la pratica deve saper controllare le proprie emozioni. Mantenendosi fedele a questi assiomi, Margherita lavora alla dimostrazione della congettura di Goldbach. È uno dei cosiddetti "problemi irrisolti" nella teoria dei numeri; una di quelle affermazioni che studiosi della matematica – nel nostro caso il tedesco Christian Goldbach – hanno fatto nel passato (addirittura a metà del Settecento) e che è a tutt'oggi considerata vera dai matematici senza però che nessuno sia riuscito né a dimostrarla né a confutarla.

Essere in grado di dimostrarla è un miraggio, un sogno per chiunque si occupi di matematica. Margherita è convinta di esserci riuscita, sostenuta in questo dal professor Werner che, come accade a volte agli accademici, si presenta come un buon maestro ma in realtà è un cinico che spera di essere illuminato dalla luce riflessa della sua allie-

La colonna sonora della vita di Margherita non è composta da musica: è fatta dello scricchiolio del gesso che stride sulle grandi lavagne nere e che si alterna con il suono delle tessere del mahjong mischiate sul tavolo

va. La giovane dottoranda deve presentare il suo teorema durante un seminario aperto al pubblico e tutti si attendono che questo possa segnare il suo momento di gloria.

Ma qualcosa va storto! Come fa notare Lucas, un altro brillante studente appena reclutato dal professor Werner, c'è un errore nel procedimento seguito da Margherita. Tutto il castello del suo ragionamento crolla miserevolmente. Un piccolo dettaglio sbagliato che fa precipitare l'autostima e la volontà di Margherita e la spinge ad abbandonare l'università. Una decisione sofferta e dolorosa ma che finalmente la porta a mettersi in gioco nella vita reale.

Dopo questo avvio così intenso e coinvolgente, il film procede lungo un percorso narrativo già battuto. Le tappe sono scandite e definite quasi con la stessa precisione delle funzioni di Propp nella fiaba: caduta del protagonista che affronta una profonda crisi esistenziale e pratica – difficoltà economiche – uso di vari stratagemmi per superarle – recupero delle proprie competenze, utilizzate in ambito diverso da quello ufficiale – ripresa di contatto con chi prima era stato considerato avversario – creazione di legami di amicizia e solidarietà – percorso ad ostacoli verso la meta finale con qualche inevitabile inciampo ma con successo garantito. Insomma, è la crescita della protagonista il vero focus del film.

Una crescita che concretamente per Margherita si realizza nell'amicizia con la sua coinquilina (una ballerina che vive di espedienti e le fa ricordare che anche lei ha un corpo fatto di sangue e carne); in lavoretti precari per poter pagare l'affitto; nella scoperta che la matematica oltre a una struttura teorica ha anche applicazioni pratiche e concrete che le consentono di diventare bravissima a mahjong e guadagnare così parecchi soldi nelle bische clandestine che pullulano nel suo quartiere. La mente corre immediatamente agli studenti protagonisti di un altro film sulla matematica, *21* di Robert Luketic, capaci alla fine degli anni Ottanta di sbancare numerose case da gioco grazie alla loro capacità di memorizzare le carte nel *blackjack*.

La matematica ha subìto un duro ridimensionamento nella sua esistenza, ma la congettura di Goldbach resta ancora in cima ai pensieri di Margherita che riempie di formule non solo le pareti della sua casa trasformandole in lavagne ma qualsiasi foglio le passi tra le mani. Sarà però solo riprendendo contatto con Lucas, proprio il responsabile del fallimento della sua dimostrazione, e stabilendo con lui rapporti amichevoli e di collaborazione, che riuscirà infine a raggiungere il suo obiettivo.

In quale contesto ambientale avviene tutto ciò? Capita a volte che, parlando di film di forte ispirazione naturalistica, si affermi che il paesaggio sia uno dei protagonisti del film, insieme con i personaggi. Qui si può dire lo stesso delle lavagne. E non le

moderne LIM che ormai abbondano nelle scuole dei nostri ragazzi, ma le grandi lavagne nere, su cui si può scrivere solo con il gesso (una bella rivincita sui computer, in questa storia assenti quasi del tutto).

Parliamo delle lavagne delle aule universitarie, che scorrono dall'alto in basso e si sovrappongono come una pagina sull'altra: è su questo abisso nero che naufraga la prima dimostrazione di Margherita.

Ma non solo queste: le lavagne non restano confinate nelle aule universitarie. Lasciata l'Ens, Margherita non può fare a meno di questo supporto e trasformerà in lavagne nere prima le pareti della sua stanza e poi quelle dell'intero appartamento che occupa con la sua compagna. Una presenza incombente, quasi ossessionante, su cui prendono forma – o vengono rapidamente cancellate con uno straccio – espressioni, segni algebrici, formule matematiche interpretabili attraverso lo sguardo di chi le scrive e di chi le osserva.

La colonna sonora della vita di Margherita non è composta da musica: è fatta dello scricchiolio del gesso che stride su queste lastre nere e che si alterna con il suono delle tessere del mahjong mischiate sul tavolo.

Al termine del film è chiaro come la matematica per Margherita sia un'ossessione. Qualcosa che le occupa totalmente la mente, i pensieri, i sogni; un pensiero ripetitivo e martellante che non l'abbandona un attimo e condiziona la sua esistenza. Il cambiamento che la protagonista ha vissuto non è un processo di liberazione dall'ossessione ma un suo contenimento. Se all'inizio il pensiero intorno ai numeri era totalizzante per la ragazza ed escludeva tutto il resto dalla sua vita, al termine del suo percorso resta elemento fondamentale per lei ma lascia spazio anche ad altro: ai sentimenti, alla relazione con gli altri, all'amore per il proprio corpo.

Il film che era iniziato con l'invito alla rinuncia ai sentimenti e con il controllo delle emozioni si conclude con un bacio fra i due protagonisti. Anche i matematici hanno un cuore!

di Fabio Mantegazza

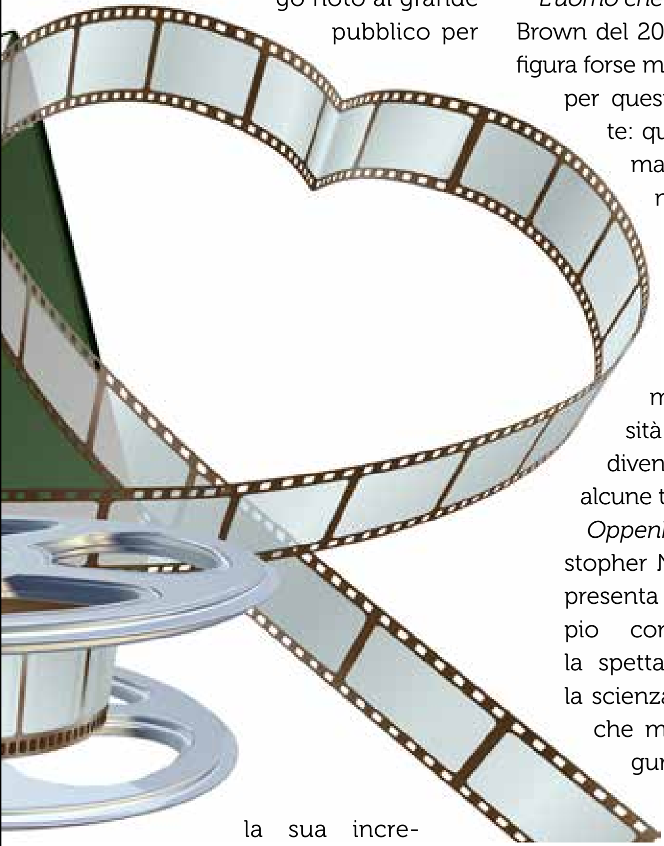
UN AMORE lungo un secolo

La matematica, e la scienza in generale, spesso hanno dato al cinema spunti per opere interessanti. "Il teorema di Margherita" *è solo l'ultimo esempio di una produzione che ha preso il via già con l'inizio del Novecento*

Dopo *Oppenheimer* la scorsa estate e *Il teorema di Margherita* di fine marzo, non si può certo dire che la scienza goda di scarso favore presso produttori cinematografici e registi! Quello tra cinema e scienza è un binomio non così comune nell'immaginario collettivo. Eppure, sono andati a braccetto fin dall'inizio del Novecento. Limitandoci a quello che è accaduto nell'ultimo quarto di secolo, possiamo affermare che il cinema del terzo millennio ha abbandonato l'intento documentaristico preferendo quello spettacolare e di intrattenimento. Certamente, i grandi scienziati sono ancora al centro della scena ma l'obiettivo è puntato soprattutto sugli aspetti spettacolari delle loro esistenze, sulle contraddizioni delle loro personalità, sulle sofferenze che hanno dovuto affrontare. Lo scienziato del terzo millennio si è liberato da qualche stereotipo che lo aveva a lungo accompagnato, come quello dello scienziato pazzo – pensiamo a *Ritorno al futuro*, per intenderci – o dell'apprendista stregone, ma continua a presentare alcuni caratteri peculiari e ricorrenti: il caparbio inventore, il genio introverso, isolato, spesso incompreso, la mente ossessionata e appassionata. Comunque, certo e sempre uomo non comune (e mai come in questo caso il termine uomo è pregnante).

A partire da *A beautiful mind* di Ron Howard del 2001, libera interpretazione della biografia di John Nash. Matematico ed economista statunitense, vinse nel 1944 il premio Nobel per l'economia ma ebbe un'esistenza ossessionata da paranoie, visioni, incubi, allucinazioni, fino a venire dichiarato affetto da schizofrenia e ricoverato in ospedale psichiatrico.

La teoria del tutto, di James Marsh, nel 2014 ripercorre la vita di Stephen Hawking, celebre fisico, astrofisico e cosmologo noto al grande pubblico per la sua incredibile figura di scienziato e mente geniale imprigionato in un corpo tormentato dalla malattia. Il film si concentra sulla sua vicenda di marito e padre in continua lotta con il disturbo neurologico che lo confina su una sedia a rotelle.



La parabola di Alan Turing è la protagonista di *The imitation game* di Morten Tyldum, ancora del 2014. Matematico, analista e soprattutto eroe di guerra per aver contribuito a decrittare gli indecifrabili codici dei messaggi elaborati dalla macchina tedesca "Enigma", Turing verrà arrestato solo qualche anno dopo la fine del conflitto con l'accusa allora infamante di omosessualità. La successiva condanna alla castrazione lo porterà al suicidio.

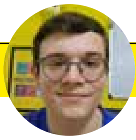
L'uomo che vide l'infinito di Matt Brown del 2015 si occupa di una figura forse meno famosa ma non per questo meno importante: quella di Srinivasa Ramanujan, genio indiano della matematica, completamente autodidatta, che dopo essere cresciuto povero a Madras ottiene l'ammissione all'università di Cambridge dove diventerà un pioniere di alcune teorie matematiche.

Oppenheimer di Christopher Nolan del 2023 rappresenta il massimo esempio contemporaneo della spettacolarizzazione della scienza. Un film di tre ore che mette in scena la figura di uno scienziato il cui tratto distintivo è l'ambiguità. Capace di guidare e condurre a termine in tempi stretti un'avventura eccezionale come la preparazione della bomba atomica, ma poi tormentato da continui dubbi e assillanti interrogativi sulla dimensione morale di tale impresa.

Tutti i protagonisti finora citati sono uomini. Le donne di scienza sono apparizioni rare sul grande schermo. C'è stata in verità Ipazia in *Agora* di Alejandro Amenabar del 2009 ma è una figura talmente lontana nel tempo – siamo nel IV secolo – da assumere più le caratteristiche del personaggio storico che della scienziata come la intendiamo oggi.

Solo negli ultimi anni si è registrata una maggiore attenzione in questa direzione. Lo dimostrano i due film dedicati a Marie Curie, la prima donna insignita del premio Nobel (che si vanno ad aggiungere a quello del 1943 diretto da Mervyn LeRoy.): *Marie Curie* di Marie Noëlle del 2016 e *Radioactive* di Marjane Satrapi del 2019. Entrambi con protagonista la leggendaria scienziata che scoprì la radioattività, costituiscono un efficace esempio di come le biografie abbiano spesso poco di oggettivo e si prestino invece a interpretazioni soggettive.

Grande e meritato risalto al ruolo delle donne in campo scientifico viene sicuramente fornito da *Il diritto di contare* di Theodore Melfi del 2017. Il film ha l'impagabile merito di portare sul grande schermo una storia vera, quella di tre scienziate afroamericane: Katherine Johnson, Mary Jackson e Dorothy Vaughan, che riuscirono a farsi strada all'interno della Nasa dove le donne – tanto più se di colore – erano apertamente osteggiate e a garantire un prezioso contributo alle missioni spaziali Usa. Ora, con *Il teorema di Margherita* possiamo contare su un ulteriore piccolo mattoncino per la costruzione di questo filone.



di Massimo Martone

LA FORZA di una passione

La regista Anna Novion ha messo molto del suo vissuto ne "Il teorema di Margherita": "Cinema e matematica si somigliano perché, come diceva Deleuze, uno scienziato inventa e crea allo stesso modo di un artista"

"Quando inizio un film, cerco di partire sempre da un sentimento, una sensazione che ho provato davvero, che mi intriga e che vorrei esplorare". Anna Novion è la regista de *Il teorema di Margherita*. Il film ha vinto il CTS Young Film Technician Award a Cannes nel 2023 e Ella Rumpf si è aggiudicata il premio Lumière 2024 come migliore attrice rivelazione. La pellicola ha ricevuto anche due candidature ai *César*, gli Oscar francesi, per entrambi i giovani protagonisti.

L'École Normale Supérieure (Ens) è un ambiente chiuso e misterioso per un *outsider*. Come mai ha scelto questa ambientazione per dare inizio al suo film?

Ho pensato alla natura delle grandi scuole, dove spesso gli studenti si focalizzano unicamente sui propri studi. In più, il campo della matematica mi sembrava in linea con la mia idea. Il mondo della matematica – e quello dell'Ens – è stato poco rappresentato nei film, così come lo è stata ancor di meno un'eroina matematica. Il mio incontro con Ariane Mézard, una delle poche e più grandi matematiche francesi, è stato decisivo. Siamo diventate amiche all'istante, ci siamo comprese a vicenda, il che è stato molto commovente. È una

La regista Anna Novion

donna sensibile, determinata, sincera e affabile. È anche stata la prima persona che mi abbia mai parlato di matematica in senso artistico, incrociandola con la poesia, l'immaginazione e tutto ciò che mi spinge ad essere una regista. Gilles Deleuze affermava correttamente che uno scienziato inventa e crea allo stesso modo di un artista...

Il personaggio di Margherita è nato da questo incontro?

Assieme al mio co-sceneggiatore, Mathieu Robin, abbiamo inventato un personaggio ispirandoci ad Ariane e che, in un certo qual modo, dicesse molto anche di me stessa. Vedo in Margherita lo stesso entusiasmo, una forma di altruismo, una passione che riflette ciò che ha in testa. Un'altra somiglianza tra noi è il livello di impegno e resilienza che i nostri lavori richiedono. I matematici potrebbero passare una vita intera a cercare di risolvere un problema senza alcuna certezza di riuscirci. Anche i registi rischiano di veder crollare i loro progetti da un momento all'altro. Non è diverso da un atto di fede. Essere un matematico è come unirsi a un ordine religioso. Anche l'Ens sembra una sorta di monastero quando hanno dei seminari... Nel film, Margherita ha un rapporto davvero puro con la matematica, una forma di devozione.

Il professor Werner non è solo un mentore per Margherita, è anche un punto di riferimento forte per la sua "religione". Per lui, "la matematica dovrebbe essere scevra dai sentimenti".

La matematica è un campo ultra-competitivo. I ricercatori sanno di appartenere a una *élite*. Werner ne è consapevole. È ambizioso e pensa che il suo talento non sia mai stato davvero apprezzato. Ciò lo ha reso piuttosto risentito. Ha ancora fede nella matematica ma è come torturato da una forte frustrazione. Werner è una figura di potere che salva Margherita dal crollo definitivo, per preservare il suo potenziale. A un certo punto, Margherita si sentirà tradita da lui. Non volevo però dare un mio giudizio su questo rapporto: Margherita non è la vittima e Werner non è il carnefice. Hanno entrambi le loro ragioni.

Il rifiuto di Margherita a perdere, sia nel gioco che nella ricerca, la porta sull'orlo dell'abisso. Era un modo per affrontare il fatto che la follia attende prima o poi tutti i geni?

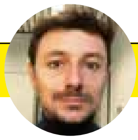
Volevo che lo spettatore sentisse quella vertigine e mi importava dimostrare che Margherita avrebbe potuto deviare dalla rotta a causa del suo orgoglio e alla fine perdersi. Ogni matematico ha una storia da raccontare risalente al college. Il loro lavoro richiede così tanto impegno che il loro cervello potrebbe perfino implodere. Le persone straordinariamente intelligenti vogliono sempre dare il massimo nel loro campo, cosa che provoca costante euforia ma anche molta pressione. È simile all'esperienza dei migliori atleti.

Anche se non convenzionale, Margherita è una donna contemporanea...

Oltre che una donna forte, dalle elevate doti intellettuali, Margherita è anche un esempio: una combattente feroce e resiliente in un mondo dominato dagli uomini. È davvero difficile ritagliarsi la propria nicchia quando ti viene costantemente ricordato il tuo genere di appartenenza. La pressione dei suoi colleghi la spinge sempre a essere migliore. Lei è un piccolo soldato che non obbedisce agli ordini che le vengono imposti, che cresce interiormente e acquista progressivamente un grande potere. Spero che il suo ritratto possa ispirare le donne a lottare per le proprie passioni.

Come si rende cinematografica la matematica?

È stata l'ennesima sfida registica della mia carriera. Mi chiedevo: come far sì che la matematica – che pochi capiscono – sembri organica, dinamica, coinvolgente? Ho dovuto abbracciare la passione di Margherita e Lucas: sono entrambi maniaci del lavoro e questo dovevo renderlo alla perfezione sullo schermo, altrimenti sarebbe stato irrispettoso e fuorviante nei confronti dei veri matematici. Quando ad esempio dipingono di nero le pareti del soggiorno per scrivere le equazioni, volevo che sembrasse come se stessero dipingendo la Cappella Sistina! Quegli scritti sono come geroglifici, sono affascinanti da ammirare, c'è davvero della bellezza in quell'astrazione. Le equazioni mostrate nel film sono tutte autentiche, e Ariane se n'è assicurata. Margherita vuole risolvere la congettura di Goldbach, che è ancora irrisolta. La cosa curiosa è che Ariane ha fatto effettivamente dei passi avanti mentre ci stava lavorando prima delle riprese: i futuri matematici che cercheranno di dimostrare Goldbach potranno guardare il film e ritrovarvi alcuni elementi chiave!



di Jacopo De Tullio

L'EVEREST della matematica

Sebbene non abbia implicazioni pratiche, la congettura di Goldbach è stata oggetto di studio da parte di tantissimi matematici. L'ultimo dei quali ha proposto una soluzione che, sebbene non sia mai stata pubblicata su una rivista scientifica, è considerata corretta

Nell'Europa del XVIII secolo, tra rivoluzioni industriali, culturali e scientifiche, l'obiettivo delle potenze occidentali è la conquista del futuro. In questo contesto, l'impero russo è in affanno, con un'economia ancora legata all'agricoltura e con scarse istituzioni culturali. Il nuovo zar Pietro il Grande, affiancato poi dalla moglie Caterina, decide che è arrivato il momento di una svolta e intraprende riforme economiche e sociali per allinearsi ai vicini Stati europei. Anche la cultura scientifica è tra i punti di azione del nuovo corso e nel 1724 Pietro fonda l'Accademia delle Scienze dell'Impero russo con sede a San Pietroburgo. Molti tra i più brillanti scienziati occidentali vengono invitati a farne parte. Tra questi, vi è il matematico prussiano Christian Goldbach, autore di importanti studi sulle serie numeriche.

Nel 1727 arriva all'Accademia, direttamente da Basilea, anche Eulero, considerato il più grande matematico dell'epoca. Lo svizzero entra da subito in contatto con Goldbach. I due hanno una passione in comune: la teoria dei numeri. L'anno seguente, però, Goldbach lascia San Pietroburgo per Mosca dove è chiamato a fare il tutore del giovane Pietro II, nipote di Pietro il Grande e futuro zar di Russia. Il legame con Eulero non si spezza e i due intrattengono una fitta corrispondenza – la prima lettera è datata 1 dicembre 1729 – sugli studi e i nuovi risultati ottenuti nell'ambito della teoria dei numeri. Addirittura, Eulero vorrà il collega come padrino di suo figlio e Goldbach, dopo i primi segnali di cecità del collega, lo proteggerà all'interno dell'Accademia.

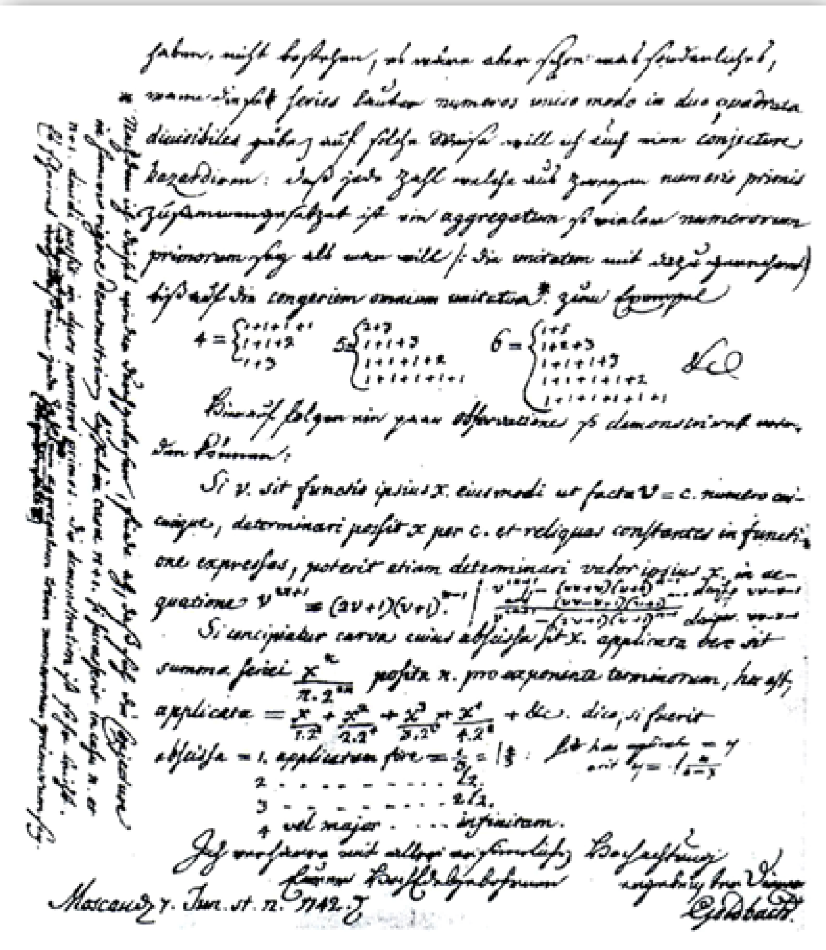
In una missiva del 7 giugno 1742, Goldbach propone all'amico la seguente congettura: "Ogni numero dispari maggiore di 5 può essere scritto come somma di tre numeri primi". La risposta di Eulero non si fa attendere e in una lettera datata 30 giugno 1742 c'è il rilancio con una congettura più forte: "Ogni numero pari maggiore di 2 può essere scritto come somma di due numeri primi". Quest'ultima è la formulazione che passa alla storia come "Congettura forte di Goldbach". Quella originale del matematico prussiano è invece indicata come "Congettura debole".

In effetti, se andiamo per tentativi, l'affermazione appare vera: 4=2+2, 6=3+3, 8=3+5, ..., 142=89+53, ... Ma vi sconsigliamo di andare avanti con gli esempi visto che, grazie ai calcolatori elettronici, i matematici hanno già esplorato i numeri pari fino a 4.000.000.000.000.000.000, riuscendo a spezzarli tutti nella somma di due primi. E, del resto, questo sforzo non è certo una di-

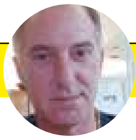
Viene naturale chiedersi: a che cosa servirebbe la dimostrazione della congettura di Goldbach? La risposta è piuttosto semplice: non servirebbe a niente!

mostrazione: potrebbe comunque esserci un controesempio, ovvero un numero pari successivo a quelli analizzati che non si può scrivere come somma di due numeri primi.

La congettura di Goldbach, sia nella sua versione forte che in quella debole, è stata oggetto di studio da parte di tantissimi matematici. Nel 1937 il matematico russo Ivan Vinogradov dimostrò, nell'ambito della congettura debole, che ogni numero dispari "abbastanza grande" può essere espresso come somma di tre primi. Il suo allievo Borodzin trovò che per "abbastanza grande" si intendeva un numero maggiore di $3^{14348907}$ (numero con più di 6 milioni di cifre). Nel 1939 si è poi dimostrato che ogni numero pari maggiore o uguale a 4 può essere scritto come somma di al più 20 numeri primi. Questo limite è stato abbassato a 6 numeri primi nel 1995 e nel 2012 il matematico Terence Tao, medaglia Fields nel 2006, ha dimostrato che è possibile scrivere i numeri dispari come somme di, al massimo, cinque numeri primi. Infine, nel 2013, il matematico peruviano Harald Helfgott ha proposto una dimostrazione della congettura debole che a oggi è considerata corretta pur non essendo mai stata pubblicata su una rivista scientifica.



Viene naturale chiedersi: a che cosa servirebbe la dimostrazione della congettura di Goldbach? La risposta è piuttosto semplice: non servirebbe a niente! E allora perché tutto questo accanimento nel tentativo di risolvere il problema? A questa domanda possiamo dare due risposte: la prima è che la matematica va avanti per problemi e i nuovi risultati possono essere forieri di nuovi problemi e scoperte. La seconda, invece, ricalca la risposta che l'alpinista britannico George Mallory diede negli anni Venti alla domanda: "Perché vuole scalare l'Everest?". La replica ineccepibile fu: "Perché è lì".



di Carlo Mantegazza

UN SOLO GIORNO **DI GIOIA** ma ne vale **la pena**

La ricerca matematica richiede una forte dedizione, energia, tempo e nervi saldi. Il senso di vittoria che si prova quando si ottiene un risultato è simile a quello dello sport. E, nonostante dal giorno dopo si ricominci,è pura gioia

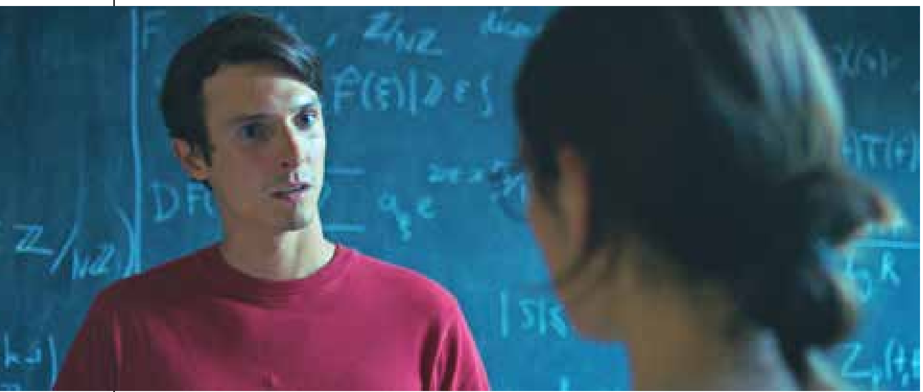
"Matematica e motori, gioie e dolori". Non era proprio così, ma questa quasi-citazione ben descrive le emozioni che può suscitare affrontare un problema di matematica. Che sia un esercizio delle "Olimpiadi della matematica", un teorema della propria tesi di laurea o un importante problema aperto di ricerca, i tre diversi soggetti coinvolti nella ricerca delle rispettive soluzioni provano le stesse emozioni: gioie e dolori. La passione per la matematica ha del resto molti tratti in comune con la passione amorosa. Nel film *Il teorema di Margherita* entrambe si manifestano in parallelo nella protagonista e si esplicano in episodi molto simili, di desiderio, tradimento, abbandono, mancanza e riconciliazione. Termini come interesse, passione, bellezza sono comunemente usati in entrambi i contesti.

Probabilmente, a un non matematico alcune cose nel film sono parse inverosimili. Per esempio, le assurdità di Margherita o che si mantenga giocando a Mahjong; altre improbabili ma non impossibili, come il fatto che un giovane "outsider" riesca a dimostrare la congettura di Goldbach, dopo che la comunità matematica ha fallito per quasi tre secoli.

Una scena del film
Il teorema di Margherita

Nella realtà, è l'esatto contrario. Sono stato un allievo della Scuola Normale di Pisa, l'analogo italiano dell'Ens, l'École Normale Superieure a Parigi dove studia Margherita, poi ci ho insegnato e in venticinque anni di questa scuola d'eccellenza ho visto di tutto e conosciuto ogni "tipo" di studente. Le stranezze, l'asocialità, l'alienazione dal mondo concreto, le difficoltà con l'altro sesso (cosa particolarmente sottolineata nel film) le ho osservate parecchie volte, sebbene non siano la norma. Tutto sommato, l'incidenza più alta e i casi più estremi li ho incontrati tra gli studenti delle materie umanistiche. La mia spiegazione di ciò è che la matematica ha comunque anche degli aspetti giocosi, sportivi, divertenti che la rendono meno alienante. Questi sono sottovalutati nella presentazione un po' rigida/tragica della disciplina nel film ed emergono solo vagamente con il Mahjong. Inoltre, spesso gli studenti di matematica già conoscono e si appassionano a questi giochi come scacchi, bridge, go e così via, non li imparano ad alto livello in pochi giorni, malgrado una *forma mentis* e un approccio scientifici ne facilitino l'apprendimento. Ho realmente conosciuto vari ragazzi che hanno guadagnato parecchio con il gioco d'azzardo.

Quello che invece è realmente inverosimile è una certa descrizione dell'ambiente accademico, in particolare dei comportamenti del professor Werner, relatore totalmente inadeguato professionalmente. Una figura che almeno nel mondo della matematica credo non possa esistere. Già è estremamente improbabile la scoperta "in diretta" di un errore che invalida un risultato e per giunta durante una presentazione. Analogamente, è improbabile che chi se ne accorge non attenda la fine del seminario per parlarne con il relatore (un'ovvia forma di cortesia/correttezza, specie se quest'ultimo è un giovane). Ma il punto rilevante è che la reale figura barbina da incompetente/inadeguato la farebbe il relatore di tesi di dottorato, colpevole di non aver evidentemente seguito e controllato il lavoro come sarebbe stato doveroso (per non parlare del fatto che non si propongono problemi di tale complessità al dottorato). Chiaramente, il film strizza l'occhio a una critica generazionale diffusa che è ormai fuori luogo in matematica, dove ognuno di noi ha imparato tanto dai matematici delle generazioni precedenti, spesso stimandoli molto e collaborando con loro serenamente. La figura del vecchio "barone" che tarpa le ali alla propria giovane studentessa estremamente brillante pare insomma assurda: semmai cercherebbe di "tenerla vicino" e lavorarci insieme. Sono in realtà più critico sulle nuove generazioni, cresciute con la recente forte spinta alla competizione e a una produzione più quantitativa che qualitativa (Margherita, oltre a dichiarare il suo amore a Lucas – l'unico matematico davvero "sano" nel film – avrebbe assolutamente dovuto dire che la soluzione finale era il risultato del loro lavoro insieme). Altrettanto inverosimile, ma comprensibile per motivi cinematografici, è il finale in cui Margherita dimostra la congettura di Goldbach in quell'assurdo modo "teatrale/sportivo" con la folla di esperti che capisce al volo e applaude. Almeno in tempi moderni, non credo vi sia un solo caso in cui con così pochi anni di studio e preparazione, durante un dottorato, si sia arrivati a risolvere con una "grande idea" un grande problema aperto "battuto" da generazioni.



I due più recenti e famosi problemi, conosciuti anche al grande pubblico, l'ultimo teorema di Fermat e la congettura di Poincaré, hanno richiesto ai loro solutori, rispettivamente Andrew Wiles e Grisha Perelman, dieci anni di lavoro assiduo. Ed erano già matematici affermati ed esperti dell'argomento.

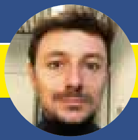
La "buona" e seria ricerca matematica, oltre alle emozioni e alla passione che comporta, richiede sicuramente una forte dedizione, energia, tempo e "nervi saldi", specie nei momenti in cui non si riesce a ottenere quanto si spera oppure si fallisce o si sbaglia, si trova un errore nel proprio lavoro (succede regolarmente, ma non durante un seminario!) e ci si sente inadeguati. La determinazione a voler ottenere un risultato, provando e riprovando, è fondamentale. In particolare, se ci si occupa di problemi difficili che altri non sono riusciti a risolvere. Il "mitico" matematico Paul Erdős (1913-1996), del quale invitiamo il lettore ad approfondire la peculiare vita, diceva: "Un buon problema si difende con forza". Tutto ciò può chiaramente portare a una certa fatica, frustrazione e, come detto, alienazione sociale e dal mondo reale (talvolta ci si "chiude" in mondi astratti davvero lontani dalla realtà), accentuate dal fatto che (a differenza di altre discipline) può essere molto difficile, se non impossibile, descrivere il proprio lavoro ad amici e cari. Ho avuto studenti di dottorato molto bravi che avrebbero potuto diventare professionisti ma che, una volta discussa la tesi, hanno deciso di abbandonare la ricerca perché la trovavano troppo stressante per questi motivi.

Scene del film
Il teorema di Margherita

Voglio anche menzionare un aneddoto personale: un po' di anni fa stavo discutendo con un collega alla lavagna del mio ufficio di un problema su cui lavoravamo da almeno un anno e finalmente troviamo la strada per risolverlo; siamo ovviamente piuttosto felici della cosa e, mentre allegramente pregustiamo brindisi e cena per festeggiare una "vittoria" dopo un anno di "sconfitte", alzo gli occhi e vedo sulla porta del mio studio, che era rimasta aperta, un famoso matematico tedesco che era in visita da noi e ci stava osservando: salutiamo e lui, leggendoci nel pensiero, ci dice laconico: "Un giorno di gioia dopo un anno di tristezza; domani si ricomincia da capo". Aveva ragione, ma quel giorno di gioia per me vale la pena di fare questo lavoro, altrimenti avrei fatto altro nella vita. Se non si ha questa attitudine alla sfida intellettuale in un contesto di grande bellezza teoretica e ciò non basta come soddisfazione, è meglio fare altro. Il "senso di vittoria" che si può provare quando si ottiene un risultato è molto simile a quello di vincere una gara sportiva: la matematica è l'unica disciplina in cui è inequivocabilmente chiaro quando si "vince", quando un problema è "risolto" e quando no. Non a caso vi è una certa proliferazione di gare matematiche a tutti i livelli e vi sono alcuni problemi aperti famosi la cui soluzione prevede un premio in denaro (come i "problemi del millennio", ognuno dei quali vale un milione di dollari). Ovviamente, tutto questo comporta una certa competizione con se stessi e con gli altri, che è "sana" se moderata, ma talvolta può anche portare all'ossessione (come nel film).

Fino a qui ho identificato la ricerca matematica con il risolvere problemi (come la congettura di Goldbach, ma in genere più "modesti" come importanza e non necessariamente famosi), ma in realtà vi è un altro lato del "fare matematica" che è inventare strutture astratte o sviluppare teorie. Ogni matematico è un po' solutore di problemi e un po' "esploratore" di queste strutture o teorie, in percentuale variabile a seconda del proprio "gusto" e delle proprie capacità. Questo secondo aspetto non è affatto di minore importanza: Riemann, per esempio, uno dei più grandi, ha scritto solo undici articoli, in cui non ha risolto alcun problema, ma vari di questi lavori hanno cambiato la storia della matematica.

Infine, voglio concludere con una coppia di citazioni che ci ricollega all'incipit "amoroso" di questo pezzo. La prima è di Archimede: "La matematica rivela i suoi segreti solo a coloro che la avvicinano con puro amore, per la sua bellezza", mentre la seconda è di nuovo attribuita a Paul Erdős: "Il difficile non è amare la matematica, ma essere ricambiati".



di Jacopo De Tullio

Quello dei tre corpi è davvero UN PROBLEMA

La serie in onda su Netflix ha riportato all'attenzione un classico enigma della matematica. La teoria del caos deterministico ha però tolto ogni illusione su una soluzione certa

Che le dinamiche di coppia siano complesse ma possano essere stabili è noto ma, quando subentra una terza persona, le cose si fanno caotiche. Con questo paragone sentimentale potremmo rapidamente spiegare il cosiddetto *Problema dei tre corpi* che dà il titolo all'omonima serie Netflix.

La trama, ispirata al primo libro della trilogia *Memoria del passato della Terra* dell'autore cinese Liu Cixin, si svolge tra passato, presente e futuro. I protagonisti sono alcuni fisici che entrano in contatto con una civiltà aliena che vive in un sistema solare diverso dal nostro, su un pianeta dove si susseguono "ere dell'ordine" con stagioni regolari e di prosperità ed "ere del caos", segnate da desertificazione e glaciazioni che distruggono la vita del pianeta. Il motivo di questa instabilità sta proprio nel titolo della serie: il sistema solare del pianeta è caratterizzato dalla presenza di due Soli che, a seconda della loro posizione e influenza sul pianeta, lo rendono accessibile o impossibile alla vita.

Al di là delle questioni di fantascienza, il problema dei tre corpi è un classico enigma della matematica e della fisica, il cui enunciato può essere così formulato: quali sono le traiettorie di tre corpi celesti, reciprocamente attratti dalla gravità, se sono note le loro posizioni e la velocità attuali?

A porre le basi di questo mistero fu Isaac Newton che nel 1687, con la pubblicazione dei suoi *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, introdusse e formalizzò la forza di gravità risolvendo il problema dei due corpi.

Dalle leggi di Keplero (1571-1630) sappiamo che l'orbita descritta da un pianeta è un'ellisse di cui il Sole occupa uno dei due fuochi. Newton, con la sua legge di gravitazione universale, affermò che la forza di attrazione tra i due corpi celesti sottoposti a gravità è definita dall'equazione:

$$F_{12} = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}$$

ovvero che la forza è direttamente proporzionale al prodotto delle masse dei due corpi e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. Questo secondo la costante di proporzionalità G(=6,67×10^{-11} N×m^2/kg^2) detta di gravitazione universale. In pratica, più i corpi sono lontani fra loro, più la loro forza di attrazione si indebolisce (e anche qui il paragone sentimentale continua a essere valido).

Da un punto di vista matematico, quella sopra è una equazione differenziale ovvero un'operazione in cui sono coinvolte le derivate di una funzione. La forza F è definita, infatti, come massa per accelerazione e quest'ultima non è altro che la derivata seconda della funzione spazio. Una volta risolta, l'equazione ci restituisce la traiettoria che nel caso del Sole e un pianeta del nostro sistema è proprio quella prevista da Keplero.

Ma che cosa succede se aggiungiamo un terzo corpo celeste? Questa è la domanda che Newton si pose dando vita all'enigma che oggi ci tiene incollati al televisore. Finché ci si limita a due corpi si può tenere uno dei due fisso (ad esempio il Sole nel nostro caso) ma quando si aumenta di uno, conviene scegliere un punto fisso nel nostro sistema di riferimento – proprio come facciamo quando fissiamo l'origine degli assi cartesiani sui nostri quaderni – e scrivere un sistema di tre equazioni (differenziali) che descriva le forze di interazione di due corpi sul terzo:

$$F_1 = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} + G\frac{m_1 m_3}{r_{13}^2}$$

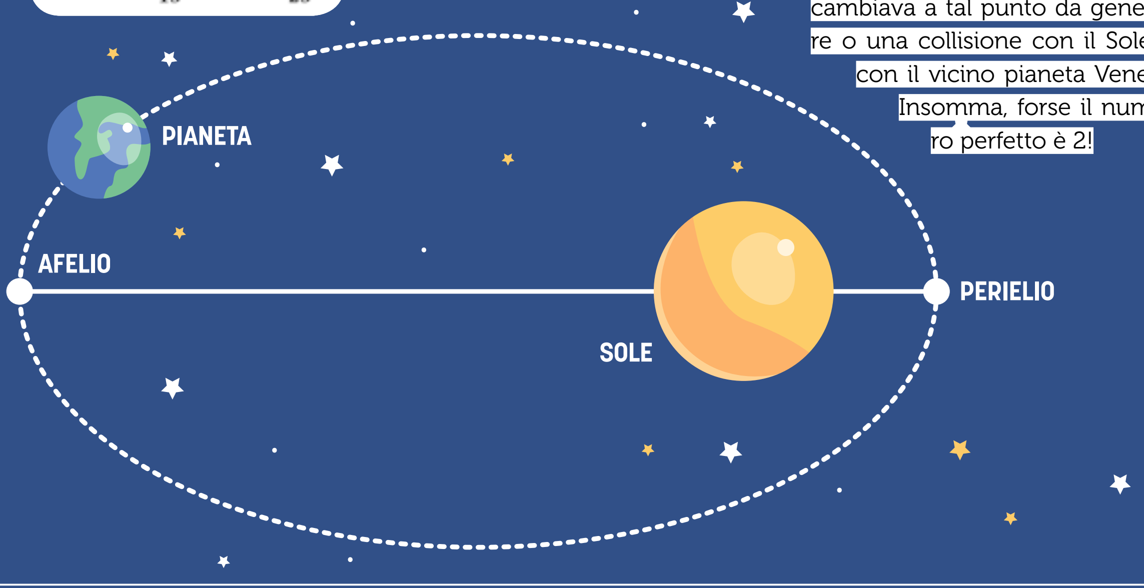
$$F_2 = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} + G\frac{m_2 m_3}{r_{23}^2}$$

$$F_3 = G\frac{m_1 m_3}{r_{13}^2} + G\frac{m_2 m_3}{r_{23}^2}$$

Già Newton si era reso conto di quanto il problema fosse diventato più complicato, non riuscendo a trovare una soluzione che descrivesse le traiettorie. Nel corso del tempo, il desiderio di trovare una soluzione al problema dei tre corpi ha stimolato numerose ricerche e tra la metà del XVIII secolo e l'inizio del XX i nomi più altisonanti della matematica dedicarono al tema più di 800 tra articoli, saggi e memorie. Joseph-Louis Lagrange, nel Settecento, riuscì a calcolare i punti dello spazio nei quali due corpi con massa molto grande permettono a un terzo corpo con una massa molto inferiore di mantenere una posizione stabile relativamente agli altri due. Questi punti, detti *punti di Lagrange*, sono essenziali per collocare sonde nello spazio a grande distanza dalla Terra.

A fine Ottocento, Henri Poincaré dimostrò che il moto dei tre corpi è imprevedibile perché il risultato è tremendamente sensibile alle condizioni iniziali, ovvero i valori di masse e distanze. Nasceva così la cosiddetta *teoria del caos deterministico* secondo cui piccole variazioni nei dati iniziali generano enormi variazioni nella determinazione delle soluzioni (proprio come un piccolo errore di segno in una espressione porta a un risultato completamente diverso da quello previsto).

In tempi più recenti, con la potente forza di calcolo dei moderni computer, si è riusciti a trovare le traiettorie a partire dai dati iniziali ma nel 2009, a conferma di quanto dimostrato da Poincaré, un gruppo di ricerca effettuò una simulazione volta a prevedere che cosa sarebbe potuto accadere a ogni pianeta del nostro sistema solare nei prossimi 5 miliardi di anni. Oltre duemila simulazioni partendo sempre dalle stesse identiche condizioni iniziali tranne una: la distanza tra il Sole e Mercurio. In ogni calcolo, la distanza (in media di 58 milioni di chilometri) veniva modificata di pochi millimetri. Il risultato è stato che nell'1% dei risultati, la traiettoria di Mercurio nel tempo cambiava a tal punto da generare o una collisione con il Sole o con il vicino pianeta Venere. Insomma, forse il numero perfetto è 2!



IL COSTO del pensiero (artificiale)

di Paolo Caressa

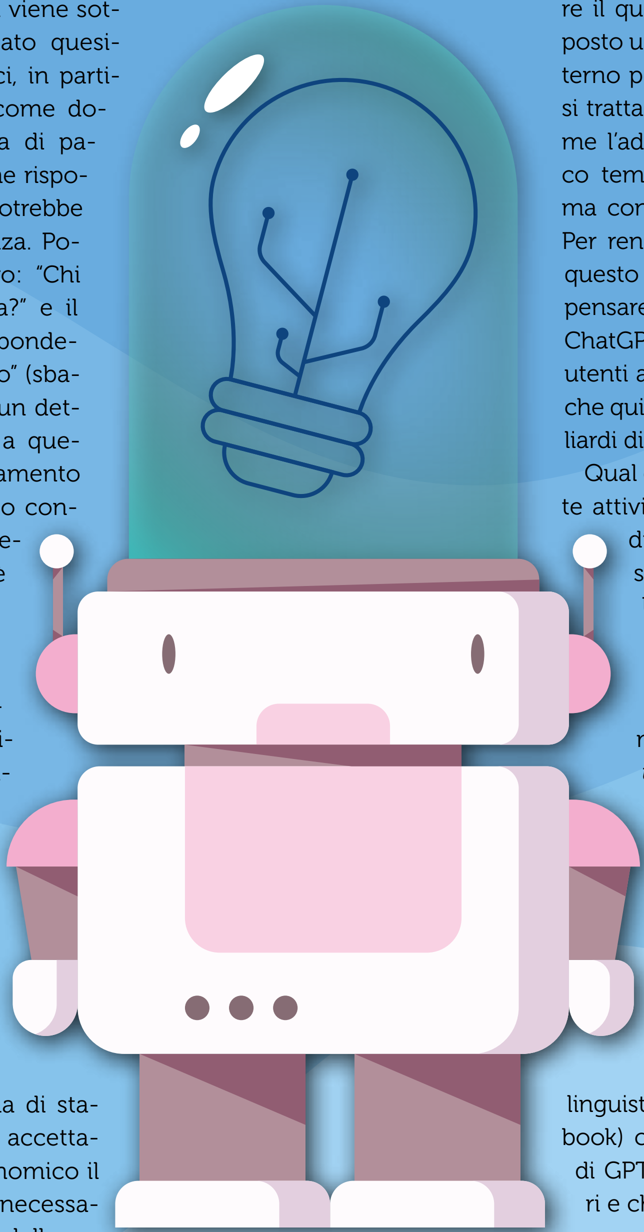
Nel valutare l'impatto sulla nostra società dell'Ia generativa viene spesso trascurato l'aspetto ambientale. Nel 2022 Microsoft ha consumato 11 miliardi di metri cubi d'acqua e 19 milioni di MWh di energia. Per il 2027 la richiesta d'acqua a livello globale sarà fra i 4,2 e 6,6 milioni

Una delle tante caratteristiche del nostro cervello è l'essere un organo energivoro. Sebbene costituisca circa il 2% della massa corporea, consuma oltre il 20% delle risorse energetiche metaboliche. C'è da chiedersi quale sia stato il vantaggio evolutivo di mantenere un ospite così costoso nel nostro corpo ma non è questa la sede per rispondere. Limitiamoci a osservare che il cervello probabilmente si è evoluto per coordinare i nostri movimenti e in generale la nostra interazione con l'ambiente, un compito estremamente complesso che quindi è naturale richieda molta energia.
Tuttavia, i 20 Watt di potenza (cioè la quantità di energia spesa per unità di tempo) impiegati mediamente dal cervello nelle sue attività sono solo una frazione della potenza impegnata dal computer sul quale viene scritto questo articolo. La nostra capacità di costruire strumenti elettronici, per quanto sofisticati e miniaturizzati, non raggiunge l'efficienza energetica che milioni di anni di evoluzione hanno fruttato al nostro organismo e a quello degli altri animali. Figuriamoci, poi, quando utilizziamo i computer per simulare o emulare le nostre capacità cerebrali!

Il consumo di elettricità nell'era digitale è salito vertiginosamente per l'uso pervasivo e capillare delle tecnologie informatiche: si pensi alle transazioni bancarie e ai mercati finanziari, al traffico internet, all'uso di smartphone e delle loro ricariche. Tutte queste attività, che sono svolte continuamente e da miliardi di persone (molto traffico internet è in realtà generato da sistemi automatici), consumano una quantità stupefacente di energia elettrica. Fare delle stime è possibile ma molto complesso. Piuttosto, vale la pena chiederci se e quanto le recenti e innovative tecnologie note come "Ia generativa" contribuiscano a questo consumo folle di risorse energetiche.

Alcuni interessanti studi erano già usciti nel 2019 e riguardavano proprio l'addestramento degli algoritmi più sofisticati di elaborazione del linguaggio, i *transformer*, utilizzati anche da ChatGPT. Il motivo per cui si punta l'attenzione su questi modelli è legato alla natura del *machine learning*, cui questi modelli fanno riferimento. In sostanza, un software di *machine learning* vive due fasi della propria esistenza. Nella prima è come un bambino appena nato: dopo esser stato programmato, assemblato e collaudato, possiede tutte le strutture cognitive che gli consentono di memorizzare e fare deduzioni o predizioni ma non ha alcuna esperienza, alcun dato da elaborare. È questa la sua fase di addestramento, il *training*, nella quale si sottopone al software una quantità di dati la cui dimensione è commisurata alla complessità del modello alla base del software stesso. Questi modelli al loro interno hanno molti numeri, chiamati "pesi": ChatGPT ne ha 175 miliardi mentre ChatGPT4 ne ha forse 100.000 miliardi! Ciascuno di questi numeri, durante la fase di apprendimento, può essere modificato milioni di volte, perché contribuisce al risultato complessivo che il software fornisce quando gli viene sottoposto un determinato quesito. I modelli linguistici, in particolare, si aspettano come domanda una sequenza di parole e forniscono come risposta una parola che potrebbe seguire quella sequenza. Potremmo chiedere loro: "Chi ha scoperto l'America?" e il software potrebbe rispondere "Cristoforo Colombo" (sbagliando ma questo è un dettaglio). Per giungere a questo risultato, l'addestramento del modello linguistico consiste nel sottoporgli sequenze di parole, cioè frasi o interi periodi, scelte a caso da milioni di fonti testuali, per esempio la scansione dell'intero scibile di Internet, ripetendo questo processo moltissime volte e, a ogni iterazione, modificando se necessario alcuni dei pesi all'interno del modello. Ciascuno di questi pesi deve essere modificato migliaia di volte prima di stabilizzarsi su un valore accettabile e ciò rende astronomico il numero di iterazioni necessarie ad addestrare il modello.

ChatGPT è stato addestrato su testi presi da Wikipedia, articoli, libri e altro materiale sul web: circa 300 miliardi di parole dal peso di oltre mezzo terabyte di testo. Da queste parole il modello ha "visto" dei brani a ripetizione per oltre un mese. Si stima che il costo di addestramento di ChatGPT sia stato di 100.000 euro al giorno. E questo è anche un costo energetico.



Ma il problema non è solo l'apprendimento. Nella seconda fase, il modello viene messo a disposizione degli utenti e, ogni volta che viene utilizzato, compie un'operazione chiamata "inferenza", che consiste nel processare il quesito che gli viene sottoposto usando tutti i pesi al suo interno per fornire la risposta. Non si tratta di un compito lungo come l'addestramento ma, nel poco tempo che richiede, il sistema consuma risorse ed energia. Per rendersi conto del fatto che questo è un problema, basterà pensare che si stima che il solo ChatGPT abbia 100 milioni di utenti attivi che lo interrogano, e che quindi riceve ogni giorno miliardi di richieste di inferenza.

Qual è il costo di questa ingente attività inferenziale? Uno studio di un gruppo di studiosi del Mit, della New York University e della Northeastern University ha prodotto delle stime, sperimentando sul sistema di *cloud supercomputing* del Mit con un modello *open source*: LLama. Vale infatti la pena ricordare che ChatGPT è un modello chiuso e non è ispezionabile, a dispetto del nome OpenAI dell'azienda che lo detiene.

Llama è un modello linguistico creato da Meta (Facebook) che ha lo stesso obiettivo di GPT4 e dei suoi predecessori e che fornisce un *benchmark* non solo per misurare l'efficacia e l'efficienza di un modello linguistico ma anche per studiarne il consumo energetico.

Il risultato delle stime si aggira intorno ai 1.000 Watt. Ogni risposta da parte di una versione di ChatGPT che invece di GPT 4 utilizzasse Llama richiederebbe 1.000 Joule al secondo. Per capirci, la potenza dell'impianto elettrico delle nostre case di solito è fra i 3.000 e 4.000 Watt: equivale a poche risposte date da ChatGPT (che sicuramente ha un profilo di costo energetico maggiore di Llama).

Si capisce bene quindi come il consumo di energia elettrica necessario ad addestrare un'Ia generativa e soprattutto a farla funzionare come servizio per gli utenti abbia un impatto inedito anche per il mondo dell'industria. Questi consumi non solo gravano sulla rete elettrica ma producono emissioni di gas serra in quanto la provenienza dell'energia elettrica è ancora colpevolmente legata a fonti non rinnovabili.

La stessa Microsoft, l'azienda che ha finanziato e poi sostanzialmente annesso OpenAI e che sta facendo dell'inclusione delle Ia generative nella sua suite di Office un marchio di fabbrica, pubblica un rapporto annuale sul suo consumo energetico e sulla sua produzione di emissioni (nonché altri impatti ambientali correlati) le cui cifre fanno spavento: per le sue attività, il colosso digitale ha consumato nel 2020 oltre 11 milioni di MWh (= Mega Watt ore), quasi 15 milioni nel 2021 e quasi 19 milioni nel 2022. Va detto che Microsoft, così come le altre Big tech, ha promosso negli anni una politica di acquisto di energia prodotta unicamente da fonti rinnovabili, con il conseguente abbattimento delle emissioni serra legate all'origine dell'energia utilizzata (Microsoft dichiara l'obiettivo del 100% rinnovabili entro il 2025) ma questi numeri e soprattutto la loro crescita annuale non possono non preoccuparci.

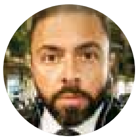
I territori nei quali sono costruiti i *data center* dell'Ia generativa cominciano a soffrire la sottrazione d'acqua. Nel 2022 Microsoft ha costruito il *data center* per addestrare Chat GPT 4 in Iowa, utilizzando il 6% dell'acqua consumata nello Stato

A questi, è collegato un altro dato interessante, quello del consumo idrico: nel 2020 e nel 2021 il consumo di acqua per le attività dell'azienda è stato di circa 8 miliardi di litri, saliti a quasi 11 nel 2022. Stiamo parlando all'incirca di 2.500 piscine olimpioniche. Le industrie fanno uso di acqua in molte circostanze e le industrie informatiche non fanno eccezione: un primo ambito è quello legato agli impianti di raffreddamento dei server sui quali "girano" i software. C'è poi l'acqua necessaria ai processi industriali di produzione dell'energia. Recenti studi mettono l'accento sul consumo d'acqua da parte dei sistemi di Ia generativa, fornendo delle stime allarmanti: l'addestramento di ChatGPT, nella sua versione 3, ha richiesto circa 700.000 litri acqua e, ovviamente, i modelli più recenti e complessi ne consumano molta di più. Anche le inferenze disidratano il pianeta dato che, per una decina di domande e risposte a ChatGPT, si stima che si consumi mezzo litro d'acqua. Sulla base di queste stime, si è calcolato che nel 2027 la richiesta d'acqua per l'Ia generativa a livello globale sarà fra i 4,2 e 6,6 milioni di milioni di metri cubi, una cifra paragonabile o superiore al consumo d'acqua di molti Stati.

I territori nei quali sono costruiti i *data center* delle multinazionali dell'Ia generativa cominciano a soffrire la sottrazione d'acqua operata da queste industrie. Nel 2022 Microsoft ha costruito il *data center* per addestrare ChatGPT 4 in Iowa mentre il precedente stabilimento era nella più arida Arizona: malgrado questo, durante il suo addestramento (in estate), lo stabilimento ha utilizzato il 6% dell'acqua consumata nello Stato e le autorità locali dell'Iowa hanno stabilito che ulteriori impianti saranno autorizzati soltanto se le aziende dimostreranno di non sottoporre le reti idriche a picchi di questo tipo.

In un pianeta dove i ghiacciai si stanno sciogliendo e le regioni temperate tendono a divenire aride, questo fabbisogno d'acqua non può non generare un impatto sociale, che ora può essere eluso (per esempio non parlando di questi argomenti) ma con il quale molto presto dovremo fare i conti. Per non dover scegliere, un giorno o l'altro, fra l'avere una risposta da ChatGPT e bere un bicchiere d'acqua.

L'EMERGENZA? Acqua passata



di Ulisse Spinnato Vega

Un anno fa, per fronteggiare la scarsità idrica venne nominato un commissario straordinario. L'alluvione in Emilia Romagna, che seguì di pochi giorni l'investitura di Nicola Dell'Acqua, fece passare in secondo piano l'impegno istituzionale. Ma l'allarme non è passato

Qualche scroscio e un po' di neve in più alla fine dell'inverno potranno forse evitarci il supplizio estivo del 2023. Il 4 maggio di un anno fa, con una solerzia che era sembrata a molti realmente lungimirante, il governo Meloni aveva insediato Nicola Dell'Acqua quale commissario straordinario nazionale per l'adozione di interventi urgenti connessi alla scarsità idrica. E il giorno dopo si era riunita per la prima volta la cabina di regia, istituita con il decreto 39 (cosiddetto *Siccità*) dell'aprile precedente, per fare una ricognizione delle opere urgenti, stilare le priorità e mettere in campo, coordinandoli, gli interventi anche sul medio e lungo termine, come le nuove dighe o gli impianti di desalinizzazione.
Maggio, però, fu anche il mese della catastrofe alluvionale in Romagna, evento estremo che ha ricordato l'altra faccia della medaglia dei cambiamenti climatici, complementare alla siccità. Eppure, la tragedia di Forlì e dintorni ha finito per sommergere anche

l'impegno istituzionale contro la crisi idrica. Per quasi un anno.
Il decreto *Siccità* era stato convertito e pubblicato in Gazzetta il 13 giugno ma fino al 19 marzo scorso non c'è stato alcun aggiornamento saliente. Oltre un mese fa, si è riunita nuovamente la cabina di regia e Dell'Acqua ha presentato una relazione di aggiornamento che integra le 10 pagine (più gli allegati) prodotte nella prima fase del suo mandato.

C'è da dire che, a monte della nomina, non erano mancate frizioni politiche nella maggioranza di centrodestra. Il ministro delle Infrastrutture, Matteo Salvini, che presiede la cabina di regia, avrebbe voluto fare il commissario in prima persona e quindi accendere un grosso riflettore politico sul dossier. La premier Giorgia Meloni, però, aveva stoppato per l'ennesima volta i piani del leader leghista, agendo di concerto con i "suoi" ministri Francesco Lollobrigida e Nello Musumeci. E dopo il bastone, aveva elargito la carota puntando su un nome come il veronese Dell'Acqua che, accanto a una indubbia competenza, vanta un *pedigree* da tecnico molto vicino alla Lega, anche se al governatore Luca Zaia più che a Salvini.

In ogni caso, sfumata la nomina del "Capitano", anche la spinta politica sul tema si è molto affievolita.

Nicola Dell'Acqua, Commissario Straordinario Nazionale per l'adozione di interventi urgenti connessi al fenomeno della scarsità idrica © commissari.gov.it

Il Piano comunicazione *ad hoc*, ad esempio, doveva arrivare entro 30 giorni dall'entrata in vigore del decreto: è passato un anno e ancora non ce n'è traccia. Il nodo siccità, intanto, resta enorme e in prospettiva sempre peggiore. Prima di tutto, l'acqua che c'è non riusciamo a tenercela stretta: sui 600mila chilometri di rete idrica il 42% di risorsa finisce disperso, secondo Istat, contro una media europea di poco superiore al 20%. Ma il vero problema è che l'acqua è sempre di meno: per Ispra (l'Istituto superiore di protezione ambientale), il valore annuo medio di risorsa idrica disponibile nell'ultimo trentennio 1991-2020 si è ridotto del 19% rispetto a quello relativo al trentennio 1921-1950 stimato dalla Conferenza nazionale delle acque tenutasi nel 1971. Stando invece al *Blue Book 2024* di Utilitalia e Fondazione Utilitatis, gli investimenti si fermano a 64 euro per abitante nel 2022, soglia lontanissima da una media europea che va oltre gli 80 euro, nonostante la crescita del 94% in dieci anni. In altre parole, servirebbe almeno un miliardo l'anno per colmare il gap con il resto del continente. È vero che godiamo di tariffe tra le più basse in Ue, ma i servizi sono spesso indecenti.

Questo problema chiama in causa il fenomeno dell'eccessiva parcellizzazione della *governance* che, specie al Meridione, fa ancora capo ai singoli Comuni, responsabili in proprio della gestione del servizio.

Roma, 5 maggio 2023: a Palazzo Chigi si svolge la prima riunione della Cabina di regia per la crisi idrica. © www.governo.it CC-BY-NC-SA 3.0 IT

Si tratta di oltre 1.200 municipi solamente al Sud. Un peccato, considerando che il sistema idrico vale oltre 8 miliardi di fatturato l'anno. Anche il commissario Dell'Acqua ha ben presente il *vulnus* delle competenze istituzionali: è evidente che serve un ripensamento dell'ormai lontana legge Galli, risalente al 1989 e aggiornata nel 1994.

Servono più dighe? In molti pensano di sì, a partire dal governo e dal ministro Salvini, anche se poi i bacini hanno un impatto ambientale che va tenuto in conto con grande attenzione. C'è la frontiera della desalinizzazione, ma sarebbe utile partire subito dalla pulizia degli invasi esistenti.

Nell'ultima cabina di regia è emersa comunque la prima analisi degli interventi presentati a seguito di un bando lanciato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: si contano 773 proposte inserite a sistema delle quali 562 ammesse, per un totale di valore economico di oltre 13,5 miliardi di euro con un cofinanziamento di 1,5 miliardi, prevalentemente da reti di distribuzione. La proposta del dicastero di Porta Pia prevedeva di concludere entro la fine di marzo la ricognizione delle risorse disponibili e degli interventi in corso, per poi passare alla successiva predisposizione del piano. Il Mit aveva stanziato in prima battuta circa 100 milioni di euro, ma l'Osservatorio Valore Acqua per l'Italia ha quantificato in 7,8 miliardi di euro i fondi complessivi direttamente riconducibili ad azioni mirate a migliorare la gestione delle risorse idriche. Il problema con i soldi, come spesso capita in Italia, non è trovarli ma spenderli presto e bene.

Il Pnrr contempla 4,38 miliardi di euro, non proprio briciole, da usare per la realizzazione di nuove infrastrutture idriche primarie, per esempio gli invasi (2 miliardi), per la costruzione di 25mila chilometri di nuove reti, la riparazione di quelle esistenti, con monitoraggio digitale e integrato (1,8 miliardi), per il potenziamento dell'irrigazione in agricoltura (settore che da solo utilizza il 50-60% della risorsa) e il miglioramento della depurazione delle acque reflue a scopo di riutilizzo agricolo e industriale (600 milioni). I cantieri, però, vanno a rilento, soprattutto quelli su reti fognarie e depurazione.

Dell'Acqua ha dettato i tempi. Da fare subito ci sarebbero la redazione dei bilanci idrici da parte degli Osservatori distrettuali permanenti (siamo a buon punto), l'accelerazione delle nuove opere e la redazione di un piano della siccità di adattamento al cambiamento climatico, oltre allo studio di una nuova *governance* per l'approvvigionamento idrico primario e il coordinamento dello studio sulle proiezioni climatiche a cura degli enti meteo nazionali, necessario per la

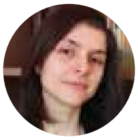
pianificazione. Secondo il commissario, per bilanci e rete idrica da sistemare potrebbero volerci due o tre anni, in ottica di risposta all'emergenza. Invece per le nuove opere infrastrutturali ci saranno da attendere almeno cinque o sei anni, mentre ancora non risulta completo nemmeno il censimento delle dighe.


La spiaggia di Boretto, in provincia di Reggio Emilia

Da tempo immemore si discute del "Piano invasi e laghetti" di Anbi (l'Associazione delle bonifiche, irrigazioni e miglioramenti fondiari) e di Coldiretti, che prevede entro il 2030 la costruzione di 10mila bacini medio-piccoli e multifunzionali. Ma intanto sarebbe già importante pulire quelli esistenti: sempre secondo Anbi, il 10% della capacità globale (per il Wwf si attesta a 8 miliardi di metri cubi) è occupata da sedimenti. Per il commissario si tratta addirittura di quasi il 30%: 3 miliardi di metri cubi su 13 complessivi. L'associazione punta alla rimozione di almeno 72,5 milioni di metri cubi di detriti. Dunque, sarebbero necessari interventi su 90 bacini, di cui la metà al Sud, con un costo stimato di almeno 290 milioni di euro. Senza scordare i 31 invasi ancora da completare, in alcuni casi solo perché manca la connessione di rete per poter prelevare la risorsa.

Secondo l'Autorità di regolazione per energia, reti e ambienti (Arera) ci sono segnali positivi sulle perdite, con un miglioramento di quasi il 14% per quelle idriche lineari e quasi il 6% per quelle percentuali. Ma chiaramente non può bastare. Si attende pure il decollo del sistema tariffario premiale per coloro che mettono in campo azioni di risparmio idrico. Nel frattempo, tirando le somme dell'ultimo quarantennio, stando a un recente report Confcooperative-Censis, la siccità, insieme agli incendi boschivi e alle gelate, ha arrecato perdite per 8,2 miliardi di euro tra il 1980 e il 2022. Al danno si aggiungerà in estate la beffa dei razionamenti d'acqua, come già sta capitando in Sicilia? Catalogna e Andalusia, con la loro sete cronica, sono più vicine di quanto si pensi.

SETE REALE soluzione virtuale



di Elisa Buson

L'Italia continuerà ad avere sete anche nell'estate 2024. La stagione si preannuncia problematica in Sardegna e soprattutto in Sicilia, dove la siccità sta mostrando il suo volto peggiore degli ultimi 70 anni: con mesi di anticipo è già possibile affermare che razionamenti e autobotti saranno un destino ineluttabile.

La situazione sarà invece meno complicata nel bacino del Po, dove il deficit idrico pare poco probabile, anche se si potrebbe manifestare verso fine stagione, tra agosto e settembre, qualora le precipitazioni dovessero essere molto al di sotto della media. A dirlo sono due dei più avanzati modelli virtuali del ciclo dell'acqua, sviluppati da un consorzio europeo che vede capofila l'Istituto per la ricerca e la protezione idrogeologica del Consiglio nazionale delle ricerche di Perugia (Cnr-Irpi).

Il progetto, da oltre 2 milioni di euro, conta 11 partner internazionali e per l'Italia vede anche la partecipazione dell'università di Bologna e della Fondazione Cima (Centro internazionale in monitoraggio ambientale). Rientra in una grande iniziativa europea denominata *Digital twin earth hydrology* sostenuta dall'Agenzia spaziale europea (Esa) con l'obiettivo di usare i *big data* e l'Intelligenza artificiale per sviluppare nuovi strumenti con cui ottimizzare la gestione delle risorse idriche e mitigare i disastri naturali legati all'acqua. Lo scopo ultimo è quello di creare un "gemello digitale" del pianeta, un modello virtuale che possa essere testato fino alla distruzione senza provocare danni reali. Costantemente aggiornato con nuovi dati, potrebbe simulare gli scenari migliori e peggiori, valutare i rischi e seguire lo sviluppo di condizioni pericolose prima che si verifichino. "Con l'avanzare della crisi climatica e l'aumento dell'impatto umano sul ciclo dell'acqua, diventa fondamentale avere strumenti di simulazione avanzati", spiega Luca Brocca, dirigente di ricerca del Cnr-Irpi e primo autore dello studio pubblicato sulla rivista *Frontiers in Science*: "Fenomeni come inondazioni e siccità rimangono difficili da prevedere: per questo vogliamo creare un sistema che permetta anche ai non esperti, compresi i decisori politici e i cittadini, di eseguire simulazioni interattive con una risoluzione spazio-temporale sempre più fine, in modo da dare risposte anche a livello locale".


© www.frontiersin.org

Lo studio, partito due anni e mezzo fa, si è inizialmente focalizzato su un caso di studio specifico, il bacino del Po, dove si concentrano i due terzi dei consumi d'acqua di tutta Italia: "Si tratta – sottolinea Brocca – di un'area complessa che si estende su 70.000 chilometri quadrati: va dai 4.000 metri di altitudine delle Alpi fino al livello del mare e comprende una pianura alluvionale dove, oltre al grande fiume, bisogna considerare anche le acque sotterranee e l'impatto delle attività umane come agricoltura, allevamenti e industrie".

Utilizzando i dati raccolti dai satelliti Sentinel del programma europeo "Copernicus", così come quelli dei satelliti Eumetsat, Nasa e Noaa, i ricercatori hanno messo a punto una piattaforma su *cloud* liberamente accessibile che consente di elaborare in modo istantaneo diversi scenari futuri, impostando parametri come temperatura atmosferica, umidità del suolo, precipitazioni e portata del fiume. "Questo prototipo - racconta l'esperto del Cnr - è quanto di più simile a un gemello digitale: il nostro obiettivo è perfezionarlo per renderlo più vicino alle necessità degli utenti e ampliarlo per coprire tutta l'Italia e altre aree geografiche di Europa, Africa e America centrale. Nel frattempo – aggiunge – abbiamo sviluppato anche un secondo modello virtuale del bacino del Mediterraneo, basato su dati satellitari che hanno una risoluzione spaziale di un chilometro e una risoluzione temporale di un'ora: si tratta di un'enorme mole di dati per la cui elaborazione servono diversi giorni di calcolo al supercomputer dell'Esa a Frascati, ma ci permette di avere un quadro ultra dettagliato del ciclo dell'acqua".

LOTTA AL CUNEO SALINO

Gli agricoltori saranno tra i primi beneficiari di questi modelli digitali, così come di un altro prezioso progetto di ricerca che l'università di Padova sta portando avanti per affrontare un aspetto poco noto dell'emergenza idrica: la risalita dell'acqua di mare nei fiumi in secca: "Con il cambiamento climatico e l'innalzamento dei mari - spiega Paolo Tarolli, professore ordinario di idraulica agraria dell'ateneo patavino – questo fenomeno colpirà sempre più le regioni costiere di tutto il mondo. Lo abbiamo visto anche nel Delta del Po, dove nell'estate del 2022 c'è stata una risalita record del cuneo salino che ha superato i 40 chilometri, con conseguenze devastanti per le colture. Dopo quella calamità – aggiunge Tarolli – abbiamo avviato un'attività di monitoraggio che entro fine anno porterà alla prima mappa di pericolosità nella regione".

I dati provengono dalle immagini satellitari di *Google Earth Engine*, ma non solo. Come puntualizza Aurora Ghirardelli, ricercatrice dell'università di Padova: "In collaborazione con il Consorzio di Bonifica Delta del Po abbiamo individuato otto aree campione in aziende agricole dove monitoriamo con i droni lo stato di stress della vegetazione ed effettuiamo misure sul campo per valutare l'accumulo di sali nel terreno".

Tutto questo lavoro verrà completato nel 2025 e confluirà poi nella app PHITO, finanziata dall'Unione europea mediante il programma Horizon. Operativa entro il 2027, aiuterà i piccoli e medi agricoltori ad avvicinarsi alle nuove tecnologie digitali, supportandoli gratuitamente nella gestione dell'acqua, del suolo e delle colture, per affrontare al meglio le sfide imposte dal cambiamento climatico.

LA CALAMITÀ fa cassa

di Sebastiano Nicosia

Il cosiddetto "decreto alluvione" ha codificato una serie di misure prese dal governo a sostegno delle popolazioni, prevalentemente dell'Emilia-Romagna, danneggiate dai nubifragi e dagli allagamenti del maggio di un anno fa. Fra i provvedimenti presi, in gran parte prevedibili per questa tipologia di eventi, uno appare sorprendente e riguarda la decisione di "istituire estrazioni settimanali aggiuntive del gioco del Lotto e del gioco del Superenalotto, finalizzate ad aumentare la raccolta di gioco, al fine di destinare il maggior utile erariale netto […] stimato per l'anno 2023 in 45 milioni di euro, […] a beneficio di interventi in favore delle popolazioni dei Comuni indicati nell'allegato 1".
Per effetto del D.L. 61/2023, quindi, a partire dal 7 luglio 2023, le estrazioni del Lotto e del Superenalotto sono passate da tre a quattro settimanali. Perché, in un panorama in cui l'offerta è più che satura, creare una nuova occasione di gioco che espone a un maggior rischio i giocatori fragili o patologici? Sacrosanta è la decisione di sostenere economicamente le aree colpite dalle calamità, ma perché si rinuncia al principio costituzionale che prevede che i contribuenti siano chiamati a pagare secondo le proprie possibilità? Stabilito che il decreto fissa la fine del 2023 come termine della raccolta straordinaria, perché continuare anche nel 2024 con la quarta estrazione settimanale, ora destinata genericamente al Fondo Emergenze? Infine: è giusto affidare a uno strumento aleatorio per definizione un'area di intervento così necessaria e importante?

A onor del vero, bisogna ricordare che l'abitudine di mungere le capienti mammelle del Lotto e del Superenalotto è stata condivisa da diversi governi, senza distinzione di orientamento politico. Il 12 marzo 1997, in carica il governo Prodi, il ministro Veltroni, rompendo una consolidata tradizione durata 58 anni, ottenne di portare da una a due le estrazioni settimanali del gioco del Lotto finalizzando – si disse – i maggiori ricavi al funzionamento dei musei. Il 21 giugno 2005, con Silvio Berlusconi presidente del Consiglio e su ispirazione del ministro Tremonti, le estrazioni stesse passarono da due a tre con l'istituzione, fra l'altro, di un'undicesima "ruota", quella nazionale. Si potrebbero citare anche le varie manovre economiche che sono intervenute, più volte, per aumentare la tassazione delle vincite. L'ultimo intervento in tal senso risale al 1° marzo 2020: con il governo presieduto da Conte, la tassa sulle vincite superiori a 500 € venne aumentata dall'8% al 20%.

Vediamo di quali cifre stiamo parlando. Nell'anno 2023, il contributo alle casse dell'erario proveniente dalla galassia dei giochi è stato di 11,63 miliardi di euro (in-

dicativamente il fabbisogno per la costruzione e la messa in opera di ventitré ospedali moderni), con una crescita del 3,64% rispetto all'anno precedente. Impressiona la lunghezza dell'elenco dei giochi autorizzati dai Monopoli dello Stato (sia in presenza, sia *on line*): Bingo, tornei di poker, casinò, Gratta e vinci, lotterie, Million day, Lotto, 10 e lotto, Superenalotto, Vinci casa, Win for life, totocalcio, slot machine e sale corse. Di tutto l'utile per le casse statali, Lotto e Superenalotto rappresentano circa il 10%, mentre la parte prevalente, più del 50%, è rappresentata dalle macchine di intrattenimento, come vengono elegantemente definite nel sito ufficiale.

Dalla relazione tecnica allegata al D. L. 61 è possibile ricavare dati precisi per Lotto e Superenalotto: "Con riferimento al gioco del Lotto, l'utile erariale nel corso dell'intero anno 2022 è stato pari a 599.166.583 euro per 157 concorsi; per il gioco del Superenalotto, sempre nello stesso anno, l'utile erariale è stato di 626.988.869 euro.

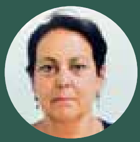
Sulla base dell'utile erariale medio realizzato nell'anno 2022 su tre estrazioni settimanali, per ciascun gioco può ipotizzarsi all'attualità un utile erariale medio di circa 7,8 milioni di euro per concorso". Nella stessa relazione si trovano due affermazioni quantomeno discutibili: "Introducendo un'ulteriore estrazione settimanale per ciascuna delle due tipologie di giochi, considerando quanto avvenuto in passato in occasione di analoghe iniziative, si ipotizza che l'iniziativa possa essere accolta favorevolmente dai giocatori per le finalità solidaristiche che la norma si prefigge" (!). *Dulcis in fundo*: "Pertanto, anche considerando la possibilità di ripartizione della spesa dei giocatori su un numero superiore di estrazioni settimanali, pari a quattro anziché tre, si ritiene possa prudenzialmente ipotizzarsi un aumento della raccolta e dell'utile erariale complessivo pari all'8% rispetto all'anno 2022".

È chiaro che il modello di giocatore che si delinea nella relazione tecnica non è coerente con quello che emerge dalle cronache e con la matematica, che ha sviluppato una sua branca importante anche grazie al contributo dei quesiti di nobili sfaccendati dediti al gioco d'azzardo. Così come continuare a stressare la gallina dalle uova d'oro può essere, alla fine, controproducente.

Il "decreto alluvione" ha portato da tre a quattro le estrazioni settimanali di Lotto e Superenalotto. Come accaduto in passato, quando si ha bisogno di liquidità il gioco diventa l'idea più forte. Più forte anche della lotta alla ludopatia

MAGGIO 2024 | **63** | **PRISMA**

SINNER E LA REGOLA del numero uno

di Alice Marchetti e Linda Pagli

Un torneo sportivo dovrebbe garantire la stessa probabilità di vittoria a ogni concorrente. L'esperienza, però, ci dice che non sempre è così. Nel tennis, ad esempio, il risultato di un torneo a eliminazione diretta decreta correttamente solo il vincitore. Per una classifica veritiera, ci vorrebbe un secondo torneo. All'italiana

Complice la scalata ai vertici della classifica Atp di Jannik Sinner, gli italiani si sono riscoperti grandi appassionati di tennis. Nonostante la giovane età, Sinner ha dimostrato di avere tutte le caratteristiche fondamentali che trasformano un bravo giocatore in un vero campione: tecnica, passione, determinazione, una testa pensante e nervi d'acciaio. Il campione di San Candido sta trascinando dietro di sé tutto il movimento con il risultato che mai nella storia ci sono stati tanti tennisti italiani nei primi cento posti in classifica.

La grande attenzione ai tornei Atp fa anche emergere tante do-

mande: come avviene l'organizzazione di un torneo? Con quali criteri sono formati gli accoppiamenti delle partite? Come viene scelto il tipo di torneo?

Un torneo di tennis, come peraltro uno di calcio, di scacchi o di altri sport, può essere organizzato in vari modi. Quelli a eliminazione diretta e quello *round-robin* (cioè all'italiana) sono i più comuni. Un torneo dovrebbe garantire la stessa probabilità di emergere a tutti i concorrenti. Non sempre, però, è così. Cerchiamo di capire il perché portando a esempio proprio le finali Atp, forse il torneo più importante dell'anno, la cui ultima edizione si è svolta a Torino a novembre del 2023.

Il torneo, che ha visto vincitore Djokovic e secondo classificato Sinner, è stato organizzato in due fasi. La prima era costituita da due tornei gemelli e indipendenti di tipo *round-robin*, la seconda era a eliminazione diretta. Al torneo sono stati ammessi i primi 8 della classifica Apt del 2023. I tennisti erano stati suddivisi in due gruppi, A e B, a seconda della posizione che occupavano nel *ranking*. Il numero 1 e il numero 2 sono andati rispettivamente al gruppo A e al gruppo B. Poi, il terzo della classifica è stato collocato nel gruppo B e le coppie di giocatori seguenti, 4,5 e 6,7 rispettivamente in A e in B. Infine, il numero 8 è andato nel gruppo A.

Ecco la griglia iniziale dei due tornei della prima fase delle finali di quest'anno:

A		**B**	
Djokovic	1	Alcaraz	2
Sinner	4	Medvedev	3
Tsitsipas	5	Rublev	6
Rune	8	Zverev	7

L'intento è quello di ottenere nei due gruppi un bilanciamento del *ranking* dei giocatori: la somma dei *ranking* del gruppo A e del gruppo B è la stessa, ovvero 18.

Nella prima fase del torneo, i giocatori giocano due tornei separati di tipo *round-robin*, dove tutti i giocatori all'interno di un gruppo s'incontrano con tutti gli altri nello stesso gruppo. In tal modo, si ottiene la classifica completa in ognuno dei due tornei. Nello specifico, ogni giocatore di un gruppo dovrà incontrare tutti gli altri. Dunque, nel gruppo A gli incontri sono:

1 Sinner-Tsitsipas
2 Sinner-Djokovic
3 Sinner-Rune
4 Rune-Tsitsipas
5 Rune-Djokovic
6 Djokovic-Tsitsipas

Partendo dal presupposto che un giocatore non può giocare più di un match al giorno e che i due tornei possono procedere contemporaneamente, ciascun torneo richiederà 6 partite, che possono essere disputate in almeno 3 giorni. Quindi, anche i due tornei, per un totale di 12 partite, possono essere disputati in 3 giorni. Le partite 2 e 4 possono essere allocate il primo giorno, la 3 e la 6 il secondo e la 1 e la 5 il terzo

Il numero I d'incontri di un torneo *round-robin* per 4 giocatori è dato dalla formula $I = 4x3/2$, quindi da $I = nx(n-1)/2$ per n giocatori. La classifica viene poi stilata contando il numero di partite vinte. In caso di situazioni di parità intervengono poi altri fattori (percentuale di set e di *game* o punti vinti). I due tornei *round-robin* danno una classifica completa relativamente ai 4 partecipanti del gruppo, da cui si prelevano i primi due classificati che parteciperanno alla seconda fase. A Torino, questo fu il risultato:

Gruppo A	**Gruppo B**
1°: Sinner	1°: Alcaraz
2°: Djokovic	2°: Medvedev

Non è detto che i primi quattro in bravura siano proprio i quattro classificati per il turno successivo. Per esempio, Rune, terzo classificato del gruppo A, avrebbe potuto superare Alcaraz o Medvedev se fosse stato inserito nel gruppo B e così prendere parte alla fase successiva del torneo. Se, in alternativa, si fosse fatto un solo torneo di tipo *round-robin* coinvolgendo tutti gli 8 giocatori, questo sarebbe stato più giusto ma avremmo avuto bisogno di $I=8x7/2=27$ incontri, da disputarsi in almeno 7 giorni con un numero troppo impegnativo sia di partite per i singoli giocatori sia di giorni di torneo. La scelta del modo in cui organizzare un torneo è dunque un compromesso e non garantisce che tutti i giocatori abbiano la stessa probabilità di qualificarsi. Il fatto che si tenga conto del *ranking* per la distribuzione dei giocatori nei gruppi A e B abbassa la probabilità che uno dei primi 4 non si qualifichi, anche se il *ranking* non fotografa esattamente la forma dei giocatori al momento del torneo.

Il fatto che si tenga conto del *ranking* per la distribuzione dei giocatori nei due gruppi A e B abbassa la probabilità che uno dei primi 4 non si qualifichi anche se il *ranking* non fotografa esattamente la forma del giocatore al momento del torneo

La seconda fase si svolge in un torneo a eliminazione diretta: solo il vincitore di una partita accede a quella successiva, mentre il perdente è fuori definitivamente. Gli accoppiamenti delle partite iniziali avvengono facendo giocare il primo classificato del gruppo A con il secondo classificato del gruppo B e il primo classificato del gruppo B con il secondo classificato del gruppo A. A Torino, questo ha significato Sinner contro Medvedev e Djokovic contro Alcaraz. Tre partite in tutto, compresa la finale tra Djokovic e Sinner che ha visto la vittoria del tennista serbo.

Con il torneo a eliminazione diretta il numero di incontri complessivi si riduce parecchio rispetto al *round-robin*. In questo caso $I=4-1=3$ per 4 giocatori e in generale $I=n-1$ per n giocatori (con n opportuno). Quindi rispetto al *round-robin*, in cui I cresce in modo quadratico rispetto a n, il numero d'incontri è molto minore perché cresce linearmente con n. Inoltre, a causa della separazione completa delle parti del tabellone, gli incontri che si trovano sulla stessa linea orizzontale dello schema sono indipendenti e possono essere giocati contemporaneamente, a patto di avere un numero sufficiente di campi.

Un'altra differenza tra i due tornei è che il *round-robin* dà la classifica completa degli n partecipanti mentre il torneo a eliminazione diretta fornisce solo il primo e il secondo. Però, mentre il vincitore viene determinato in modo corretto, la cosa non è scontata per il secondo classificato.

Con l'eliminazione diretta, dopo $n-1$ incontri abbiamo $n-1$ perdenti e un unico vincitore che è dunque stabilito con il minor numero possibile di incontri.

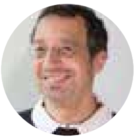
Ma attenzione: Charles L. Dodgson, alias Lewis Carrol, più famoso come autore di *Alice nel paese delle meraviglie* che come matematico e appassionato di tennis, notò che il risultato di un torneo a eliminazione diretta decreta correttamente il vincitore, mentre non sempre assegna in modo corretto il secondo posto al perdente della finale. Questo è un giocatore che è il secondo in bravura solo con probabilità vicina a ½. Infatti, se il vero secondo in bravura sta dalla stessa parte del tabellone del vincitore e viene da esso eliminato, non ha possibilità alcuna di partecipare alla finale. Nell'esempio del torneo Atp di Torino, Alcaraz viene eliminato da Djokovic e non ha più alcuna possibilità di accedere alla finale, mentre avrebbe potuto classificarsi secondo. Disputando invece una partita ulteriore tra Sinner e Alcaraz e assegnando il secondo posto al vincitore di questa partita, il torneo avrebbe prodotto il risultato giusto.

In generale, per determinare il primo e il secondo con incontri a eliminazione diretta e in modo corretto, si dovrebbero disputare due tornei. Il primo per stabilire il vincitore nel modo visto e un secondo torneo, sempre a eliminazione diretta, tra tutti i concorrenti che sono stati eliminati dal vincitore in uno scontro diretto, compreso quello che ha perso in finale: solo all'interno di questo gruppo si trova il vero secondo in bravura. Supponendo di avere $n=2^i$ partecipanti a un torneo ad eliminazione diretta, si disputano $n-1$ incontri nel torneo ma il campione ne disputa soltanto un numero pari a $i=\log_2 n$ e questo è anche il numero dei giocatori che perdono direttamente dal campione. Un secondo torneo, molto più piccolo del primo, dovrà quindi essere giocato tra $\log_2 n$ giocatori a eliminazione diretta con $\log_2 n-1$ incontri. Nell'esempio il numero di giocatori perdenti da Djokovic nel primo torneo è 2 e il secondo torneo si limiterebbe ad un unico incontro.

I tornei Atp sono sempre a eliminazione diretta: minimizzano il numero d'incontri totali, massimizzano il numero di incontri che possono essere giocati contemporaneamente, minimizzando quindi la durata del torneo stesso. Al contrario, il campionato italiano di calcio, che è un *round-robin* ripetuto due volte (per ogni squadra si gioca la stessa partita in casa e in trasferta), dà la classifica completa delle squadre in gioco ma... dura tutto l'anno.

Sinner e Djokovic agli Atp Finals 2023 © Ansa.it

IL LINGUAGGIO MATEMATICO è un **classico**



di Paolo Gangemi

Dalla scelta del proprio nome a quello di alcuni teoremi, fino ad arrivare al sistema stesso di numerazione: la storia della regina delle scienze è strettamente legata al latino e al greco

"*Eureka* in greco significa *l'acqua nella vasca scotta!*". È una battuta del *Doctor Who*, la popolare serie tv inglese. Oltre a far ridere, fa anche pensare. L'immagine di Archimede che salta fuori dal bagno per correre nelle strade di Siracusa urlando come un pazzo fa parte del nostro immaginario collettivo, ed *eureka* (εὕρηκα, ho trovato) è forse la parola greca più nota ai nostri giorni, proprio grazie al grande matematico. O meglio, all'aneddoto apocrifo che lo riguarda. In effetti, la matematica occidentale è strettamente legata alle lingue classiche: latino, greco e matematica non sono solo gli spauracchi dei liceali, ma hanno in comune anche una lunga storia.

I greci non sono stati certo i primi matematici e anzi si sono basati sulle conoscenze di popoli più antichi come gli egiziani e i babilonesi. Però sono stati loro ad attribuire alla matematica uno *status* nuovo. Merito anche dei filosofi: da Pitagora, secondo cui il numero è l'essenza di tutte le cose, a Platone che aveva fatto scrivere all'ingresso della sua Accademia: "Vietato l'ingresso a chi non sa la geometria". Con Eucli-


Eureka!

de, poi, la matematica si è strutturata per la prima volta – e per sempre – non come una serie di nozioni slegate ma come un sistema logico e organico.

In epoca romana, la matematica ha vissuto quello che è stato definito "un sonnacchioso pomeriggio" dopo il glorioso mattino greco. Alle prese con la gestione di un enorme impero, i romani avevano bisogno di applicazioni per le loro eccezionali opere di ingegneria, non di nuovi teoremi. Come ha scritto Cicerone, "i greci tenevano la matematica nella massima considerazione e onoravano i matematici più di chiunque altro; noi romani abbiamo ridotto quest'arte all'utilità di calcolare e misurare".

Quando però, verso la fine del Medioevo e soprattutto a partire da Fibonacci, la matematica occidentale ha ripreso a galoppare sulla scorta delle conoscenze degli arabi, la lingua franca dell'Europa era il latino. E, curiosamente, per la matematica continuerà a esserlo anche quando non lo sarà più nella società.

Ancora nel Seicento e nel Settecento andava di moda latinizzarsi il nome, come possono testimoniare René Descartes, *alias* Cartesius, e Leonhard Euler, *alias* Eulerus. Ancora più a lungo è durata l'abitudine di scrivere in latino le proprie opere: i capolavori di quelli che sono considerati i due più grandi matematici della storia sono *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) di Isaac Newton e *Disquisitiones Arithmeticae* (1801) di Carl Friedrich Gauss, definito *princeps mathematicorum* e che ha battezzato uno dei suoi risultati più belli e importanti *Theorema egregium*. Ancora nel Novecento, Bertrand Russell e Alfred North Whitehead hanno intitolato *Principia Mathematica* la loro opera principale, scritta in inglese.

I numeri razionali e irrazionali non sono numeri più o meno assennati, ma sono rispettivamente quelli che possono o non possono essere espressi come rapporto di due numeri interi (dal latino *ratio*, cioè appunto rapporto). Perfino lo zero, che i greci e i romani non conoscevano e che ci è arrivato dagli indiani tramite gli arabi, ha in molte lingue non neolatine un nome derivante dal latino *nullus* (nessuno): *null* in tedesco, *nolla* in finlandese, *nulla* in ungherese

Non mancano però matematici più originali. L'italiano Giuseppe Peano all'inizio del Novecento ha addirittura inventato una lingua "perfetta" che ha chiamato *latino sine flexione*. Era una sorta di latino molto semplificato che nelle sue intenzioni doveva accomunare gli scienziati di tutto il mondo per i secoli a venire e che invece finirà per utilizzare solo lui.

In seguito, qualcuno ha anche avanzato la proposta di fare del latino (quello vero) la lingua dell'informatica: un'idea sensata, visto che le preposizioni latine *vel* (disgiunzione inclusiva) e *aut* (disgiunzione esclusiva) si prestano perfettamente ai connettivi logici, mentre in inglese hanno dovuto inventare l'espressione *xor* da affiancare a *or*.

Più recentemente, nel 1956, l'americano Clifford Ambrose Truesdell ha fondato la rivista *Archive for Rational Mechanics and Analysis*, che accetta contributi anche in latino. E sono ancora oggi decine le riviste matematiche dal nome latino in tutto il mondo, anche in Paesi che non hanno mai fatto parte dell'impero romano: per esempio, *Annales polonici mathematici* e perfino *Acta mathematica vietnamica*.

Oggi, l'aspetto della matematica romana che ci è più congeniale è il sistema di numerazione: quello basato sui ben noti simboli I, V, X, L, C, D, M. Anche se qualche tempo fa è circolata la voce secondo cui i musei francesi volevano abolirli, i numeri romani sono ancora in auge per i secoli, i nomi di re e papi, gli anni di uscita dei film e le pagine delle introduzioni di molti libri. Fra gli innumerevoli sistemi di numerazione ideati dalle varie civiltà, si può dire che quello romano è oggi il secondo più diffuso al mondo. Inoltre, in molte scuole è studiato anche solo per dare un'idea agli studenti di come possano esistere sistemi molto diversi dal nostro.

Ma, soprattutto, il latino è rimasto nelle etimologie. I numeri razionali e irrazionali non sono numeri più o meno assennati, ma sono rispettivamente quelli che possono o non possono essere espressi come rapporto di due numeri interi (dal latino *ratio*, cioè appunto rapporto). Perfino lo zero, che i greci e i romani non conoscevano e che ci è arrivato dagli indiani tramite gli arabi, ha in molte lingue non neolatine un nome derivante dal latino *nullus* (nessuno): per esempio *null* in tedesco, *nolla* in finlandese, *nulla* in ungherese. Saltando da zero ai numeri molto grandi, in buona parte delle lingue moderne troviamo nomi ricavati da prefissi latini: trilione, quadrilione, quintilione, sestilione, settilione, o anche triliardo, quadriliardo. Sembrano cifre astronomiche ma sono termini usati – anche se raramente – in ambito scientifico ed economico.

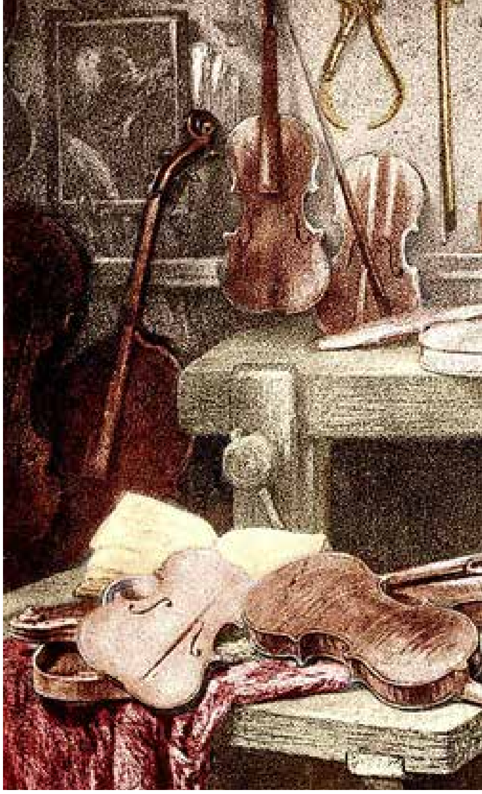
Restando sugli ordini di grandezza, sono invece di origine greca molti prefissi che denotano multipli e sottomultipli delle unità di misura: dai classici e mansueti chilometro e milligrammo ai "nuovi" gigawatt (l'etimologia è la stessa di "gigante") e terabyte (da *teras*, τέρας: mostro), fino a esondare dall'aspetto strettamente numerico con i moderni nanomateriali e le nanotecnologie.

Del resto, per ovvie ragioni storiche, anche le etimologie greche in matematica sono ovunque. La stessa parola matematica è di origine greca (deriva da *máthema*, *μάθημα*, conoscenza), così come i nomi di quasi tutti i suoi settori (molti dei quali nati in tempi moderni): geometria, trigonometria, analisi, topologia, omologia...

Nel Seicento, il matematico scozzese John Napier (Nepero) ha coniato il termine *logaritmo* dalle parole greche *logos* (*λόγος*, rapporto) e *arithmós* (*ἀριθμός*, numero). Altrettanto grecisti, ma più fantasiosi, i matematici che hanno battezzato *cardioide* (da *cardía*, *καρδία*, cuore) una curva che assomiglia più che altro a un pomodoro (o a un fondoschiena).

Sono poi greci i più famosi matematici eponimi, quelli cioè da cui prendono il nome i concetti: ce li ricordano i solidi platonici (i cinque poliedri regolari, fra cui il cubo), le geometrie non euclidee (come la geometria sferica, che descrive una superficie sferica anziché piana), le grandezze archimedee (quelle nelle quali dati due elementi esiste un multiplo di ognuno che è maggiore dell'altro), le terne pitagoriche (quelle che si ritrovano nel teorema di Pitagora, come 3-4-5 o 5-12-13). A proposito di Pitagora, è divertente un altro lascito del nome: dato che la sua scuola era fiorita a Crotone, la tifoseria organizzata della locale squadra di calcio (arrivata recentemente anche in serie A) ha scelto orgogliosamente il nome di "Gioventù pitagorica".

Infine, il simbolismo. Lo si fa risalire a Diofanto di Alessandria, vissuto tra il III e il IV secolo e considerato l'ultimo dei grandi matematici ellenistici. La sua notazione non è sopravvissuta, ma la matematica moderna sarebbe del tutto inconcepibile senza simboli. E, come è naturale, molti di quelli oggi adottati universalmente sono lettere greche: dal più famoso (π, ovviamente) fino a quello che per molti è l'incarnazione matematica della bellezza: φ, il rapporto aureo. ■



Il segreto di STRADIVARI

di Giuseppe Bonacina

Neanche le più sofisticate analisi chimico-fisiche sul legno e sui prodotti di lavorazione sono riuscite a svelare il perché delle eccezionali qualità sonore degli strumenti musicali realizzati dal grande liutaio cremonese

Al momento rimane una sfida scientifica, affascinante ma senza vincitori: tradurre in numeri, equazioni e formule la magia dei suoni dei violini e degli altri strumenti a corda realizzati da Antonio Stradivari nei decenni a cavallo tra il 1600 e il 1700. Una sfida che impegna da anni laboratori europei, americani e cinesi con sofisticate apparecchiature di studio dei materiali. Per ora, però, i segreti di questo straordinario artigiano sembrano al sicuro: a dispetto della scienza ma a favore della musica.

VIOLINI DALLA VOCE UMANA

Della vita di Antonio Stradivari, il più famoso tra i maestri liutai del suo tempo, si sa poco anche perché c'è poco da sapere. Persino la data di nascita è incerta, non attestata in alcun documento: la più probabile è il 1644, a Cremona, dove morirà il 18 dicembre 1737. Dalla città si allontanava solo per raggiungere le foreste di Paneveggio, nella Val di Fiemme, in Trentino, dove sceglieva con cura, ma il criterio è ignoto, gli alberi da tagliare (leggenda vuole in luna calante) e dai quali ricavare le tavole di legno.

Stradivari aveva appreso l'arte della liuteria nella bottega di Nicola Amati (1596-1684), nipote di Andrea Amati (1505-1577), l'inventore del moderno violino a quattro corde che diventerà presto uno standard costruttivo per le superiori qualità musicali ed estetiche. In realtà, in quei decenni non era solo Stradivari a fare di Cremona un centro di eccellenza per la liuteria: di minor notorietà ma non inferiori abilità tecniche, vanno ricordati almeno Giuseppe Guarneri del Gesù (1698-1744) e Giovanni Battista Gabrielli (1716-1771).

Ma in cosa primeggiavano i violini dei liutai cremonesi? Era l'ineguagliabile capacità, molto apprezzata secondo lo spirito barocco dell'epoca, di rivaleggiare con la voce umana per purezza, tonalità e timbro. Lo ha sottolineato alcuni anni fa il fisico e musicista Hwan-Ching Tai della National Taiwan University confrontando gli spettri di frequenza delle voci di 16 giovani cantanti, uomini e donne, con gli spettri di frequen-


Ritratto di Antonio Stradivari

za dei suoni di 6 violini di Stradivari (dal 1667 al 1740) e di 9 violini di altri liutai cremonesi (dal 1570 al 1733). I primi hanno frequenze alte (da 1.667 a 1.740 Hz), tipiche delle tonalità acute di tenori e contralti, mentre i secondi hanno frequenze basse (da 1.570 a 1.736 Hz), tipiche delle tonalità gravi di baritoni e bassi. Ma come queste acustiche evocative siano state ottenute rimane un mistero. Secondo stime recenti, Stradivari avrebbe costruito più di 1.100 strumenti a corda. Oggi ne restano circa 650. I violini sono almeno 450. Ciascuno dei quali ha un valore commerciale superiore a 20 milioni di dollari.

IL LEGNO, UNA "MATERIA VIVA"

Il primo elemento da considerare nello studio di un violino antico è ovviamente il legno, materia fibrosa anisotropa composta da cellulosa, emicellulosa, lignina e piccole quantità di pectine, terpeni, resine e acidi grassi. Le preferenze di Stradivari e dei liutai del tempo (ma anche di oggi) andavano all'abete rosso (*Picea abies*) del Trentino per la tavola armonica e all'acero dei Balcani (*Acer pseudoplatanus*), diffuso in varie zone alpine, per le fasce e il manico.

Le tavole ricavate dal tronco erano dapprima sottoposte a lisciviatura con una soluzione salina per eliminare sostanze organiche imputridite e parassiti e agevolare le successive operazioni di taglio e formatura. Quindi, venivano poste a stagionare per alcuni anni per ridurre il grado di umidità e addensare le fibre. Si impiegavano soluzioni contenenti sali di sodio, potassio, calcio, rame, zinco e alluminio, in quantità e rapporti oggi impossibili da stabilire. Purtroppo, seppur conosciuti a grandi linee, non è possibile riprodurre oggi neppure questi semplici trattamenti del legno grezzo, sia perché gli alberi attuali sono cresciuti in condizioni climatiche differenti, sia perché le acque (di falda o del Po) utilizzate allora per i lavaggi e le diluizioni erano meno acide di quelle odierne. Ancor più difficile è stabilire come e quanto questi trattamenti preliminari possano aver inciso sulle proprietà vibro-meccaniche del legno e quindi sulle sonorità del prodotto finale. Sonorità che, tra l'altro, mutano nel tempo perché il legno è "materia viva": basti pensare che uno Stradivari raggiungeva la maturità acustica solo una cinquantina di anni dopo la sua costruzione.

L'ETA' DEL LEGNO

Se il legno degli antichi violini nasconde bene i segreti delle sue lavorazioni, non altrettanto bene nasconde la sua età. La tecnica più adatta per stabilirla è la "dendrocronologia" (dal greco *dendros*, albero, e *chronos*, tempo), che analizza nelle sezioni dei tronchi l'ampiezza degli anelli annuali di accrescimento, dipendente dalle condizio-


Foresta di abete rosso in Val di Fiemme, in Trentino. Il suo legno è particolarmente apprezzato dai liutai, di ieri e di oggi, per la realizzazione delle tavole armoniche degli strumenti a corda


La dendrocronologia studia nella sezione di un tronco le variazioni di ampiezza degli anelli annuali di accrescimento, dipendenti dalle condizioni climatiche dei decenni in cui l'albero è cresciuto

ni climatiche in cui si sono formati. Nelle zone temperate, tendenzialmente, annate calde e umide generano anelli ampi mentre annate fredde e secche danno vita ad anelli stretti. Poiché specie arboree cresciute nella stessa area e negli stessi decenni presentano sequenze simili di anelli, di alcune specie locali – come l'abete rosso della Val di Fiemme – sono state definite sequenze di anelli datate, utilizzabili come modelli di comparazione con sequenze di anelli della stessa specie ma di età non nota. Così, dalle analogie tra gli anelli rilevabili sul dorso di uno strumento e gli anelli delle sequenze datate, è possibile stabilire con buona approssimazione il cosiddetto *terminus post quem*, cioè la data solo dopo la quale lo strumento avrebbe potuto essere realizzato. Una ventina di anni fa, alcuni ricercatori americani hanno sottolineato il fatto che Stradivari si era servito di abeti cresciuti durante la cosiddetta "piccola età glaciale", un arco di tempo dal 1400 al 1750 caratterizzato in Europa da inverni lunghi e rigidi. Questo clima inusualmente freddo avrebbe favorito la formazione di anelli particolarmente stretti e compatti che conferiscono al legno proprietà meccaniche e acustiche del tutto uniche rispetto a quelle di alberi cresciuti prima di quel periodo o che cresceranno dopo. In questo senso, Stradivari sarebbe stato più fortunato che abile. Ma questo non spiega perché altri liutai suoi contemporanei, utilizzando gli stessi legni, non abbiano ottenuto gli stessi risultati di eccellenza. Come tecnica di datazione del legno, la dendrocronologia ha il vantaggio di non essere invasiva e quindi preferibile alla tecnica al radiocarbonio (C-14), riservata ai casi in cui siano disponibili frammenti dello strumento, come in alcuni restauri.


La statua di Antonio Stradivari nella piazza centrale di Cremona, sua città di nascita e di lavoro

CHIMICA E FISICA IN AZIONE

Oltre al trattamento del legno grezzo, grande importanza per la sonorità dello strumento finito deve essere attribuita ai prodotti impiegati nelle diverse fasi di lavorazione e finitura: colle, detergenti, conservanti, vernici ecc. Il problema della chimica è determinarne le composizioni, quello della fisica capire quanto possano aver influito sulle strutture fibrose del legno e sulle sue cavità risonanti. Sono ricerche complesse che richiedono sofisticate apparecchiature per analisi chimico-fisiche: tomografia computerizzata, diffrazione a raggi X a sincrotone, nano-microscopia a infrarossi, spettroscopia di massa al plasma accoppiato e altre ancora.

Certamente, i liutai di allora utilizzavano prodotti inorganici e organici di uso corrente anche per altri scopi, tali e quali o in miscela, in forma liquida o pastosa, frutto di ricette e manipolazioni empiriche non documentate e che i liutai custodivano gelosamente nelle loro botteghe. Individuarli è un'operazione difficile sia sotto l'aspetto qualitativo, per la sovrapposizione di più strati diversi e lo spontaneo progressivo disfacimento dei prodotti organici, sia e ancor più sotto l'aspetto quantitativo, per le minute tracce presenti oggi sul legno e i vincoli delle tecniche di analisi non distruttive.

Secondo una ricerca condotta alla Texas A.M. University, alcuni dei prodotti chimici utilizzati sarebbero borace e solfati di rame, ferro e cromo come fungicidi e vermicidi, sale comune come controllore dell'umidità, allume come aggregante delle fibre, potassa e calce viva come controllore dell'acidità, silicati di potassio e calcio come additivi delle vernici.

Nel 2022, alcuni ricercatori italiani del Ceric (*Central european research infrastructure consortium*) di Trieste, studiando due violini Stradivari (il "Toscano" del 1690 e il "San Lorenzo" del 1718, custoditi rispettivamente a Roma e Tokyo), hanno riscontrato sotto la vernice uno strato preparatorio del legno a base proteica (colla animale di collagene o caseina), di cui però si ignora l'effetto. Certamente, alcune delle sostanze utilizzate dai liutai di allora provocano la frammentazione dell'emicellulosa e la reticolazione della cellulosa, modificando l'orientamento e la compattezza delle fibre del legno e quindi dei loro spettri di vibrazione acustici. Effetti che dipendono però anche dalle modalità operative, che rimangono sconosciute: numero delle applicazioni, tempistiche, temperature ecc.

Nel 2019 alcuni ricercatori italiani hanno allestito un test per valutare la qualità del suono di uno degli ultimi violini di Stradivari rispetto a quello di altri quattro violini: due moderni (del 1917 e 1988) di elevato valore, uno "industriale" moderno di relativo scarso valore e uno Stradivari del "periodo d'oro". Il test, consistente nel confronto tra le qualità del suono di 5 note eseguite sullo Stradivari di riferimento e poi sui quattro violini, era in "doppio cieco", nel senso che né gli esecutori né la giuria (composta da 70 liutai cremonesi di varie età) sapevano quale strumento si stesse valutando. Superfluo dire quale violino, per quasi unanime preferenza, abbia vinto per "chiarezza e bilanciamento del suono".


Il "Messiah"

L'ULTIMA PAROLA SUL MESSIAH

Nel 1939 l'Ashmolean Museum di Oxford, in Gran Bretagna, ricevette in dono dai famosi collezionisti di strumenti musicali W.E. Hill & Sons il leggendario violino Messiah, che si riteneva realizzato da Stradivari nel 1716. Nel 1999, però, Stewart Pollens, conservatore degli strumenti musicali del Metropolitan Museum of Art di New York, ne mise in dubbio l'autenticità.
Per risolvere la controversia si concordò di stabilirne l'età con la dendrocronologia, confrontando l'ampiezza degli anelli di accrescimento rilevabili sul dorso dello strumento con sequenze di anelli datate della stesso tipo di legno.
Gli esperti interpellati da Pollens fissarono il *post quem* al 1738, data prima della quale lo strumento non poteva essere stato costruito e quindi non attribuibile a Stradivari, morto nel 1737. Per il museo inglese, invece, il *post quem* era il 1682, compatibile con la produzione di Stradivari. Entrambe le valutazioni però lasciavano margini di dubbio in quanto basate su foto del violino.
Nel 2002 il ricercatore americano Grissino-Mayer, confrontando gli anelli del legno impressi nello strumento con gli anelli delle viole datate Archinto e Kux-Castelbarco, ha fissato il *post quem* del Messiah al 1687, corroborandone quindi l'attribuzione a Stradivari.
Un'ulteriore conferma è arrivata nel 2016 dall'esperto inglese Peter Ratcliff che ha riscontrato corrispondenze tra gli anelli del Messiah e quelli del violino Ex-Wilhelmj, realizzato prima del 1701.
La controversa vicenda del Messiah ha però sollevato dubbi sulla dendrocronologia come tecnica affidabile di datazione di strumenti antichi e quindi come prova della loro autenticità.

Quando i software di **geometria dinamica** SONO UTILI

di Domingo Paola

L'entusiasmo di molti insegnanti per queste risorse si affianca spesso alle perplessità di chi ritiene che rischino di rendere vane, agli occhi degli studenti, le dimostrazioni

Considerate un quadrilatero *ABCD* e i punti medi *M*, *N*, *P*, *Q* dei suoi lati. Il teorema di Varignon, dal nome del matematico francese che lo dimostrò, afferma che *MNPQ* è un parallelogrammo. Perché uno studente dovrebbe sentire l'esigenza di dimostrare questo teorema se, grazie all'uso di un software di geometria dinamica, si può convincere che *MNPQ* è un parallelogrammo, qualunque sia il quadrilatero *ABCD*? Il software non rischia di rendere inutile l'attività dimostrativa?

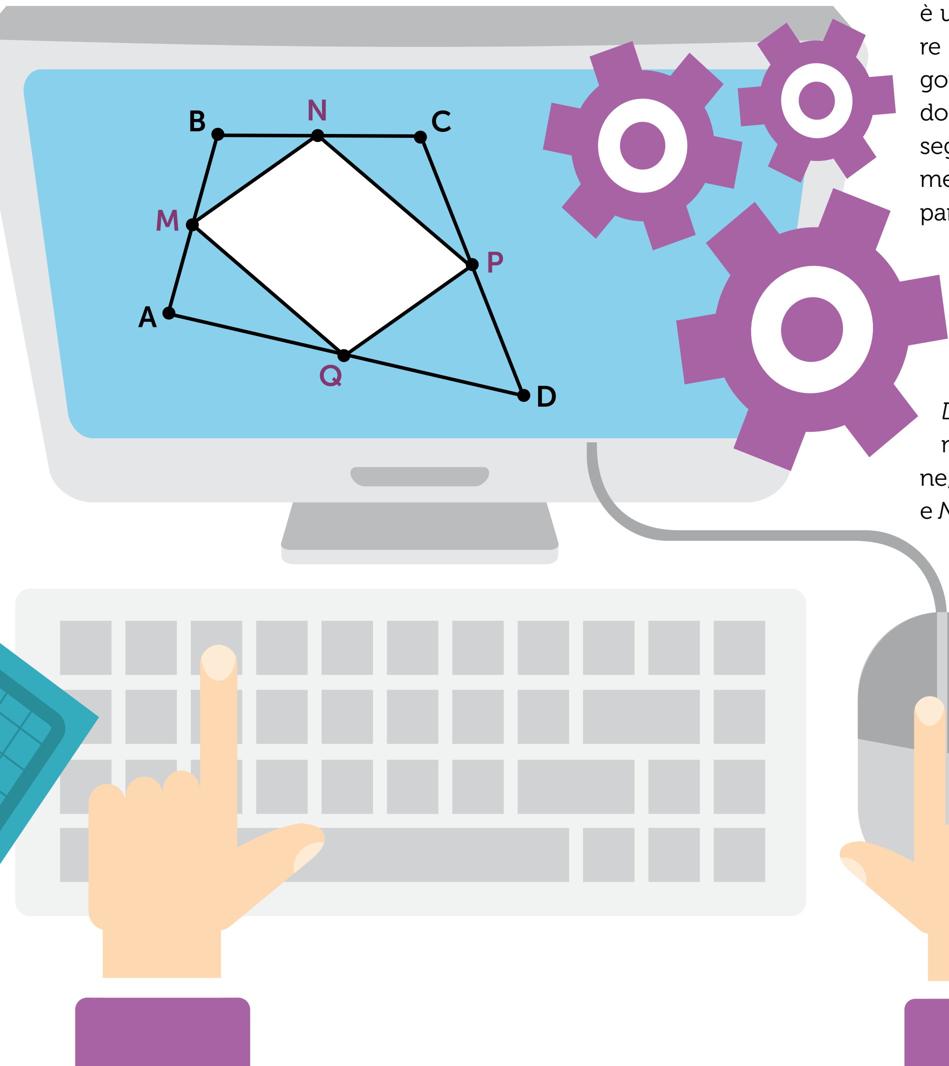
La risposta dipende dalle modalità di utilizzazione del software e dagli obiettivi didattici. Se si utilizza il software per verificare teoremi e si vuole far passare l'idea che le dimostrazioni servano a convincere della validità di certe proposizioni, allora l'uso del software rischia di essere dannoso per l'attività dimostrativa perché la rende inutile nella maggior parte delle situazioni. Se, invece, si utilizza il software per favorire, attraverso l'esplorazione, la produzione di congetture e si vuole far passare l'idea che la funzione delle dimostrazioni sia quella di spiegare perché una certa congettura funziona, allora i software di geometria dinamica diventano un formidabile aiuto per avviare all'attività dimostrativa. Infatti, per essere motivato a spiegare perché una certa congettura funziona, uno studente deve innanzitutto essere convinto che funzioni: il software di geometria dinamica consente di convincersi e quindi motiva a spiegare perché, cioè a passare all'attività dimostrativa.

Nel caso del teorema di Varignon, si può chiedere agli studenti di esplorare che cosa accade a *MNPQ* quando *ABCD* varia.

In genere, gli studenti si dividono tra chi prova a modificare *ABCD* senza alcun apparente criterio ma con lo scopo di cogliere, nella variazione di *MNPQ*, una regolarità, e chi, invece, effettua un'esplorazione più controllata, osservando le proprietà di cui gode *MNPQ* quando *ABCD* è un quadrilatero particolare. Chi segue la prima strada, in genere riesce a capire che *MNPQ* è un parallelogrammo, talvolta osservando il parallelismo dei lati opposti, altre volte utilizzando strumenti come la misura. Chi, invece, segue la seconda strada riesce a formulare diverse congetture del tipo: "Se *ABCD* è un rettangolo, allora *MNPQ* è un rombo" oppure "Se *ABCD* è un quadrato, allora *MNPQ* è un quadrato" o altre ancora. L'esplorazione con il software, condotta dopo avere costruito *ABCD* in modo tale che sia effettivamente un rettangolo o un quadrato, consente di convincersi che queste congetture valgono. Può essere interessante, a questo punto, chiedere se valgono anche le implicazioni inverse. L'esplorazione porta a verificare che la proposizione "*ABCD* è un rettangolo" è solo condizione sufficiente per la proposizione "*MNPQ* è un rombo": infatti *MNPQ* è un rombo anche nel caso in cui *ABCD* sia un trapezio isoscele. Invece, la proposizione "*ABCD* è un quadrato" è condizione necessaria e sufficiente per la proposizione "*MNPQ* è un quadrato". Come si può intuire, l'attività è particolarmente utile per avviare al sapere teorico già a questo livello, in cui si lavora con il software. Il fatto che l'esplorazione consenta di convincere della validità di certe congetture e di trovare controesempi per quelle non valide, motiva alla successiva attività di spiegare perché certe congetture funzionano, cioè di passare alla loro dimostrazione.

Per esempio, la congettura: "Se *ABCD* è un rettangolo, allora *MNPQ* è un rombo" può essere dimostrata utilizzando le proprietà dei rettangoli, dei rombi e il primo criterio di congruenza dei triangoli. La congettura: "Qualunque sia il quadrilatero *ABCD* il quadrilatero *MNPQ* è un parallelogrammo" può essere dimostrata tracciando le diagonali *AC* e *BD* e poi utilizzando il teorema che afferma che il segmento che congiunge i punti medi di due lati di un triangolo è parallelo al terzo lato. Una dimostrazione alternativa può essere realizzata scegliendo un opportuno sistema di riferimento cartesiano, per esempio con $A(a, 0)$, $B(0, b)$, $C(c, e)$, $D(d, 0)$. Si calcolano le coordinate dei punti M, N, P e Q e, infine, si dimostra che i segmenti MQ e NP e i segmenti MN e QP hanno la stessa pendenza.

Ciò consente anche osservazioni sull'uso della geometria analitica come strumento di dimostrazione e sul come poter ricondurre, in opportuni contesti, le dimostrazioni stesse a un calcolo.



a cura di Silvia Benvenuti

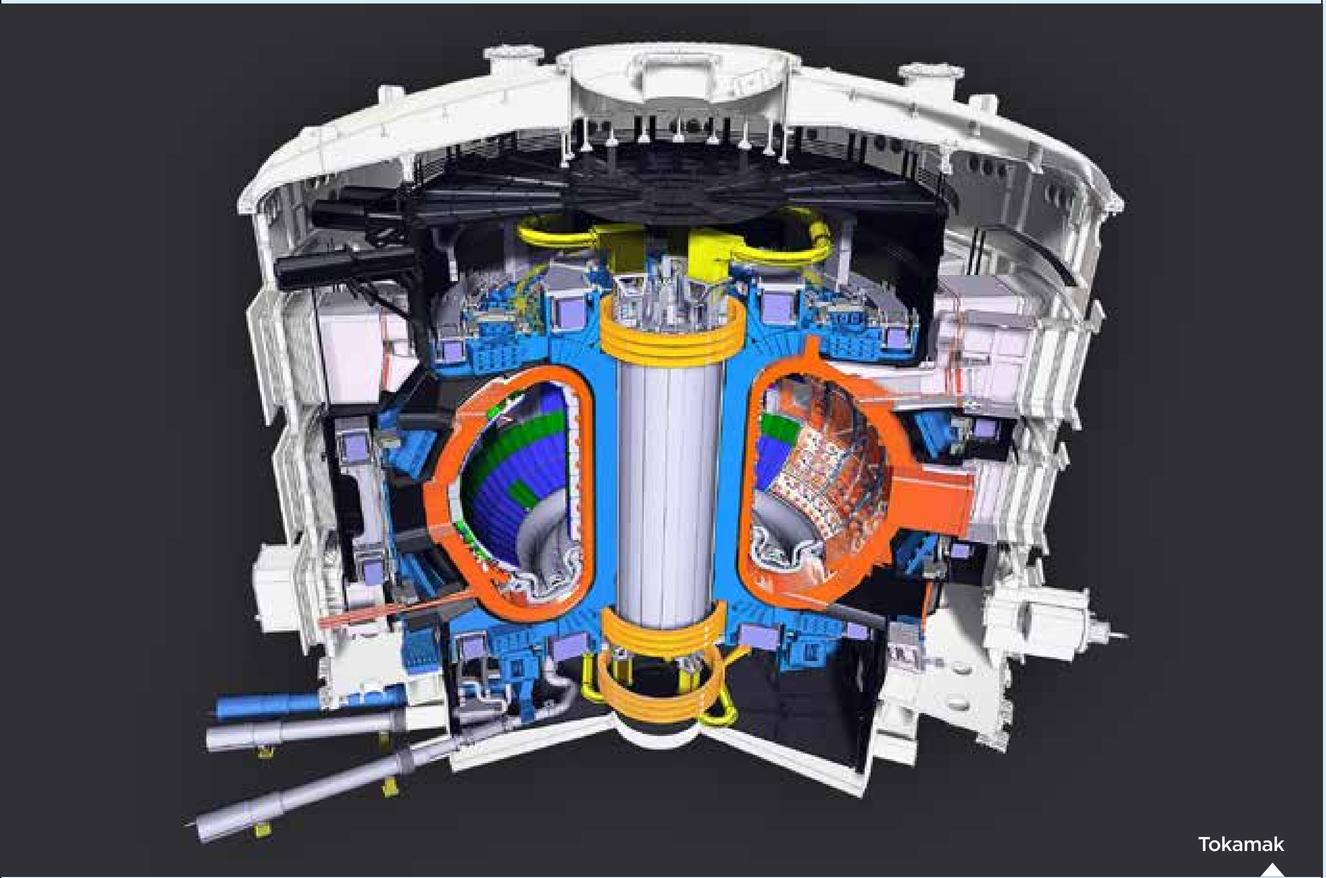
Il profumo della MATEMATICA

Famosa più per i suoi campi e le sue bellezze naturali, la Provenza riserva delle belle sorprese anche dal punto di vista scientifico

Terra di spezie e profumi, la Provenza non è altrettanto famosa per la matematica (e più in generale la scienza) che vi si produce. Non ancora, almeno. Ed è un peccato cui la comunità scientifica sta cercando di porre rimedio. Perché proprio a Saint Paul lès Durance, microscopico comune di 987 abitanti della regione Provenza-Alpi-Costa Azzurra, a 30 minuti da Aix e pochi più da Marsiglia, ha sede Cadarache, centro di ricerca in cui sono in corso progetti di assoluta avanguardia sui temi della fusione nucleare, delle energie alternative alle fossili (biomassa, bioenergia, solare fotovoltaico e termodinamico), dell'eco-fisiologia vegetale e della microelettronica.

In particolare, Cadarache ospita la costruzione di Iter, acronimo di *International thermonuclear experimental reactor,* progetto mastodontico gestito da Unione europea, Russia, Cina, Giappone, Stati Uniti d'America, India e Corea del Sud. L'idea alla base del progetto è realizzare un reattore a fusione nucleare in grado di produrre più energia di quella

Vista aerea di Calanque Sugiton nel Parco nazionale Les Calanques, Marsiglia, Francia



Tokamak

che consuma. Pare lapalissiano, ma non lo è: per produrre energia per fusione, il plasma che si ottiene per fusione deve avere più potenza rispetto alla potenza elettrica richiesta a tutto l'impianto per riscaldare il plasma stesso. Giusto per avere un'idea delle difficoltà tecniche del progetto – e anche di quelle organizzative e burocratiche – basti osservare che la scaletta iniziale prevedeva l'accensione del reattore per il 2019, poi slittata al 2025, data che a oggi pare comunque del tutto irrealistica. Di conseguenza, sarà da spostare avanti anche la data prevista per gli esperimenti veri e propri, inizialmente programmati per il 2035. Intanto, però, è possibile a chiunque abbia almeno 16 anni, non porti tacchi, gonne, pantaloncini corti e sandali aperti, visitare il cantiere. Previa prenotazione, naturalmente, e a patto di essere scrupolosamente muniti di un valido documento d'identità. Per chi non potesse rinunciare al tacco 12 o al pantaloncino corto, sono comunque disponibili visite virtuali molto ben fatte, facilmente accessibili dal sito ufficiale del progetto.

La matematica prescrive rigidamente la forma del reattore a fusione, il cosiddetto *tokamak* (il "ciambellone" che potete vedere nella figura sopra), grazie a un risultato di topologia apparentemente innocuo e dal nome ridicolo, il teorema della palla pelosa. Dimostrato

Varietà di spezie al mercato di Malaucène

all'inizio del Novecento dal matematico olandese Luitzen Egbertus Jan Brouwer, il teorema afferma che una qualsiasi sfera ricoperta di peli non si può pettinare in modo continuo senza che qualche punto presenti una chierica o un ciuffo ribelle. Un risultato che dipende esclusivamente dalla topologia della superficie in esame e che non è più vero per esempio su una ciambella pelosa che potremmo invece pettinare agevolmente senza alcun problema.

Cosa c'entri questo con il reattore nucleare è presto detto: i reattori a fusione funzionano prendendo un combustibile come l'idrogeno e sottoponendolo a calore e pressione intensi, che lo "strappano" nelle sue parti costitutive per formare il plasma, una nuvola di elettroni e altre particelle cariche che si muovono e occasionalmente si fondono insieme per formare nuove particelle, rilasciando energia nel processo. L'ostacolo ingegneristico fondamentale nella costruzione dei reattori a fusione è la difficoltà di contenere un plasma 10 volte più caldo del nucleo del Sole, a contatto del quale qualsiasi materiale si disintegrerebbe. L'unica possibilità è sfruttare le proprietà magnetiche del plasma, confinandolo all'interno di un forte campo magnetico. Il quale naturalmente deve essere sempre non nullo: un qualsiasi zero nel campo magnetico si trasformerebbe in un disastro perché, non contenuto, il plasma da lì potrebbe scappare e bombardare le pareti del reattore, distruggendole. Per questo, i contenitori di forma standard (sfera, cubo, parallelepipedo), tutti topologicamente equivalenti alla sfera del nostro teorema, non vanno bene, perché il teorema della palla pelosa ci assicura che presentano necessariamente un punto in cui il campo magnetico si annulla. Ed ecco quindi perché i *tokamak* sono toroidali, essendo il toro (nome in codice della ciambella) l'unica superficie pettinabile!

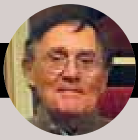
Dopo questa ubriacatura di tecnica, il nostro spirito richiede un po' di arte e storia per compensare. Una quarantina di chilometri e avremo solo l'imbarazzo della scelta, in quel di *Aquae Sextiae* che i nostri ricordi di scuola registrano come il baluardo all'invasione dei Teutoni e Cimbri, barbari popoli del nord lì sconfitti dai Romani sotto la guida di Gaio Mario. Allora, la maggiore attrazione della città era, come dice il nome, l'acqua termale che sgorgava dalle molte sorgenti calde del territorio. Oggi, le *Thermes Sextius* costituiscono la meritata coccola dopo la visita alle mille altre cose da vedere in Aix en Provence, nota come la città delle mille fontane. Un modo particolarmente interessante di visitarla è seguire le tracce di uno dei suoi cittadini più noti, quel Paul Cezanne che, quando proprio era costretto ad allontanarsene, riassumeva la sua nostalgia con un perentorio *"quand on est né là-bas, c'est foutu, rien ne vous dit plus"* (quando si nasce lì, si è fregati, niente è meglio). L'ufficio turistico ha messo a punto un itinerario pedonale le cui tappe sono segnalate da targhe contrassegnate con la "C". Visiterete così il centro di Aix a partire dalla casa natale di Cezanne fino ad arrivare al cimitero di Saint-Pierre dove è sepolto, vedendo la città come l'ha vissuta il pittore: punti di riferimento, tappe giovanili, indirizzi di parenti e amici, i caffè dove incontrava gli altri artisti. Se siete curiosi, l'app *Sur le pas de Cezanne* consente una visita virtuale in cui ammirare le opere del pittore in realtà aumentata e geolocalizzare i luoghi che hanno segnato la sua vita e la sua carriera.

Sarebbe poi peccato mortale non visitare uno dei tanti mercati della città: ortaggi o pesce, prodotti tessili o libri antichi, artigianato o fiori, ogni mattina la città è animata da suoni, colori e ghiottissimi profumi delle delizie gastronomiche servite all'aperto nei tavolini delle numerose piazze del centro.

Mezz'oretta di guida in auto e sarete a Marsiglia, un'altra città davvero imperdibile. Il turista visiterà la cattedrale Sainte-Marie-Majeure e si arrampicherà (magari in bus) fino a Notre-Dame de la Garde, dalla quale ammirerà la città dall'alto. Pranzerà poi al porto vecchio con una fantastica *bouillabaisse* e non mancherà una visita al Mucem, il Museo delle civiltà d'Europa e del Mediterraneo, di cui in particolare apprezzerà il J4, una struttura a cubo affacciata sul mare e rivestita da un'incredibile trina di cemento. La passerella sospesa che collega il cubo al Fort Saint-Jean è tutta un'avventura: provare per credere. Il matematico, intanto, starà pensando nostalgico al Cirm, *Centre international de rencontres mathématiques*, che ha sede a Luminy, a un'oretta da qui. La sottoscritta ci ha lasciato il cuore a più riprese. La prima volta, ancora studentessa, rimasi stupita dall'orario delle conferenze: si iniziava la mattina presto, poi c'era una lunghissima pausa pranzo dalle 12 alle 17 e poi di nuovo seminari fino all'ora di cena, rigorosamente servita nel ristorante del centro. Una nota, di cui non capivo il senso, avvertiva della possibilità di prenotare il pranzo al sacco. Enigma presto svelato: il centro, creato nel 1981 per "fornire tutte le strutture e le attrezzature di cui hanno bisogno gli organizzatori di una conferenza e i partecipanti consentendo un lavoro collaborativo nelle scienze matematiche e in altre discipline", sorge proprio nel cuore del Parc des Calanques, rocce a picco sul mare dove tutti i matematici partecipanti agli incontri passano amenamente la pausa pranzo. Se ci mettete che la discesa al mare non è del tutto agile, e la salita sotto il sole a picco lo è anche meno, capite immediatamente l'opportunità di una congrua pausa pranzo che consenta passeggiata, bagnetto e ripresa di conoscenza. *Mens sana in corpore sano*, insomma.

Presa dai ricordi, divago, mentre c'è ancora tanto da vedere tornando verso casa: i profumi a Grasse, gli atelier degli artisti a Saint Paul de Vence, le spezie a Nizza...ma il margine di questa pagina è troppo esiguo.

A sinistra, una targa in ricordo di Cezanne. Sotto, il Qr code dell'app *Sur le pas de Cezanne*



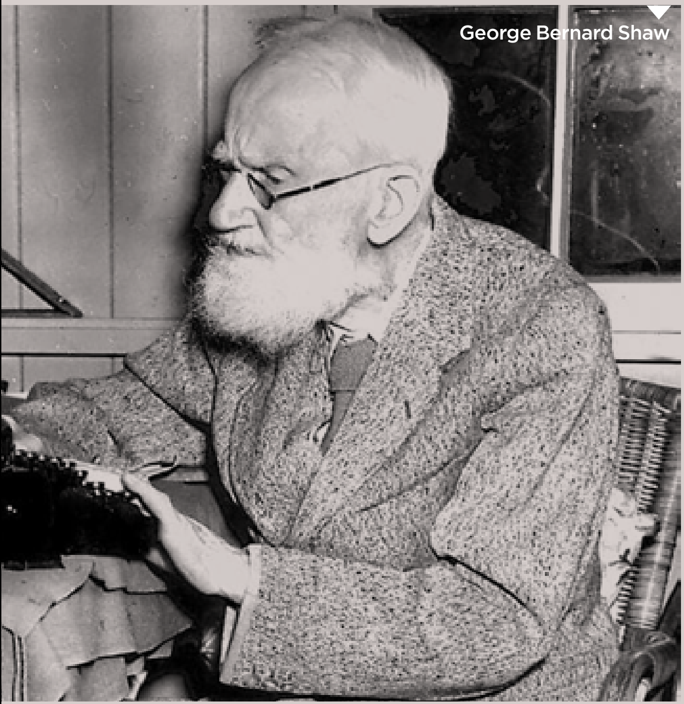
La matematica della signorina Warren

Fino a oggi solo due persone possono vantare sia un premio Nobel per la letteratura sia un Oscar cinematografico: Bob Dylan, in tempi relativamente recenti, e George Bernard Shaw quasi un secolo fa. A Shaw, l'Oscar fu assegnato nel 1939 per la sceneggiatura di una trasposizione sul grande schermo della sua commedia del 1912, *Pigmalione*. Il Nobel, invece, gli era arrivato qualche anno prima, nel 1925, come riconoscimento della sua opera di scrittore e drammaturgo. Nelle motivazioni si elogiava la felice alchimia di idealismo, satira e poeticità. In effetti Shaw (1856-1950), irlandese, fu spirito paradossale, scintillante, corrosivo, sarcastico, anticonvenzionale, anzi fortemente critico verso il conformismo della società della sua epoca. In un altro dei suoi capolavori teatrali, *Uomo e superuomo* del 1903, scrive esplicitamente: "Bisogna cominciare a fare *tabula rasa* di tutto ciò che sino a oggi siamo abituati a rispettare".

La professione della signora Warren è la prima delle grandi commedie di Shaw. L'opera ebbe una gestazione lunghissima e travagliata. Iniziata nel 1893, fu rappresentata in Gran Bretagna nel 1902 e poi, nuovamente, solo nel 1921. Il motivo di tante difficoltà è costituito dalla protagonista e dall'argomento che furono ritenuti scandalosi ed esposero l'opera a critiche e censure. La signora Warren, dopo un'adolescenza povera e stentata, si era arricchita diventando prima una lucciola e poi la gestrice di case di tolleranza. Era questa la sua professione e la sua figura è per Shaw occasione di critica all'ipocrisia della società vittoriana, che all'apparenza si scandalizza ma di nascosto approfitta della situazione, come chiaramente testimoniano alcuni personaggi maschili della trama.

Al di là dei moralismi, il dramma è istruttivo per almeno tre ragioni. La prima, ovvia, è che tratta almeno un po' di matematica. Sin dall'inizio del primo atto si celebrano i successi di Vivie, la figlia della signora Warren, agli esami di matematica di Cambridge. In realtà, la ragazza, moderna, indipendente e sicura di sé, non sembra affatto innamorata della matematica ed è semmai preoccupata di avvantaggiarsi delle sue fresche conoscenze per ottenere rapidamente un prosaico ma remunerativo posto da impiegata. È poi apparentemente fredda, insensibile ad affetti ed emozioni, talora sfuggente e indecifrabile. Certamente ignora, almeno all'inizio della trama, la professione della madre e quindi l'origine del denaro che ha consentito i suoi studi a Cambridge.

La seconda ragione è che questo pur breve accenno di Shaw alla matematica ci consente di prendere confidenza con il sistema di studi di Cambridge. Vari studiosi dello scrittore irlandese approfondi-


George Bernard Shaw

scono nelle loro ricerche questo argomento proprio in riferimento a Vivie. La quale, come si diceva, conclude con ottimi voti il suo *tripos*, ossia il complesso di esami che permettono di conseguire la laurea. A proposito: il termine *tripos* è tipico di Cambridge e non viene usato da altre università britanniche; lo si potrebbe tradurre *treppiede*, cioè sgabello a tre gambe. La parola deriverebbe da un'antica consuetudine in base alla quale ogni neo-matricola era chiamata al principio dei propri studi a confrontarsi e dibattere con un laureato senior che durante il colloquio se ne stava proprio su un sedile di questa forma.

Gli studenti migliori del *tripos* di matematica raggiungono i *first class honours*, assimilabili in qualche modo a una nostra laurea con lode. Tra loro, annualmente, il più bravo è nominato *senior wrangler* che in italiano potremmo tradurre come *primo argomentatore* o *discussore*. A seguire ci sono poi un *second wrangler*, un *third wrangler* (*secondo discussore*, *terzo discussore*) e via dicendo. Ebbene, Vivie è giunta con i suoi esami al livello del terzo discussore. Tanto per capire la sua prodezza, in quegli stessi anni Godfrey Hardy, uno dei maggiori matematici del Novecento, studente appunto a Cambridge, fu "soltanto" quarto discussore. Scorrendo gli elenchi, scopriamo poi che Bertrand Russell fu, a suo tempo, settimo, mentre tra i *senior wranglers* si annoverano Cayley e Coxeter.

Una piccola parentesi. Di ragazze che si affannano a imparare la matematica Shaw aveva già parlato, seppure brevissimamente, in un romanzo giovanile, *Un socialista asociale, An unsocial socialist*, del 1883. Come vedremo, vi sostiene che non sempre la matematica e i suoi assiomi riescono utili nella vita.

La terza ragione di interesse della commedia di Shaw riguarda la condizione delle studentesse nel sistema universitario anglosassone di allora. Vivie, pur con i suoi ottimi voti, non si è addottorata per il semplice motivo che a fine Ottocento alle donne non era permesso laurearsi a Cambridge. La situazione era più liberale in altri atenei britannici ma non, per esempio, a Oxford. A Cambridge la proposta di ammettere le studentesse al titolo finale fu bocciata ancora nel 1897 e approvata solo nel 1921. In particolare Vivie, pur uguagliando con i suoi risultati il terzo discussore, non potè fregiarsi di quel titolo.

Nella commedia di Shaw si cita anche un'altra studentessa, Phillipa Summers (con due elle e una pi). Si tratta di nome di fantasia, che però corrisponde a un personaggio reale, Philippa Fawcett – con due pi e una elle – che realmente ottenne nel 1890 i migliori voti a matematica, inaspettatamente superiori a quelli del primo discussore uomo. Si può semmai aggiungere che il padre di Philippa era professore di economia, nonché parlamentare, e che sua madre era fortemente impegnata nella lotta per i diritti delle donne. Una situazione ben differente da Vivie, la cui madre già conosciamo e il cui padre resta ignoto per tutto il dramma.

In alcuni passi della commedia di Shaw si menzionano poi Girton e Newnham. Si tratta dei primi due collegi riservati alle donne, aperti a Cambridge, rispettivamente nel 1869 e nel 1871. È dunque a quegli anni che risale l'ammissione delle studentesse in quella università, sia pure con i vincoli già descritti. Peraltro, i due collegi restarono a lungo indigesti alla componente maschile dell'università. Il secondo, Newnham, è quello di Vivie.

Presentiamo adesso dapprima il breve passo, già preannunciato, da *Un socialista asociale* e poi il dialogo del primo atto della *Professione della signora Warren* in cui Vivie parla dei suoi successi matematici e dei suoi progetti futuri a un interlocutore maschile, il signor Praed, che Shaw ci descrive come uomo di poco più di mezza età, cordiale, premuroso, anarchico nell'animo e innamorato dell'arte.

Di *Un socialista asociale* esiste un'edizione italiana, stampata da Lucarini nel 1990 e curata da Francesco Marroni.

Pure *La professione della signora Warren* ha edizioni un po' datate. Seguiamo quella di Mondadori del 1965, con la versione italiana di una traduttrice prestigiosa e celebrata come Paola Ojetti, tuttavia non così pignola come i matematici che stanno attenti perfino alle elle e alle pi e che del resto oggi giorno, grazie a Wikipedia e alla gentilezza di colleghi che sono stati in Inghilterra, possono facilmente documentarsi su riti, usi e costumi delle università del Regno Unito (nel mio caso, sono molto grato a Silvia Barbina per le notizie che mi ha fornito). È per questi motivi che ci permettiamo di discostarci talora dalla trasposizione in italiano della Ojetti su certi minimi dettagli relativi alle consuetudini di Cambridge sopra descritte. Lo facciamo raramente, soprattutto a riguardo delle figure dei *discussori*. Manteniamo però la traduzione *laurea* per *tripos*.

Al solito, buona lettura.

Un socialista asociale

Capitolo VI

di George Bernard Shaw

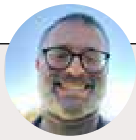
L'anno passava e arrivarono le lunghe serate invernali. Le studiose signorine dell'Alton College, i gomiti sulla scrivania e le mani sulle orecchie, rabbrividivano gelidamente in mantelline di pelliccia mentre appesantivano i loro ricordi con le affermazioni di scrittori di scienza morale oppure, come uomini che nuotano sui turaccioli, ragionavano di problemi matematici basandosi su postulati. Così, a volte accadeva che quanto più una studentessa era ragionevole in matematica, tanto più era irragionevole negli affari della vita reale, per i quali sono pochi i postulati degni di fiducia che si sono finora accertati.

In queste fotografie, alcuni momenti di *Mrs. Warren's Profession* diretto e interpretato da Mary Shaw

La professione della signora Warren Atto I

di George Bernard Shaw

Praed. Creda, ho passato giornate di agitazione estrema all'idea che l'avrei conosciuta, dopo aver saputo del mirabile esito dei suoi studi a Cambridge, cose mai udite ai tempi miei. È stato proprio meraviglioso il suo voto all'esame di matematica, pari a quello del terzo discussore. Ha un grande valore, creda. Il primo discussore è sempre un sognatore, un tipo morboso, per cui la cosa arriva al livello di malattia.
Vivie. Non rende abbastanza. Non lo rifarei più, per quella cifra.
Praed (esterrefatto). Per quella cifra?
Vivie. Sì, l'ho fatto per cinquanta sterline.
Praed. Cinquanta sterline?
Vivie. Sì. Cinquanta sterline. Forse non sa com'è andata. La signora Latham, la mia tutrice a Newnham, disse a mia madre che avrei potuto farmi onore alla facoltà di matematica di Cambridge se mi ci fossi messa sul serio. I giornali, in quei giorni, non parlavano che di Phillipa Summers che aveva raggiunto il massimo dei voti alla laurea in matematica. Se ne ricorderà anche lei.
Praed (scrolla la testa con energia [= *non ricorda*])!!!
Vivie. Be', insomma, accadde così e niente avrebbe fatto tanto piacere a mia madre quanto vedermi fare altrettanto. Io ho risposto chiaro e tondo che non mi valeva la pena di affrontare quella fatica, dato che non mi preparavo all'insegnamento; ma mi sono offerta di tentare di arrivare al livello del quarto discussore per cinquanta sterline. Ci siamo messe d'accordo su questo punto, dopo un po' di borbottii da parte sua; ma ho fatto meglio di quanto avrei dovuto. Non lo rifarei più. Duecento sterline sarebbero state meritate.
Praed (molto pensieroso). Oh Signore! È un modo molto pratico di prendere la vita.
Vivie. Credeva che fossi una persona poco pratica?
Praed. No, no. Però è altrettanto pratico considerare non soltanto la fatica che costano onori siffatti, ma anche la cultura che se ne trae.
Vivie. La cultura! Ma caro signor Praed, lo sa lei che cosa significa una laurea in matematica? Significa macinare e macinare e macinare matematica dalle sei alle otto ore al giorno e niente altro che matematica. Dovrei sapere qualcosa delle scienze, ma non ne so niente, so soltanto ciò che esse implicano di matematica. Posso far calcoli per ingegneri, elettrotecnici, compagnie d'assicurazione e così via; ma non so quasi nulla di ingegneria, di elettrotecnica, o di assicurazione. Non conosco bene neppure l'aritmetica. All'infuori della matematica, del tennis, del mangiare, del dormire, dell'andare in bicicletta e del camminare, sono più barbara e più ignorante di quanto possa esserlo qualsiasi donna che non abbia frequentato la facoltà di matematica a Cambridge.
Praed (disgustato). Ma è un sistema mostruoso, scellerato, disonesto! Lo sapevo! Avevo capito subito che ciò implicava la distruzione di tutto quanto costituisce la bellezza della femminilità.
Vivie. Da questo punto di vista, non la contraddico. Ma le assicuro che saprò trarne un ottimo vantaggio.
Praed. Oh, in che modo?
Vivie. Mi metterò negli uffici della City e lavorerò come contabile e come ragioniere. In questo modo mi sarà permesso di studiare un po' di legge e di tener d'occhio la Borsa. Sono venuta qua per star sola e studiar legge, non in vacanza come crede mia madre. Io odio le vacanze.
Praed. Ma lei mi fa gelare il sangue nelle vene. Non vuol avere né amore, né bellezza nella vita?
Vivie. Sono due cose che non mi interessano affatto, gliel'assicuro.
Praed. Non lo dirà sul serio.
Vivie. Oh, sì, altro che! A me piace lavorare e guadagnarmi da vivere. Quando sono stanca di lavorare, mi piace una poltrona comoda, una sigaretta, un po' di whisky e un romanzo con una bella storia poliziesca.



a cura di Luca Alberini

Menti stupefacenti

Dietro ogni scoperta c'è l'opera di uno scienziato, con le sue virtù e le sue debolezze. Alcuni portano nella loro attività anche i propri vizi e limiti. Che non hanno impedito loro di contribuire allo sviluppo dell'umanità

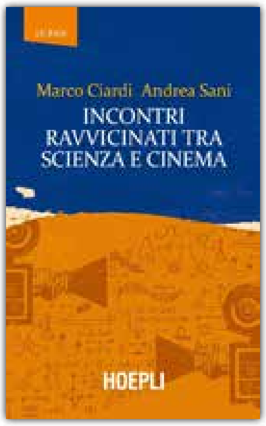
Alessandro Paolucci

STORIA STUPEFACENTE DELLA SCIENZA

Il Saggiatore (2023)
pp. 376, € 17,00

Nonostante una divulgazione scientifica sempre più efficace, l'incrinarsi di alcuni stereotipi e le tante trasformazioni in atto, bisogna ammettere che l'immagine che il grande pubblico ha degli scienziati rimane immutata da secoli: tipi geniali e strani, con la testa tra le nuvole ma assolutamente affidabili e dai pochi vizi. Insomma, "secchioni" sbadati e divertenti, tutto cervello. Basti pensare a Talete che, mentre osserva le stelle, cade in un pozzo o, più recentemente, a Doc di *Ritorno al futuro* o ai nerd di *The Big Bang Theory*. Perché accade questo? Forse solo perché è più rassicurante così. "Il sapere scientifico ci sembra una specie di incantesimo della Fata madrina, che rende lo scienziato una Cenerentola al contrario: più ne sa e più è imbranato, disadattato, strano, e ci va benissimo, deve essere così, perché tutto questo comporta tranquillità. Essere nerd è una garanzia non solo di intelligenza, ma proprio di stabilità, di affidabilità della scienza in generale. Gli scienziati non conoscono distrazioni, sbandate o guai, sono come pacifici extraterrestri nella loro navicella asettica e tecnologica, stanno sempre al loro posto, sono tutto studio e lavoro, e quand'è così allora ci possiamo fidare delle loro ricerche. I loro poteri sono sotto controllo ed è tutto quello che vogliamo sapere. È un'immagine molto rassicurante di cui abbiamo più bisogno di quanto non sembri perché finché sappiamo questo allora ci fidiamo del sapere scientifico. Infatti, la nostra fiducia comincia a scricchiolare quando ci accorgiamo che è tutto più complicato (e incasinato) di così". Dobbiamo invece andare oltre, sfatare questi miti rassicuranti: "Se uno scienziato è irregolare, instabile (...), divide l'opinione pubblica, se destabilizza e cerca di andare oltre i limiti conosciuti, questo non è un problema per la ricerca scientifica. La scienza è un secolare lavoro di gruppo portato avanti dalla comunità globale degli scienziati per il progresso dell'umanità, scienziati che però individualmente sono molto meno tranquilli di quel che si creda. Sono competitivi e si marcano a vicenda, hanno degli interessi personali, e spesso combinano dei guai, sì anche con l'abuso di alcolici e sostanze stupefacenti. Perché se quelle sostanze hanno un potenziale allora bisogna conoscerlo, a costo di scandalizzare, spaventare o rovinarsi la reputazione. Tirarsi indietro davanti alla conoscenza non è mai un'opzione".

Ma alla fine di tutto la scienza va comunque avanti: le teorie che non reggono cadono, quelle solide resistono e, quindi, la conoscenza procede. Che impatto negativo può aver avuto in ambito scientifico il fatto che probabilmente il più grande medico del Medioevo, l'arabo Avicenna, bevesse vino, conoscesse bene l'oppio e la canapa e fosse ossessionato dal sesso? E Avicenna è solo il primo straordinario protagonista di una galleria di insospettabili uomini di scienza dediti all'uso e talvolta all'abuso di sostanze in grado di alterare le percezioni e di consentire loro di forzare i limiti della conoscenza razionale. L'alchimista-medico Paracelso che infranse tutte le regole della medicina tradizionale riuscendo a curare innumerevoli malati nonostante spesso fosse totalmente ubriaco; il presidente Benjamin Franklin con le sue dipendenze da alcool e oppiacei; Sir Humphry Davy, "un chimico che di pozioni ne sapeva più di Merlino, e che nei suoi esperimenti aveva più coraggio di Lancillotto"; il matematico Paul Erdős e tanti, tanti altri, tutti meravigliosamente descritti in queste pagine davvero "stupefacenti"!



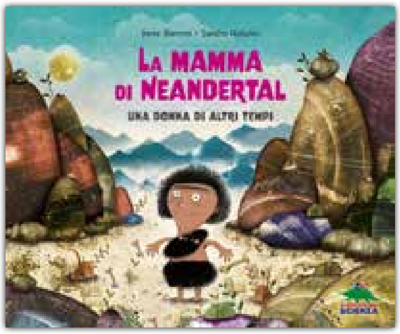
Marco Ciardi
e Andrea Sani

INCONTRI RAVVICINATI TRA SCIENZA E CINEMA

Hoepli (2024)
pp. VI-234, € 15,90

Un connubio unico e che parte da molto lontano, quello tra scienza e cinema! Se, come mezzo di comunicazione, il cinema è il frutto delle ricerche circa la possibilità di riprodurre il movimento su pellicola (e talvolta gli stessi pionieri della cinematografia sono stati prima di tutto degli scienziati), ben presto la scienza, nella sua più ampia accezione, e gli scienziati diventano anche oggetto del cinema, non solo documentaristico ma di intrattenimento. Da allora sino ai nostri giorni il dialogo è proseguito ininterrottamente, dato che il progresso scientifico ispira spesso i registi, e non solo quelli dei film di *science fiction*, e che la tecnologia offre possibilità sempre nuove. Così non si può non apprezzare il progetto che gli autori Marco Ciardi e Andrea Sani sviluppano in queste pagine: mostrare le varie immagini della scienza che emergono da alcuni film particolarmente significativi. Attraverso nove percorsi (ricordiamo "Biografie", "Scoperte, teorie, imprese", "Rapporto scienza/fantascienza") concentrati principalmente su singoli film – talvolta blockbuster che abbiamo visto tutti – emerge con chiarezza la tesi proposta: le conquiste scientifiche e tecnologiche non sono di per sé buone o cattive, è l'uso che ne viene fatto dagli uomini a renderle tali. Insomma, il progresso scientifico deve essere strettamente legato a quello morale e sociale.

Quante volte abbiamo sentito parlare dell'uomo di Neandertal? Tantissime! Invece, quante della donna di Neandertal? Mai, neanche una parola. Eppure, non solo c'era ma aveva anche un ruolo davvero importante in una società di cacciatori/raccoglitori. Lo spiegano bene Irene Biemmi e Sandro Natalini, offrendo con umorismo e sensibilità ai piccoli lettori e alle piccole lettrici (il libro è consigliato a partire dai 5 anni) una rilettura degli studi e delle scoperte sui luoghi e l'epoca in cui visse la specie *Homo Neanderthalensis* ma anche sulle sue usanze, non solo legate alla caccia ma anche alla bellezza, all'arte, alla musica, alle sepolture, al linguaggio. Soprattutto, mostrano un aspetto diverso e a lungo trascurato della preistoria umana, quello femminile, a partire dal quotidiano, spaziando tra piaceri e responsabilità.
I testi sono semplici ed efficaci e bellissime sono le illustrazioni a tutta pagina disegnate da Sandro Natalini: ricche di dettagli, coloratissime e affascinanti. Sembra quasi di essere catapultati tra grotte, mammuth e rinoceronti lanosi per i quali è suggerita anche una interessante ricetta, oggi purtroppo non replicabile per la mancanza della materia prima!
Un libro sorprendente e nuovo, per iniziare sin dall'infanzia a contemplare nuovi immaginari di genere.



Irene Biemmi e Sandro Natalini

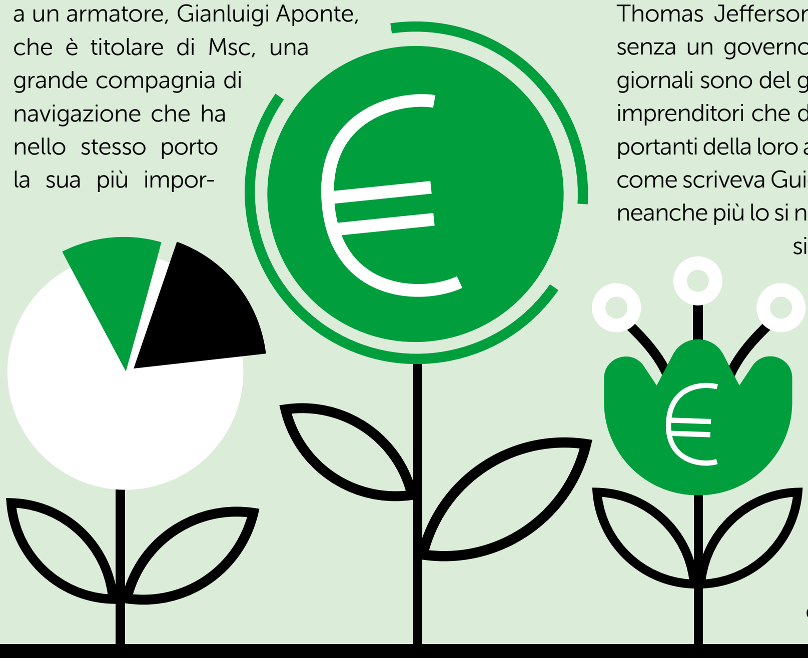
LA MAMMA DI NEANDERTAL

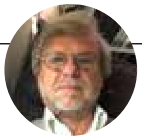
Editoriale Scienza (2023)
pp. 48, € 14,90

a cura di Roberta Carlini

Era la stampa, bellezza

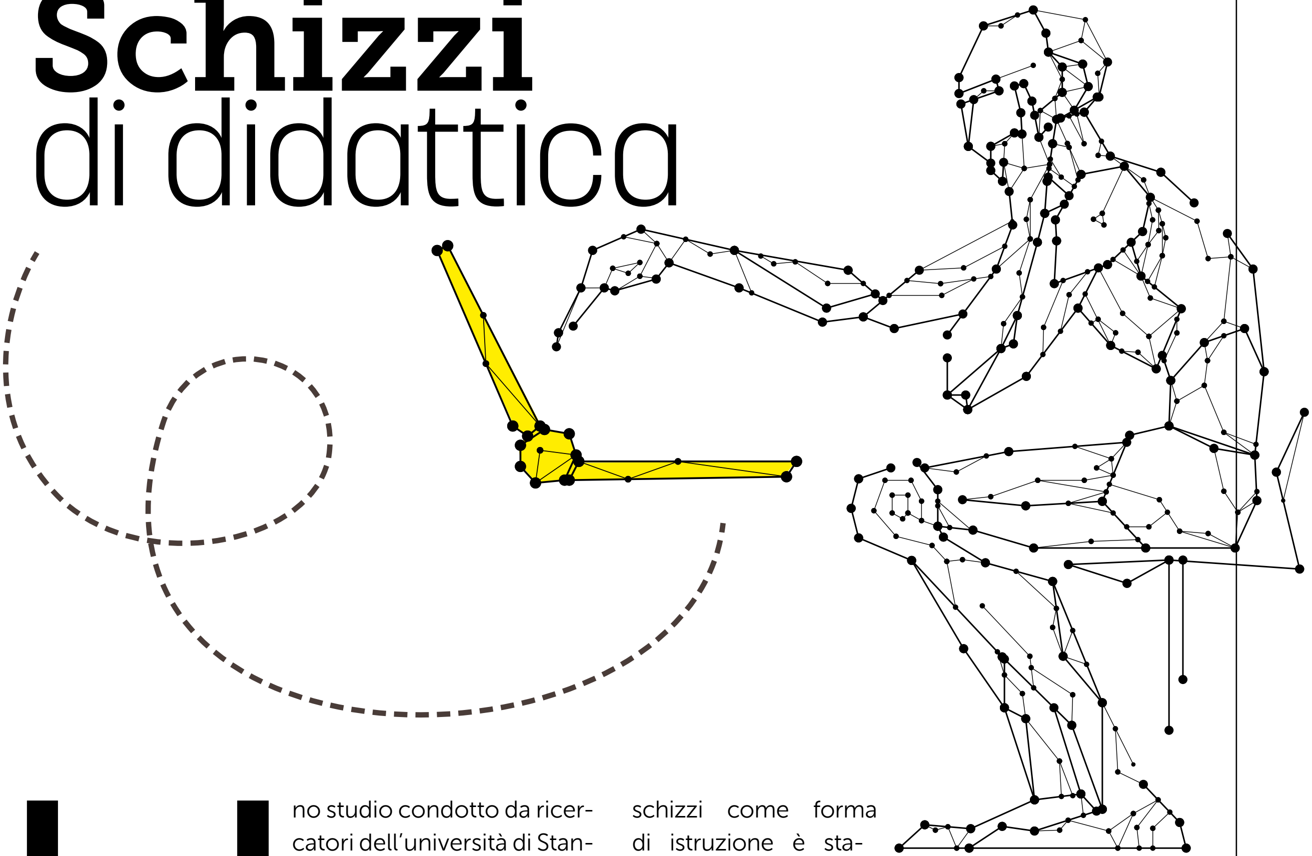
Nel 2024, a trent'anni dalla discesa in campo di Silvio Berlusconi, in poche settimane abbiamo assistito a una clamorosa ripresa della questione rimasta da allora non risolta: il conflitto di interessi innescato dal cortocircuito tra potere economico, potere politico e potere mediatico. Non parliamo solo della Rai, la cui occupazione procede di pari passo con la demolizione di ogni residua funzione di servizio pubblico. Parliamo di quello che succede nel campo "commerciale" dei media. Il primo gruppo editoriale italiano, Gedi, pezzo a pezzo sta vendendo i suoi giornali locali. Molto spesso gli acquirenti sono imprenditori locali, non attivi nel campo dei media ma dediti a tutt'altri affari. Clamoroso è il caso del *Secolo XIX* di Genova, giornale storico della più grande città portuale italiana, venduto a un armatore, Gianluigi Aponte, che è titolare di Msc, una grande compagnia di navigazione che ha nello stesso porto la sua più importante base operativa. Poi c'è il caso dell'Agi, seconda agenzia di stampa italiana. È di proprietà dell'Eni, che è a sua volta controllata dal governo attraverso il Ministero dell'Economia che ha una partecipazione sulla testata del 30% circa. L'Agi, secondo voci non smentite, sta per essere venduta al gruppo Angelucci, che è attivo nel business della sanità privata e dei giornali (controlla *Libero*, *Il Tempo*, *Il Giornale* e *La Verità*) e il cui patron, Antonio Angelucci, è parlamentare della repubblica italiana eletto nelle liste della Lega–Salvini premier, ossia lo stesso partito del ministro dell'economia Giancarlo Giorgetti. Infine, in uno dei più importanti quotidiani italiani, *La Repubblica* (ancora gruppo Gedi), i giornalisti sono in agitazione perché il direttore ha rimosso un articolo (e mandato al macero le copie già stampate) avente ad oggetto interessi del proprietario nel settore automobilistico (Stellantis). I media sono in crisi, la loro credibilità è in discesa e nessuno si straccia le vesti per affermare oggi, come Thomas Jefferson nel 1787, che è preferibile vivere senza un governo che vivere senza giornali. Ma se i giornali sono del governo? O dei suoi sostenitori? O di imprenditori che dipendono dal governo per parti importanti della loro attività? Il conflitto di interessi in Italia, come scriveva Guido Rossi, è "epidemico" al punto che neanche più lo si nota o lo si scambia per un'opportuna sinergia. Eppure, l'allarme dovrebbe suonare forte. Se non c'è informazione indipendente non c'è democrazia. Non sappiamo ancora bene come sarà l'informazione libera e indipendente dopo la fine dei giornali come li abbiamo conosciuti, fine ormai vicinissima. Ma certo non sarà tale se controllata da potentati politici o economici. Oppure, come sempre più spesso capita, da entrambi.





a cura di Sergio Bellucci

Schizzi di didattica



Uno studio condotto da ricercatori dell'università di Stanford e da quelli di *Google DeepMind* ha messo in luce un promettente approccio nell'interazione tra l'uomo e l'Intelligenza artificiale: l'utilizzo di schizzi come istruzioni per guidare il comportamento dei robot.

Questa nuova metodologia sfrutta le informazioni spaziali presenti negli schizzi offrendo alle macchine una guida visiva chiara e precisa per eseguire i compiti assegnati senza essere confusi dalla complessità delle immagini realistiche o dall'ambiguità del linguaggio naturale. Il cuore di questa innovazione è un modello di Intelligenza artificiale sviluppato dai ricercatori Rt-Sketch.

Il modello si basa sull'architettura del *Robotics Transformer 1* (Rt-1), un modello già esistente che traduce istruzioni linguistiche in comandi per i robot. Tuttavia, Rt-Sketch va oltre, sostituendo l'input in linguaggio naturale con obiettivi visivi, tra cui appunto schizzi e immagini. La scelta di utilizzare gli schizzi come forma di istruzione è stata dettata da diverse ragioni. Mentre il linguaggio naturale è intuitivo per comunicare gli obiettivi ai robot, può risultare insufficiente quando servono indicazioni spaziali precise. D'altra parte, le immagini forniscono una buona rappresentazione degli obiettivi desiderati, ma spesso contengono dettagli irrilevanti e non sono sempre disponibili. Gli schizzi, invece, offrono il giusto compromesso: forniscono informazioni spaziali precise, evitando i dettagli superflui delle immagini. Il modello è stato addestrato su schizzi generati da immagini del dataset Rt-1, contenente dimostrazioni di attività in realtà virtuale. I ricercatori hanno creato manualmente 500 schizzi dai fotogrammi finali delle dimostrazioni, utilizzandoli insieme alle immagini originali per addestrare una Rete generativa avversaria (Gan) a produrre schizzi automaticamente.

Le potenziali applicazioni di Rt-Sketch sono numerose. Questo modello può risultare utile in compiti che richiedono precisione spaziale, come apparecchiare una tavola, disporre oggetti e mobili o piegare indumenti in più fasi.

a cura di Giuliano Rosciarelli

Senza **tregua**

Ogni anno che precede un'edizione dei Giochi Olimpici, l'Onu adotta una risoluzione che riafferma i principi della tregua olimpica (l'*ekecheiria*). Anche per l'edizione che si svolgerà la prossima estate a Parigi, il 21 novembre 2023 Onu e Cio si sono riuniti a New York per adottare una risoluzione dal titolo "Costruire un mondo pacifico e migliore attraverso lo sport e l'ideale olimpico". La risoluzione prevede il rispetto della tregua sette giorni prima dei Giochi Olimpici e sette giorni dopo i Giochi Paralimpici, ovvero dal 19 luglio al 15 settembre 2024. L'ultima volta non andò benissimo e a violare la tregua fu proprio Putin con l'invasione dell'Ucraina una settimana prima che la tregua finisse (secondo la tradizione olimpica la scadenza era il 17 marzo). Quest'edizione sarà ancora più complicata con 59 guerre in giro per il mondo e un aumento dei conflitti, secondo i dati del *Conflict Index 2024*, del 40% negli ultimi tre anni. Nel 2023 si sono verificati il 12% di conflitti in più rispetto al 2022, con un incremento del 40% rispetto al 2020. Una persona su sei vive in un'area in cui si registra un conflitto attivo.

Spesso i conflitti si sono trascinati fin dentro i terreni di gara. Passò alla storia il "bagno di sangue di Melbourne", (XVI edizione), con la rissa furibonda scatenata dalla squadra ungherese di pallanuoto con quella russa. A un certo punto il capitano ungherese, Erwin Zador, per vendicare il suo Paese invaso dai carri armati dell'Urss sferrò un pugno a un giocatore russo. Questi rispose ferendolo al volto e scatenando la furia dei tifosi delle due squadre. Clima ancor più pesante e tragico, invece, si respirò al villaggio olimpico di Monaco nel 1972 quando otto estremisti dell'organizzazione palestinese *Settembre Nero* sequestrarono e poi uccisero nove atleti della squadra olimpica israeliana.

L'idea di ristabilire la tregua olimpica è stata lanciata dal Comitato olimpico internazionale (Cio) nel 1992. Era un periodo di forti conflitti internazionali e tutto lasciava presagire il peggio. Intento nobile ma spesso velleitario anche se, a volte, i miracoli avvengono per davvero. Nel 2001, ad Atene, papa Giovanni Paolo II e l'arcivescovo di tutta la Grecia, Cristodulos, aggiunsero la loro voce a quelle che si levavano dal mondo intero per ottenere il rispetto dell'*ekecheiria* (in occasione dei XXVIII Giochi olimpici estivi di Atene 2004). In quei giochi la tregua fu rispettata. A Pyeongchang, nel 2018, Corea del Sud e Corea del Nord trovarono un accordo per far gareggiare in una stessa squadra atleti dei due Paesi in varie discipline.

Ma, sempre a proposito di miracoli, ne servirebbero anche questa volta se è vero che la richiesta di tregua per questa edizione per la prima volta nella storia dell'Onu non è stata approvata all'unanimità.

a cura di Francesco Paolo de Ceglia

L'Appartamento della **Fenice**

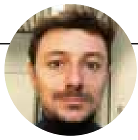
Abbiamo toccato con mano la fenice e siamo infine riusciti a mostrarla anche agli altri. Emetteva i colori del cielo e del mare. Ed era bellissima.

La spedizione, avventurosa e dall'esito non scontato, era iniziata qualche mese prima. Ma che interesse avrebbe mai potuto suscitare una fenice in due storici e due mineralisti? Nessuno, se fosse stata soltanto una creatura mitologica. Ma una grande opportunità di ricerca, se si fosse invece trattato, come difatti era, di un progetto di creazione di gemme e pietre artificiali portato avanti due secoli e mezzo fa da Raimondo di Sangro, principe di Sansevero. Si trattava di un personaggio controverso e fascinosissimo, a metà strada tra il filosofo e l'alchimista.

Libero pensatore, don Raimondo giudicava che la natura fosse, in qualche misura, "perfezionabile". E che, come nel mito dell'araba fenice, ogni cosa potesse essere ridotta in cenere e poi riportata in vita a un livello superiore, più spirituale. Raimondo di Sangro credeva, in altri termini, alla palingenesi: all'idea, cioè, che tutto potesse perire e rigenerarsi. Ecco perché si dedicò con passione alla cappella di famiglia, un'enciclopedia tridimensionale – immersiva, si direbbe oggi – dei fondamenti del suo credo filosofico e massonico. Un manifesto del barocco esoterico. Fu comunque allora che la fenice prese forma: il progetto di realizzare minerali artificiali, più economici e perfetti di quelli naturali, portato avanti all'interno di un laboratorio, fatto a tal proposito costruire nei sotterranei della dimora di famiglia. Un laboratorio al quale egli diede il nome, appunto, di "Appartamento della Fenice".

Ecco perché, seguendo la traccia in blu e oro lasciata dalla coda di quella signora dei cieli, siamo infine sbarcati a Napoli. In alcune fonti si raccontava che il principe avesse infatti prodotto un lapislazzuli artificiale, così benfatto da essere praticamente indistinguibile dall'originale. Don Raimondo si guardava bene dal rivelare i propri segreti ma grazie ad antichi documenti siamo giunti a ipotizzare che quanto era presentato come lapislazzuli, tale non potesse essere. E ne abbiamo avuto conferma.

Le analisi hanno dimostrato che Raimondo riuscì a creare il blu oltremare artificiale oltre cinquanta o addirittura settant'anni prima del chimico francese Jean-Baptiste Guimet, a cui si deve – nel 1828 – la sintesi ufficiale della lazurite. Raimondo sarebbe pertanto stato il primo e seguendo un'altra strada. Altre indagini hanno dimostrato che ciò che veniva creduto ametista era in realtà fluorite, la quale, in determinate condizioni, emette bagliori blu. Ancora una volta come la coda della fenice. Per non parlare degli altri pigmenti come il cinabro scambiato per ametista o porfido. Insomma, seguendo l'azzurro della fenice siamo riusciti a dimostrare che Raimondo ha, prima di chiunque altro di cui si abbia notizia, prodotto un blu oltremare artificiale. Condotti da una fenice, siamo quindi partiti dal cielo e ci siamo tuffati nelle splendide acque del mare del Golfo di Napoli. ■



a cura di Jacopo De Tullio

La scienza in questi giorni di maggio

6 MAGGIO 1906

Nasce a Parigi **André Weil**, matematico tra i fondatori del gruppo Bourbaki, il collettivo che ha rinnovato molti aspetti della ricerca e dell'insegnamento della matematica. Dopo gli studi superiori intraprende un viaggio per l'Europa alla ricerca della migliore istruzione matematica. Frequenta svariate università straniere soggiornando a Roma e Gottinga. Nel 1928, ottiene il dottorato a Parigi sotto la guida di Jacques Hadamard ed Èmile Picard con una tesi sulle equazioni diofantee. Si tratta di particolari equazioni che ammettono solo soluzioni intere. A partire dagli anni Trenta, matura l'idea di costituire un gruppo che rinnovi la cultura matematica nella Francia di quel periodo e riscriva i testi di studio universitari. È così che nel 1935 è tra i fondatori dell'*Association des collaborateurs de Nicolas Bourbaki*, nome di fantasia dietro cui si celano i matematici aderenti al gruppo. Dopo la seconda guerra mondiale, Weil si trasferisce negli Stati Uniti, prima a Chicago e poi a Princeton, dove muore il 6 agosto 1998. I suoi contributi matematici spaziano dalla geometria differenziale alla teoria dei numeri. È proprio partendo da alcune sue riflessioni che Andrew Wiles dimostrerà nel 1994 l'ultimo teorema di Fermat.

10 MAGGIO 1848

Il matematico **François Arago** viene eletto membro della Commissione per il potere esecutivo, organo di governo della Repubblica francese uscita dalla terza rivoluzione. L'11 maggio è nominato presidente e in questa veste ricopre il ruolo di Capo di Stato provvisorio fino al 24 giugno, quando le dimissioni collettive della commissione sono presentate all'Assemblea nazionale costituente. Ma prima della sua avventura politica, le vicende di Arago si districano tra scienza e avventura. Nel 1804 gli viene affidato il compito di terminare le misurazioni del meridiano geografico per determinare l'esatta lunghezza di un metro, definito come porzione del meridiano. Arago parte da Parigi nel 1806 e comincia le operazioni lungo le montagne della Spagna. A Formentera viene accusato di essere una spia e nel 1808 viene imprigionato. Riesce a fuggire dall'isola e raggiungere Algeri il 3 agosto. Da lì salpa su un vascello diretto a Marsiglia ma, il 16 agosto, viene sequestrato dai corsari spagnoli e imprigionato a Roses, in Catalogna. Dopo tre mesi, viene rilasciato su richiesta del bey di Algeri e trasferito via mare in direzione Marsiglia il 28 novembre. Ma l'imbarcazione cambia rotta per colpa di un vento del nord e solo dopo sei mesi, il 21 giugno, Arago parte per Marsiglia, dove sbarca il 2 luglio con tutte le sue carte e misurazioni.

13 MAGGIO 1984

Muore a Santa Fe, nel New Mexico, **Stanislaw Ulam**. Matematico, fu tra i protagonisti dell'avventura nucleare durante la seconda guerra mondiale. Nato a Leopoli (nell'attuale Ucraina) il 13 aprile 1909, si laurea in matematica al Politecnico della sua città dove ha come maestro Stefan Banach, considerato uno dei più importanti matematici europei. Nel 1935 accetta l'invito di John von Neumann per un breve periodo di studi a Princeton e nel 1939, pochi giorni prima dell'inizio del secondo conflitto mondiale, si trasferisce negli Usa. Nel 1943 chiede a von Neumann di essere impiegato nella ricerca bellica: viene così ammesso al segretissimo "Progetto Manhattan" che si svolgeva nel neonato laboratorio di Los Alamos. Proprio in questo periodo mette a punto il cosiddetto "Metodo di Montecarlo", utile per trovare soluzioni numeriche di complessi integrali coinvolti nella teoria delle reazioni nucleari. Inoltre, propone un modo più efficace per far scattare la fusione nella bomba a idrogeno. I suoi interessi di carattere numerico lo hanno portato a essere tra i primi a proporre l'uso dei computer in esperimenti di carattere matematico. Celebre è il cosiddetto "Problema di Fermi-Pasta-Ulam", primo studio numerico di un sistema dinamico.

13 MAGGIO 1791

Il matematico **Adrien-Marie Legendre** diventa membro del comitato dell'Académie des Sciences con il compito di uniformare pesi e misure. Il comitato lavora sul sistema metrico decimale e intraprende le osservazioni astronomiche necessarie per calcolare la lunghezza del metro. Già tra il 1785 e il 1787 Legendre aveva lavorato sulle misurazioni della Terra con un'indagine tra gli osservatori di Parigi e Greenwich e per questo era stato eletto alla Royal Society di Londra. In quegli anni, Legendre stava anche lavorando a *Eléments de géométrie*, la sua opera più importante, pubblicata nel 1794, che è rimasta testo di riferimento sull'argomento per circa un secolo in gran parte dell'Europa e, nelle successive traduzioni, negli Stati Uniti. Nei suoi *Eléments*, Legendre riorganizza e semplifica molte delle proposizioni degli *Elementi* di Euclide per creare un testo più chiaro, efficace e rigoroso.

EMERGENCY fa.
Anche in Italia.
© Sergio Agazzi - Ospedale di Bergamo
Dona
il tuo 5x1000
a EMERGENCY
codice fiscale
971 471 101 55
ELENA
Perché il diritto a essere curati non siano solo parole,
in Italia e nel mondo, EMERGENCY fa.
FAI LA TUA PARTE. DONA IL TUO 5X1000 A EMERGENCY.
5x1000.emergency.it
EMERGENCY
MEDICINA, DIRITTI E UGUAGLIANZA
EMERGENCY
emergency.ong
emergency_ong
www.emergency.it

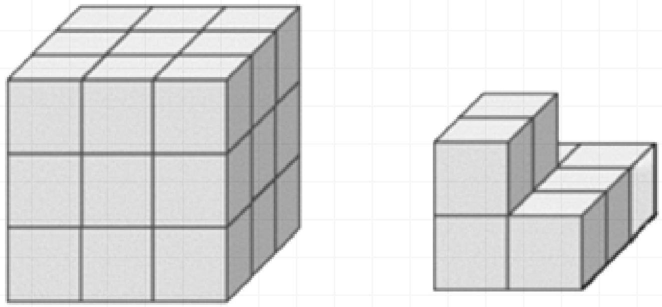
I giochi di PRISMA

Si avvicina a grandi passi la data della finale nazionale dei "Campionati di Giochi Matematici" che si terrà come sempre a Milano, in Bocconi. Al campus Bocconi, ai suoi edifici e alla loro storia dedichiamo testi, mappe e immagini che potranno risultare utili a chi parteciperà il 25 maggio all'evento che tradizionalmente conclude in Italia la stagione dei nostri giochi matematici. Naturalmente non mancano in questo dossier i quesiti, più o meno impegnativi, per chi continua ad allenarsi in previsione della finale o più semplicemente vuole continuare a divertirsi con i giochi matematici. E poi la terza tappa del Tour giochistico con la classifica parziale e quella generale al termine della seconda frazione.

BUON DIVERTIMENTO!

1 DA A A Z

In figura vedete le costruzioni realizzate da Anna (a sinistra) e da Zoe, a destra.
Quanti cubetti mancano a Zoe per ottenere una costruzione uguale a quella di Anna?



2 CASELLE COLORATE

Colorate tre caselle della griglia che vedete in figura in modo tale che in ciascuna riga e in ciascuna colonna figuri una sola casella colorata e che, addizionando le tre caselle colorate, la somma sia uguale a 24.
Qual è il numero che compare nella casella colorata nella riga in basso?

1	4	7
9	5	3
6	8	2

3 PRIMA METÀ E POI UN TERZO

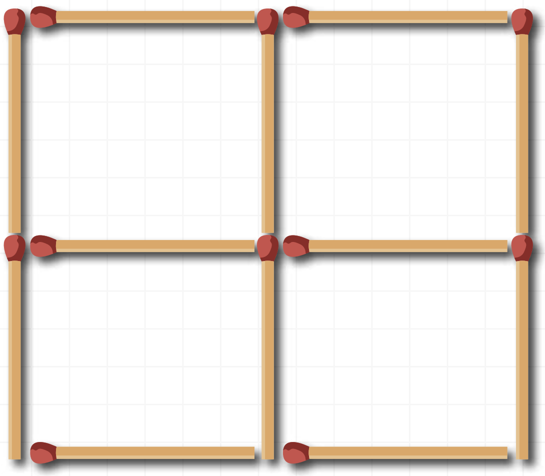
Manuela ha comprato un certo numero di mele al mercato. Poi, incontra la sua amica Chiara e le regala metà delle mele comprate. Dopo Chiara, incontra Desiderio e a lui dà un terzo delle mele che le erano rimaste dopo aver incontrato Chiara. Dopo questi due "regali", Manuela si ritrova con 6 mele.

Quante ne aveva comprate al mercato?

4 I FIAMMIFERI QUADRATI

Con 12 fiammiferi, Milena ha costruito una figura che contiene 5 quadrati: quello grande e quattro più piccoli. Se leva un qualsiasi fiammifero, le restano 3 quadrati.

Quanti fiammiferi deve togliere Milena, al minimo, perché non le rimanga nessun quadrato?



5 I DISPARI

Nella sequenza di cifre 1 2 3 4 5 6 7 si possono leggere dodici numeri pari 2, 4, 6, 12, 34, 56, 234, 456, 1234, 3456, 23456, 123456. Come vedete, si possono leggere anche numeri costituiti da più cifre, ma queste vanno considerate nello stesso ordine in cui compaiono nella sequenza inziale e senza "saltarne" in mezzo nessuna.

Seguendo le stesse regole, quanti numeri dispari si possono leggere?

6 UNA CASA DI CULTURA

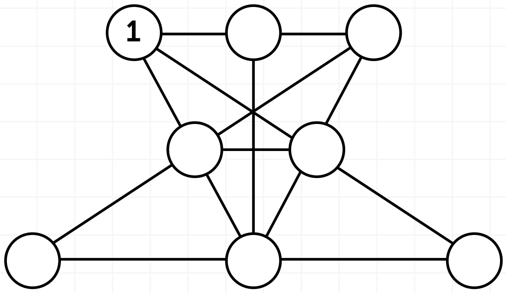
La casa di Nando possiede molti libri. Con grande fatica, il suo nipotino Alessandro ne ha contati 1988, l'altro nipote Massimo 2010, Paola 2022. "Vi siete sbagliati tutti – sentenzia nonno Nando – e in particolare quello che ha contato il numero più vicino a quello esatto si è sbagliato di 3, un altro di 9 e l'altro di 25".

Quanti libri possiede esattamente la biblioteca di nonno Nando?

7 ALLINEATI

Collocate tutti numeri interi da 2 a 8 in modo che la somma di tutti i numeri che stanno su uno stesso segmento sia sempre uguale a 12.

Quale numero avete scritto in particolare nel cerchietto in basso a destra?



8 ELEVEN

Mirna ha trovato un numero intero che ha chiamato “Eleven” e che risulta uguale a 11 volte la somma delle sue cifre.

Quanto vale Eleven?

9 CHE INFLUENZA!

Nella classe di Luca, quando tutti sono presenti, ci sono più di 16 alunni, ma meno di 40. Oggi, 2 alunni su 7 sono assenti a causa dell'influenza e in classe ci sono tante ragazze quanti ragazzi.
Quanti alunni (ragazzi + ragazze) sono presenti oggi a scuola?

10 UNO STRANO TRIANGOLO

In un triangolo rettangolo, il prodotto delle lunghezze dei tre lati è il doppio del prodotto delle tre altezze.
Qual è la misura (in gradi) di uno dei due angoli acuti di questo triangolo rettangolo?

11 LA PROVA DEL QUATTRO

Jacopo sceglie un numero intero positivo. Poi lo moltiplica per 4 e ottiene un numero che si scrive con le stesse cifre, scritte però nell'ordine inverso.

Qual è, al minimo, il numero scelto da Jacopo?

12 A SCACCHI

Al torneo di scacchi organizzato dal PRISTEM, ogni giocatore doveva confrontarsi con ognuno degli altri partecipanti. Due giocatori, influenzati, hanno però potuto disputare solo tre partite ciascuno. Le altre, che questi giocatori avrebbero dovuto disputare, sono state quindi annullate. In totale, ci sono state 83 partite.

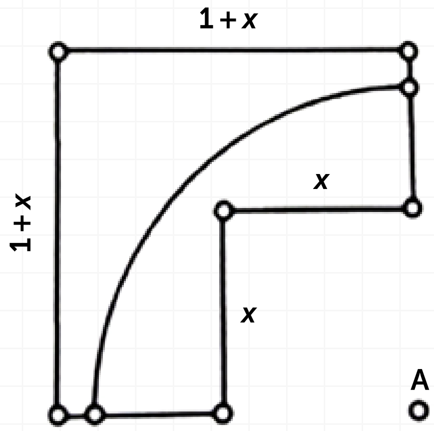
Quanti giocatori erano iscritti al torneo, compresi i due malati?

13 IL QUADRATO TAGLIATO

In un quadrato di cartone di lato 1+x (l'unità di misura è il centimetro), si è ritagliato e tolto un quadrato di lato x come si vede in figura. Nella parte restante del quadrato di cartone, si è tracciato un quarto di cerchio di centro A.

Quanto vale al massimo x?

(Approssimate √2 con 1,414).



14 TREDICI NUMERI

La somma di 13 numeri interi positivi è 2010.

Qual è il più grande Massimo Comun Divisore dei 13 numeri?

15 LE TRE ETÀ

L'età di Anna è uguale all'età di Chiara aumentata della radice cubica dell'età di Liliana. L'età di Chiara è uguale all'età di Liliana aumentata della radice cubica dell'età di Anna e aumentata ancora di 14. L'età di Liliana è uguale alla radice cubica dell'età di Anna aumentata della radice quadrata dell'età di Chiara.
Sapendo che le età delle tre amiche sono espresse da numeri interi, qual è la loro somma?

16 UN'UGUAGLIANZA DA COMPLETARE

Nell'uguaglianza:

$$\frac{\_\ \_}{\_\ \_} = \frac{1\ \_\ \_}{\_\ \_\ \_}$$

le dieci cifre da 0 a 9 vengono utilizzate tutte una sola volta (1 è stato in realtà già scritto).
Quante sono le possibili soluzioni, quelle che assicurano l'uguaglianza tra le due frazioni che devono essere uguali a 1/2?

Soluzioni

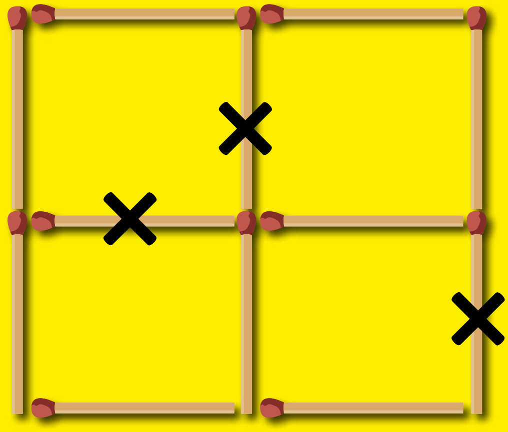
a cura di Nando Geronimi

1 La costruzione di Anna comprende 27 cubetti, quella di Zoe 8. A Zoe mancano dunque 19 cubetti per ottenere una costruzione uguale a quella di Anna.

2 È facile verificare che l'unico modo per ottenere 24 è di colorare nella riga in alto la casella con il numero 7 e poi, nelle successive, quelle con il numero 9 e 8. Pertanto, in particolare, il numero che compare nella casella colorata nella riga in basso è 8.

3 Dopo l'incontro con Chiara, a Manuela è rimasta la metà delle mele che aveva comprato al mercato. Quindi 1/3 di questa metà corrisponde a 1/6 delle mele acquistate. Complessivamente, Manuela ha regalato 1/2+1/6=2/3 delle mele e rimane allora con 1/3 delle mele acquistate. Siccome si ritrova con 6 mele, ne aveva acquistate 18.

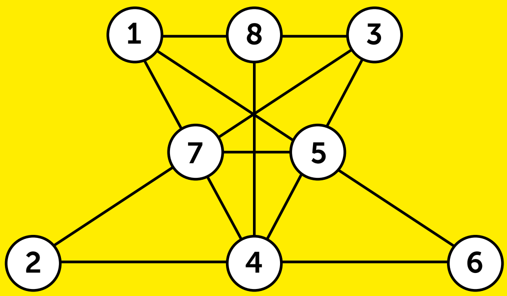
4 Milena deve togliere al minimo 3 fiammiferi.



5 Si possono leggere 16 numeri dispari: 1, 3, 5, 7, 23, 45, 67, 123, 345, 567, 2345, 4567, 12345, 34567, 234567, 1234567.

6 Possiamo ordinare sulla retta orientata i numeri 1998, 2010 e 2022 e fare "perno" su 25. Il numero dei libri richiesti dal testo non può essere inferiore a 1988 (perché altrimenti la distanza con 2022 sarebbe maggiore di 25) e neanche, per le stesse ragioni, essere maggiore di 2022. Non può neppure essere compreso tra 1988 e 2010 perché altrimenti non avrebbe distanza 25 da nessuno dei numeri indicati dai nipotini di Nando. Allora il numero dei libri della sua biblioteca è compreso tra 2010 e 2022. È in particolare uguale a 1988+25=2013. (È facile verificare che il numero 2013 soddisfa le altre informazioni contenute nel testo).

7 Dal dischetto contenente il numero 1 escono tre segmenti e ciascuno di loro contiene due cerchietti bianchi. Abbiamo allora tre coppie di numeri la cui somma deve dare 11: (3,8), (4,7), (5,6). Quindi nel cerchietto in basso a sinistra scriviamo 2. A questo punto esaminiamo le varie possibilità tenendo presente che dalla casella con il numero 2 escono due segmenti per i cui numeri la somma deve essere uguale a 10 (le coppie (3,7) o (4,6)) e che nei due cerchietti bianchi del segmento verticale possiamo mettere (4,8) oppure (5,7). Ragionando in questo modo, si trova la disposizione della figura e in particolare si trova che nel cerchietto in basso a destra va scritto il numero 6.



8 Il numero trovato da Mirna non può essere di due cifre, del tipo N=AB perché allora avremmo 10A+B=11(A+B) ovvero 0=A+10B, impossibile. Supponiamo allora che N sia di 3 cifre: N=ABC. Abbiamo allora: 100A+10B+C=11(A+B+C), ovvero 89A-B-10C=0. Da qui ricaviamo C=(89A-B)/10. Per A=1, otteniamo B=9 e C=8. (già con A=2 vediamo che i successivi valori di A non danno luogo a soluzioni accettabili). Il numero trovato da Mirna è allora 198.

9 Il numero degli alunni deve essere un multiplo di 7 e quindi può essere dato da 21 o 28 o 35. Deve essere però un numero pari (perché le ragazze sono tante quanti i ragazzi) e quindi è dato da 28. Oggi ne sono assenti 8 e quindi il numero degli alunni presenti a scuola è 20.

10 Indichiamo con A e B le misure dei due cateti del nostro triangolo rettangolo e con C quella dell'ipotenusa. Nei triangoli rettangoli, però, i due cateti sono anche altezze e possono allora essere trascurati. L'informazione data dal testo, in altre parole, dice che la misura dell'ipotenusa è il doppio di quella dell'altezza a essa relativa: C=2H. Per il secondo teorema di Euclide, abbiamo che il quadrato di H è dato dal prodotto $C_1 \times C_2$ (avendo indicato con C_1 e C_2 le proiezioni dei due cateti sull'ipotenusa). Dalle 2 equazioni a cui siamo pervenuti si deduce $C_1=C_2$. Il triangolo rettangolo risulta allora isoscele ed entrambi gli angoli acuti misurano 45°.

11 Il numero iniziale può iniziare solo con le cifre 1 o 2 e terminare con 4 o 8. Dopo queste considerazioni, si capisce che il numero scelto da Jacopo ha almeno 4 cifre e che deve essere del tipo 2AB8. Per via del riporto nella moltiplicazione, la cifra dopo 2 può essere solo 1 e quella prima di 8 può essere solo 7. Il numero scelto da Jacopo, al minimo, è 2178.

12 Se indichiamo con N il numero dei giocatori iscritti al torneo, abbiamo che il numero delle partite che si sarebbero dovute disputare è dato dal numero delle combinazioni di N oggetti di classe 2: N(N-1)/2. A causa dell'influenza che li ha colpiti, ognuno dei due giocatori non ha disputato N-4 partite (con sé stesso e con altri 3 giocatori). Dall'equazione N(N-1)/2-2(N-4)=83, si ricava N=15.

13 Il valore massimo si ha quando X è tale che l'arco di circonferenza passa per il vertice in alto a sinistra del quadrato ritagliato e quando l'arco è più in alto possibile, terminando nel vertice del quadrato in alto a destra. In questa configurazione, la diagonale del quadrato è uguale al raggio del cerchio: $2x^2=(1+x)^2$, ovvero $x^2-2x-1=0$. Si ricava $x=1+\sqrt{2}$ e il valore approssimato x=2,414.

14 Non è detto che i 13 numeri siano distinti tra loro. Troviamone allora 12, i più grandi possibili, e poi aggiungiamo un loro multiplo in modo che la somma totale sia uguale a 2010. Siccome 2010 è dato da 2x3x5x67, si può scrivere come 15x134. Prendiamo allora i 12 numeri uguali a 134 e il tredicesimo varrà 402. Il M.C.D. è pertanto 134.

15 Le età di Anna e di Liliana devono essere indicate con dei cubi, quella di Chiara con un quadrato. I possibili cubi sono 1,8,27,64; i possibili quadrati (maggiori di 14) sono 25, 36, 49, 64. Tutte le condizioni sono rispettate se le età sono: Anna 27 anni, Chiara 25 anni e Liliana 8. La somma delle loro età è dunque 60.

16 La cifra delle decine del numeratore della prima frazione è minore di 5 e diversa da 1; quella del denominatore è il doppio della precedente a meno di un eventuale riporto. Le due coppie di cifre delle unità sono da scegliere tra le seguenti: (0,5), (8,6) oppure (0,5), (6,2) variamente combinate. Le possibili risposte al quesito sono 6 perché, procedendo per tentativi, si arriva alle seguenti uguaglianze: 35/70=148/296, 38/76=145/290, 45/90=138/276, 45/90=186/372, 46/92=185/370, 48/96=135/270.

IL Tour giochistico DI PRISMA QUARTA EDIZIONE

La stagione delle competizioni matematiche sta assumendo un ritmo incalzante. Mentre è in corso la fase italiana dei Campionati Internazionali di Giochi Matematici – il 16 marzo si sono svolte le semifinali e in questo dossier potete leggere testi e soluzioni della gara – **continua con questo numero di *Prisma* la quarta edizione del "Tour giochistico".**
Il nome viene... dalla primavera. È in primavera che torna il ciclismo con la Milano-Sanremo e le "classiche" del Nord. Poi le grandi corse a tappe: il Giro d'Italia, il Tour de France e più avanti la Vuelta spagnola. A partire da marzo e per quattro mesi, in ogni numero di *Prisma* viene proposto un quesito matematico per ciascuna delle consuete categorie di giocatori (con le sole varianti dei concorrenti dell'ultimo anno delle scuole superiori inseriti in L1 e l'accorpamento di L2 e GP). Nel dettaglio:

- **CE** quarta e quinta classe della scuola primaria;
- **C1** prima e seconda classe della scuola secondaria di primo grado;
- **C2** terza classe della scuola secondaria di primo grado e primo anno delle scuole secondarie di secondo grado;
- **L1** dal secondo all'ultimo anno delle scuole secondarie di secondo grado;
- **GP** per tutti coloro che hanno terminato dall'anno scorso, o da un po' prima, le scuole superiori.

La partecipazione alla gara è libera e gratuita.

Ciascun partecipante può inviare la propria soluzione, relativamente al quesito della sua categoria, sul form pubblicato su www.prismamagazine.it dalle ore 14.00 del 10 di ogni mese fino alle 20.00 del giorno 15 dello stesso mese indicando la scuola e la classe frequentata (con l'ovvia eccezione della categoria GP).

Le risposte esatte saranno classificate in funzione del tempo di arrivo delle e-mail. Per ogni categoria, ad ogni tappa, il primo classificato riceverà 50 punti; il secondo, 45; il terzo, 42; il quarto, 40; il quinto, 39; il sesto, 38 e così via. In ogni numero pubblicheremo la classifica della tappa e quella generale, assieme alle soluzioni dei quesiti del numero precedente. Verrà dichiarato vincitore nel numero di luglio, per ogni categoria, il primo classificato nella graduatoria generale.

CODICE DI COMPORTAMENTO

La gara è individuale e le soluzioni vanno trovate con "carta e penna", senza alcun supporto informatico o tecnologico. Non c'è, e non ci può essere, alcun controllo. Nessuno può impedire che un "grande" si metta a risolvere i quesiti della categoria C1 o più concorrenti si aiutino tra loro o, ancora, che genitori o professori diano consigli per la risoluzione di un quesito... Però... però! Che divertimento c'è a farsi aiutare in una gara che è anzitutto una sfida con sé stessi? La matematica è una cosa seria. E onesta. Comportatevi bene! Anche voi, insegnanti e genitori, non togliete ai ragazzi la soddisfazione di farcela – bene o meno bene – esclusivamente con le proprie forze.

TERZA tappa

CE SONO TUTTI BUGIARDI

Jacopo è capitato nel paese dei bugiardi dove tutti mentono.
Ha incontrato tre suoi abitanti, a cui ha chiesto informazioni per raggiungere il castello. Al primo ha domandato: "Sono a meno di 16 km dal castello?" e ha ricevuto la risposta: "No". Al secondo ha domandato: "Sono a più di 12 km dal castello?" ma anche lui ha risposto: "No".
Al terzo ha chiesto se la distanza dal castello era data da un numero dispari e finalmente ha ottenuto la risposta: "Sì".
A quanti km dal castello si trova Jacopo?

C1 FESTE DI COMPLEANNO

A Mathcity i compleanni si festeggiano spegnendo le candeline sulla torta: 1 candelina per ogni decina di anni compiuti e tante candeline piccole quante sono le unità. Liliana, ad esempio, per i suoi 17 anni, ha spento una candelina grande e sette piccole.
La settimana precedente, il nonno di Liliana e Angelo (il fratello minore di Liliana), che ha 50 anni più di Angelo, ha festeggiato il suo compleanno spegnendo complessivamente otto candeline.
Quante candeline avrà complessivamente spento Angelo, sapendo che ne ha spento almeno una grande?

C2 KM PALINDROMI

Il contachilometri della macchina di Desiderio segna 15951 km, un numero palindromo (che si può leggere ugualmente da sinistra e da destra). "Chissà quanto tempo passerà prima che accada di nuovo", pensa Desiderio. Invece, due ore dopo, il contachilometri della sua macchina segna di nuovo (per la prima volta) un numero palindromo.
Qual è la velocità (media) minima con cui Desiderio ha viaggiato in queste due ore?

L1 TRIANGOLI GEMELLI

Due triangoli si dicono gemelli quando hanno la stessa area e lo stesso perimetro.
Se il triangolo ABC ha i lati che misurano 20 cm, 21 cm e 29 cm, sapreste trovare il lato minore del triangolo gemello di ABC che ha un lato di 28 cm?

GP CORTESI, NON C'È CHE DIRE

Un numero è detto "cortese" quando è la somma di un certo numero di interi consecutivi, a partire da N=1. Ad esempio, 6 e 15 sono numeri "cortesi" in quanto è 6=1+2+3 e 15=1+2+3+4+5.
Trovate un numero "cortese" di tre cifre uguali tra loro.

Soluzioni
SECONDA tappa

CE SIMILI, MA DIVERSE

Le cifre delle età di Desiderio e di Renato sono 4 e 6. Ma Desiderio è più giovane; quindi ha 46 anni. Renato invece ne ha 64. La differenza delle loro età è 18 anni.

C1 CHE VISTA!

Il numero delle caselle richieste è 5. Le caselle vuote che danno questo numero sono la seconda e la quarta sulla prima riga in alto (da sinistra a destra), la terza e la quarta della terza riga e la seconda della quarta riga.

C2 UN CRIPTARITMO STORICO-MATEMATICO

Ragioniamo su "R" e mostriamo che può essere solo R=2: R=0 implicherebbe R=L; R=1 implicherebbe L=9; R=3 implicherebbe L=7; R=4 implicherebbe L=6=E; R=5 implicherebbe R=L; R=6 implicherebbe L=4 e poi E=8 e un valore impossibile per P; R=7 è impossibile; R=8 implicherebbe E=0; R=9 è vietato. Con R=2, si ottiene la soluzione PASCAL=376578.

L1 UN TRAPEZIO ISOSCELE

Chiamiamo x la misura dei quattro segmenti uguali tra loro e y quella del lato del quadrato. La sua area può essere calcolata come somma delle aree di quattro triangoli rettangoli e dell'area del trapezio isoscele:

$y^2 = x^2/2+x(y-x)/2+(y-x)^2/2+x(y-x)/2+1058;$

$y^2 = x^2/2+xy-x^2+y^2/2+x^2/2-xy+1058;$

$y^2 = y^2/2+1058;$

$y^2 = 2116.$

Il lato del quadrato misura 46 cm.

GP DA DESTRA A SINISTRA

Dal testo ricaviamo la seguente equazione:
10A+1=3(100.000+A),
ovvero 7A=300.000-1=299.999.
Il valore richiesto è A=42.857.

Classifica ★★★★★ SECONDA TAPPA

CATEGORIA CE

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	BRUSETTI LEILA	50
2	DELL'ACQUA GABRIELE	45
3	BARBANOTTI MATHEO	42
4	MUSOLINO FILIPPO	40
5	CELEGHIN REBECCA	39
6	VENTURI SIMONE	38
7	FARINA ANDREA	37
8	FLORIAN THOMAS	36
9	REBUF ALESSANDRO	35
10	DE IOVANNA FIAMMETTA	34
11	CAUSIN GIOVANNI	33
12	FLORIAN THOMAS	32
13	OLIVIERI MIRIAM	31
14	LOPREIATO GIACOMO	30
15	PIOLI NICOLA	29
16	SAMBUGARO MARCO	28
17	STERLE DAVIDE	27
18	GRILLO MATTIA	26
19	SABBADIN MATTEO	25
20	MEDA PIETRO	24
21	RAVAGNAN AURORA	23
22	GOLLIN BEATRICE	22
23	RAVINA DARIO	21
24	MARANZAN LUDOVICO	20
25	PASQUALIN BEATRICE	19
26	SCARAMUZZA NOEMI	18
27	CUNICO AMBRA	17
28	ACAMPORA CAMILLA DIRCE	16
29	LAGO CARLOTTA	15
30	IMPARATO ELEONORA	14
31	BUCATARIU MICHELE	13
32	NOBILE ROSITA	12
33	ROSIN MARIA ADELE	11
34	SANTORI EDOARDO	10
35	BORETTI ALESSANDRO	9
36	CASCARDO SIMONE	8
37	PAPALIA GINEVRA	7
38	CHIARIONI VIOLA	6
39	AIROLDI ANNA	5
40	MESSANA MARTA	4
41	COMBERLATO EMMA	3
42	DONADELLI EVA MARIA	2
43	VILLARI ANDREA	1

CATEGORIA C1

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	CASINI EDOARDO	50
2	DI BARTOLOMEO ELISA	45
3	MARAZZI MARTINO	42
4	FRERI FRANCESCO	40
5	DE LUCA THOMAS	39
6	LOPREIATO DAVIDE	38
7	GALLON MASSIMILIANO	37
8	FINI NAUSICAA	36
9	D'ALESSANDRO JACOPO	35
10	LIPARTITI ANDREA	34
11	D'ALESSANDRO MARIA FRANCESCA	33
12	ZAZZARO LUIGI	32
13	RUSSOMANDO ERNESTO	31
14	SPINA DIAMANTE	30
15	DE LUCA KEVIN	28
16	PIERETTI PAOLO	27
17	MOLINO FLAVIO	26
18	CAMPAGNARI NICOLA	25

CATEGORIA C2

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	TOMASONI DANIELE	50
2	FONCI ALESSANDRO	45
3	MALOSTI ELENA CLARA	42
4	PANAIOTTI COSIMO	40
5	LAMATTINA FRANCESCA	39
6	ZHANG BO HAO	38
7	ZAZZARO MARIA ELISA	37
8	IZZO BEATRICE	36
9	STELLA FRANCESCA	35
10	GALLO MARIANNA	34
11	BARILLI NICK	33
12	ROSONE BARTOLOMEO	32
13	CALISTI CHIARA	31
14	QUINTAVALLE ENRICO	30
15	PARAMENTO GRETA	28
16	GUERRA LINDA	27

CATEGORIA L1

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	DE LUCA AURORA	50
2	CALISSANO CORRADO	45
3	MARINO GAIA	42
4	PASQUETTO CATERINA	40
5	MORANDI BENEDETTO	39
6	TREZZA REBECCA	38
7	CASOLARI LUIGI	37
8	FAZIOLI ALEX	36

9	IGDIARIKO	35
11	KRAJEWSKI CRISTIAN	33
12	CATENA LEONARDO	32
13	BARILLI BRN	31
14	MARGINI LUCA	30

CATEGORIA GP

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	LAI RAFFAELLA	50
2	SPINA CLAUDIA	45
3	PANTI FABRIZIO	42
4	MARCHESIN SILVIA	40
5	MAZZOLENI RUBEN	39
6	DI RUBBO LORETTA	38
7	MATTEU ANTIOCO	37
8	FOLCHI GIANNI	36
9	PEDROLI ROBERTO	35
10	LANDI GIUSEPPE	34
11	MAGANZINI MARIKA	33
12	TRANGONI ELENA	32
13	CORDELLI ALESSANDRO	31
14	REDAELLI GIADA	30
15	BARBANOTTI SERENA	29
16	FIORENZO LUCIA JOSELLA	28
17	BRIOSCHI MARCO	27
18	FENZI LUCA	26
19	STEFANONI MONICA	25
20	CHINI PAOLO	24
21	VIALE SIMONA	23
22	AUTOBELLO GIOVANNI	22
23	KLEIN SARA	21
24	CULATTI ZILLI ALESSANDRO	20
25	D'ALESSANDRO MICHELE	19
26	PIERETTI STEFANO	18

Classifica generale *(sono riportati i nomi dei primi dieci classificati)*

CATEGORIA CE

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	BARBANOTTI MATHEO	92
2	BRUSETTI LEILA	50
3	DELL'ACQUA GABRIELE	45
4	MUSOLINO FILIPPO	40
5	CELEGHIN REBECCA	39
6	VENTURI SIMONE	38
7	FARINA ANDREA	37
8	FLORIAN THOMAS	36
9	REBUF ALESSANDRO	35
10	DE IOVANNA FIAMMETTA	34

CATEGORIA C1

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	MARAZZI MARTINO	82
2	DI BARTOLOMEO ELISA	81
3	FRERI FRANCESCO	79
3	D'ALESSANDRO JACOPO	72
4	LIPARTITI ANDREA	69
5	FINI NAUSICAA	69
6	LOPREIATO DAVIDE	69
7	D'ALESSANDRO MARIA FRANCESCA	65
8	RUSSOMANDO ERNESTO	60
9	DE LUCA THOMAS	57
10	SPINA DIAMANTE	54

CATEGORIA C2

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	TOMASONI DANIELE	95
2	MALOSTI ELENA CLARA	92
3	FONCI ALESSANDRO	87
3	GALLO MARIANNA	73
5	LAMATTINA FRANCESCA	73
6	IZZO BEATRICE	72
7	STELLA FRANCESCA	70
8	BARILLI NICK	66
9	BUSSOLARO MATILDE	40
10	PANAIOTTI COSIMO	40

CATEGORIA L1

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	DE LUCA AURORA	89
2	FAZIOLI ALEX	86
3	CALISSANO CORRADO	85
4	MARINO GAIA	84
5	CASOLARI LUIGI	82
6	PASQUETTO CATERINA	75
7	MORANDI BENEDETTO	72
8	IGDIARIKO	69
9	TREZZA REBECCA	68
10	BARILLI BRN	63
10	CATENA LEONARDO	63

CATEGORIA GP

Pos.	Nome e Cognome	Punti
1	LAI RAFFAELLA	100
2	SPINA CLAUDIA	90
3	PANTI FABRIZIO	84
4	MAZZOLENI RUBEN	79
5	PEDROLI ROBERTO	74
6	MAGANZINI MARIKA	70
7	FOLCHI GIANNI	69
8	MATTEU ANTIOCO	68
9	FIORENZO LUCIA JOSELLA	66
9	LANDI GIUSEPPE	66
9	TRANGONI ELENA	66

UNO SPAZIO per giocare

Trovare la strada giusta è il modo migliore per iniziare. Per questo, lasciatevi guidare lungo le aule dell'università Bocconi che ospiteranno le gare della finale nazionale dei "Campionati di Giochi matematici".

Inaugurata nel 1902 dall'imprenditore milanese Ferdinando Bocconi in memoria del figlio primogenito, l'università Bocconi ha avuto la sua prima sede in largo Notari. Solo 39 anni dopo, per ragioni di spazio, l'ateneo si trasferirà nell'attuale sede di via Sarfatti 25. Il palazzo, progettato dall'architetto Giuseppe Pagano, si caratterizza per l'essenzialità delle sue linee ed è un significativo esempio di architettura razionalista. Due leoni in stile neomedievale in ceramica verde, opera dello scultore Arturo Martini, presidiano l'ingresso principale: la tradizione in Bocconi vuole che nessuno studente passi in mezzo ai Leoni se non vuole correre il rischio di non laurearsi! Per questo, molti neolaureati amano festeggiare con un brindisi ai Leoni!
La struttura del palazzo è dinamica: un edificio con una pianta aperta e una struttura a bracci snodati, in cui Pagano progetta ogni dettaglio, sperimentando anche finiture e arredi. Se molto poco di questi ultimi è oggi visibile, in conseguenza delle ristrutturazioni che si sono succedute negli anni, ancora pienamente accessibile è la scala principale dell'edificio: una scala con struttura "a forbice" che permette di ottenere due scale nello spazio di una. Negli anni l'edificio è stato alzato e ampliato per sostenere il numero sempre crescente di studenti e di docenti. Attualmente, ospita le aule per le lezioni, alcune aree studio e qualche ufficio amministrativo. Il 25 maggio ospiterà la finale dei "Campionati", in particolare per le categorie C1 e C2.

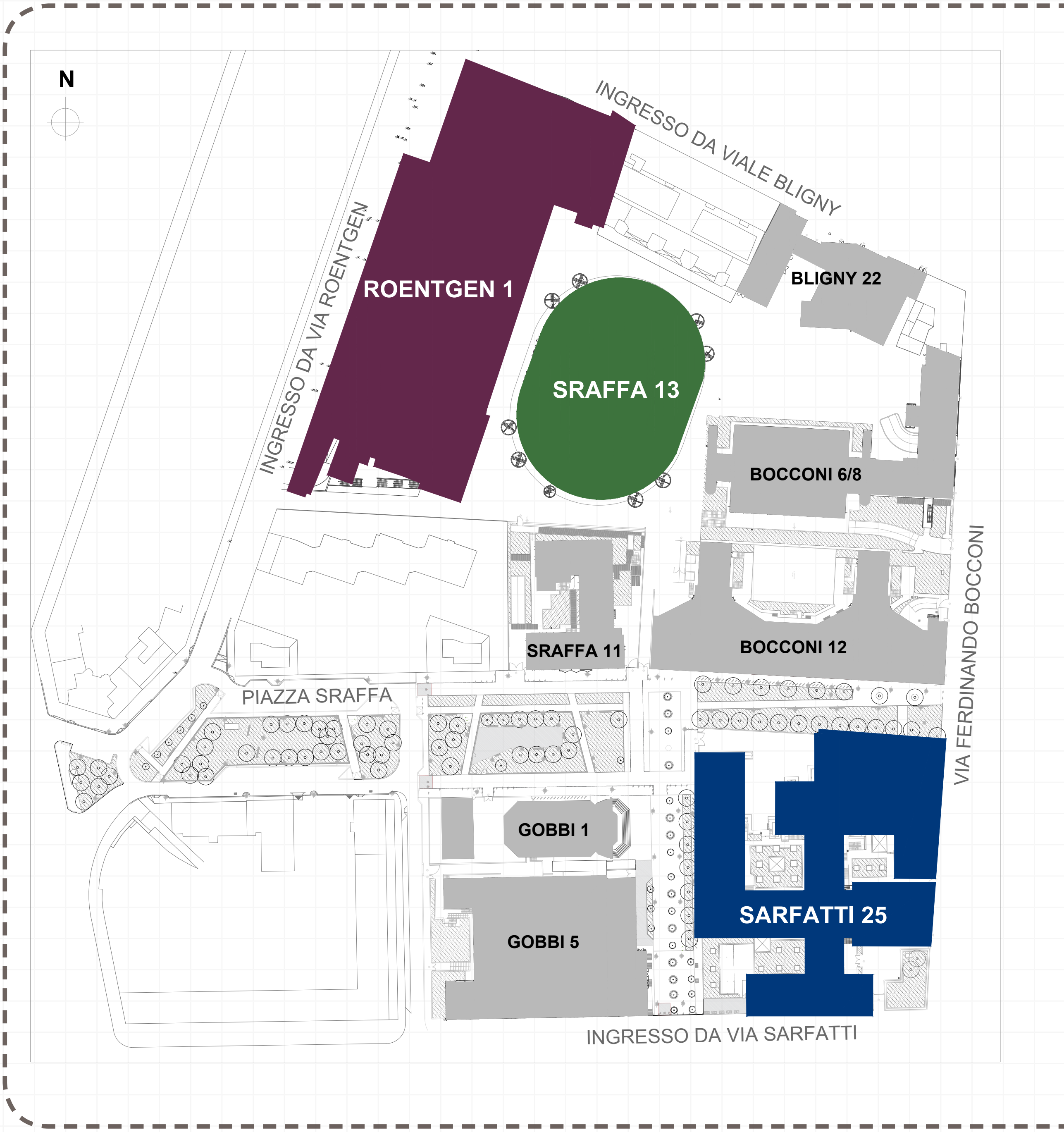
È stato invece costruito più recentemente, nel 2001, il grande edificio situato nell'isolato tra piazza Sraffa e viale Bligny: il cosiddetto "velodromo", un'ellisse di tre piani rivestita di mattoni a vista. Le aule hanno la forma di un trapezio e sono poste sulla circonferenza dell'ovale. Il nucleo centrale è invece libero e coperto da un lucernaio al pianterreno, in modo da far entrare luce all'interno della struttura.

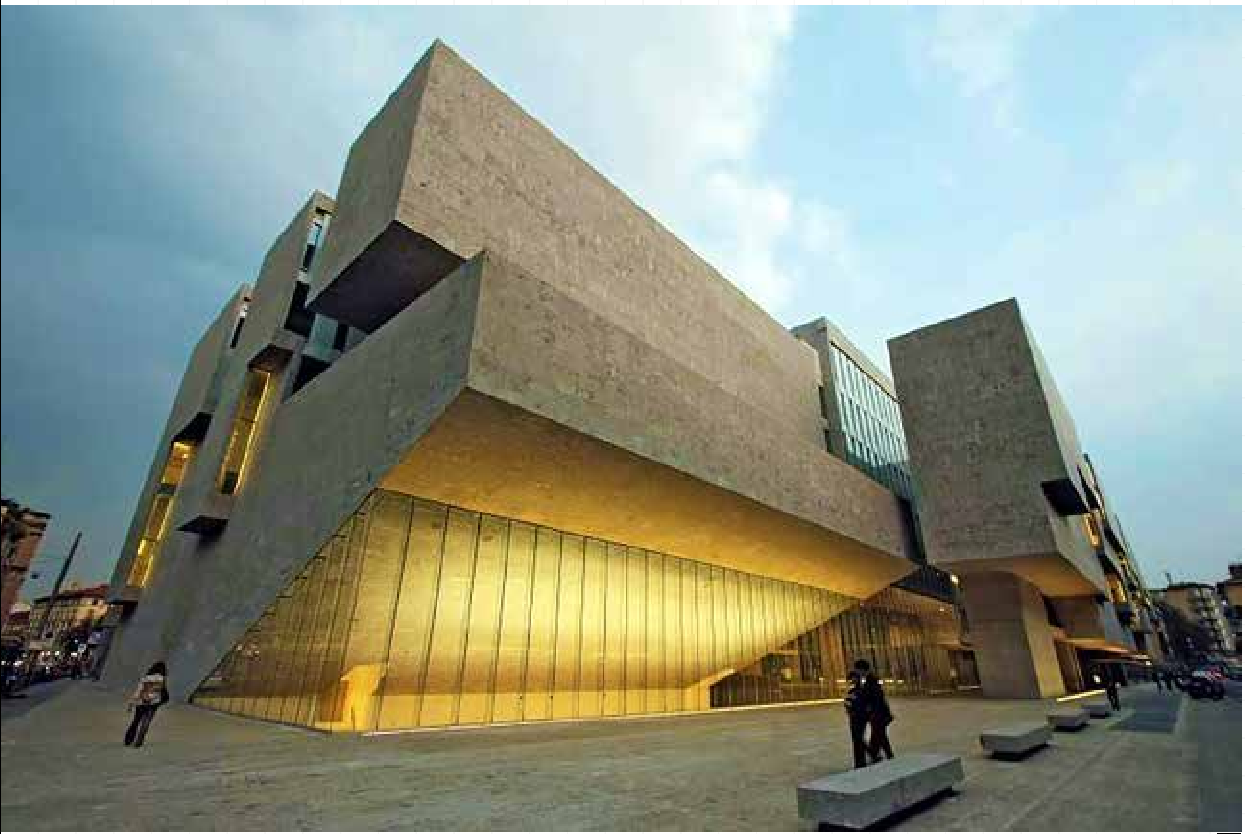
Il terzo edificio dell'università Bocconi, situato tra viale Bligny e via Roentgen, nasce dal progetto degli irlandesi Grafton Architects e, in particolare, dalle menti di Shelley McNamara e Yvonne Farrell che hanno progettato uno stabile caratterizzato da geometrie d'impatto, spazi sospesi, illuminazione naturale e con il recupero di materiale della tradizione locale adattato allo stile contemporaneo. Dal punto di vista architettonico, il progetto ruota intorno a due idee di base: volumi flottanti e diffusione della luce naturale. Le solette dei sei piani dell'edificio Grafton non poggiano su pilastri ma sono appese, attraverso tiranti in acciaio, a grosse travi: un principio strutturale simile a quello dei ponti. L'effetto è un susseguirsi di ambienti aperti, scale ed elementi in cemento armato che sembrano sospesi nell'aria. L'impatto visivo è ulteriormente alleggerito dalla presenza di vetrate e aperture, che convogliano la luce naturale fin

nel sottosuolo. La costruzione è sede di convegni e ospita la nuova Aula Magna, spazio pubblico che sottolinea simbolicamente il legame tra la Bocconi e la città.

Nel 2019, infine, è stato inaugurato il Campus di SDA Bocconi – School of Management a firma delle due archistar giapponesi Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa dello studio SANAA: una torre, 4 edifici, un centro sportivo e un grande parco che potete vedere nella foto dall'alto.

Il nuovo Campus SANAA dell'università Bocconi
© CC BY-SA 4.0


N
INGRESSO DA VIALE BLIGNY
INGRESSO DA VIA ROENTGEN
ROENTGEN 1
BLIGNY 22
SRAFFA 13
BOCCONI 6/8
SRAFFA 11
BOCCONI 12
VIA FERDINANDO BOCCONI
PIAZZA SRAFFA
GOBBI 1
GOBBI 5
SARFATTI 25
INGRESSO DA VIA SARFATTI



L'edificio Roentgen

GENIO MATEMATICO

SESSO: M	SESSO: F
ECCENTRICO	SCIATTA
TENERO	STRAMBA
INCOMPRESO	INSOPPORTABILE
SENSIBILE	ISTERICA
GRANDE CAPACITÀ DI SACRIFICIO PERSONALE	EGOISTA ED AMBIZIOSA
TOTALMENTE DEDITO ALLO STUDIO	TRASCURA LA FAMIGLIA
INGIUSTAMENTE SCHERNITO	COMPRENSIBILMENTE EVITATA
EROICO ESEMPIO DI ABNEGAZIONE	CASI CLINICO DI FISSAZIONE
FINALE POSITIVO: IL SUO GENIO VIENE INFINE RICONOSCIUTO E VINCE UN NOBEL	FINALE POSITIVO: RINUNCIA ALLA MATEMATICA E TROVA L'AMORE
FINALE NEGATIVO: VINCE UN NOBEL POSTUMO	FINALE NEGATIVO: MUORE SOLA SENZA AVER CONOSCIUTO L'AMORE

mateinitaly

RIGHE E QUADRETTI

VOL. 08

COME I SENTIERI DELL'ACQUA

Percorsi nella matematica

Come i sentieri che l'acqua ricerca, esplora, sperimenta e segue nel suo scorrere, così sono i percorsi attraverso cui si apprende la matematica: tortuosi, a volte carsici e imprevisti.

a cura di Piero Cemin, Maria Dedò, Simonetta Di Sieno, Giuliano Spirito