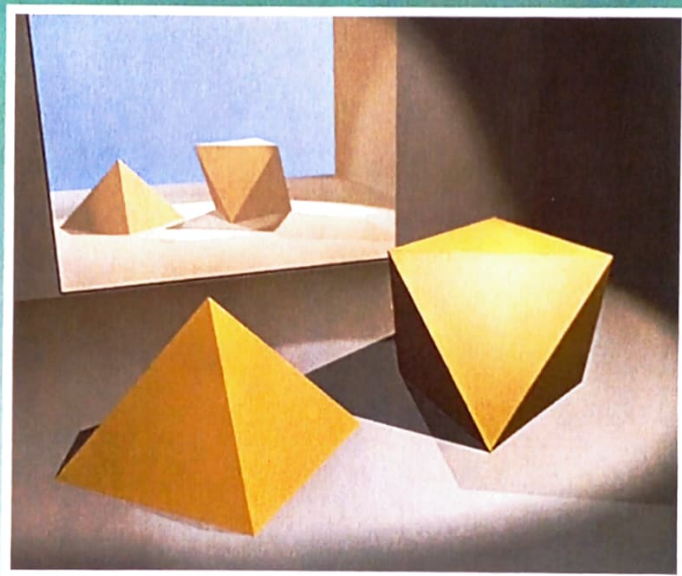


Matematica, Cultura e Società

Rivista dell'Unione Matematica Italiana



Unione
Matematica
Italiana

MATEUREKA Museo del Calcolo di Pennabilli (Rimini). Dalla fatica al piacere di contare

RENZO BALDONI

Direttore del Museo del calcolo Mateureka e Museo di Informatica di Pennabilli

E-mail: renzobaldoni@virgilio.it

Sommario: *Presentiamo Mateureka, il Museo del Calcolo di Pennabilli (Rimini). Vi sono esposti centinaia di oggetti, originali e preziosi, che aiutano a ripercorrere la storia del calcolo e della matematica. Attraverso numerose sale-laboratorio si sperimentano i concetti e le idee della matematica con l'intento di trasmettere non solo conoscenze ma, principalmente, emozioni. Si può "osservare" l'infinito e lo zero; "manipolare" il teorema di Pitagora o "immergersi" in un viaggio emozionante all'interno di un frattale; "giocare" con i numeri primi e il pi greco o rimanere affascinati da quel numeretto d'oro che fa apparire bello tutto ciò che ci circonda e "scoprire", pian piano, che la matematica è alla base della informatica, di internet, della realtà virtuale, della robotica e che la sua presenza è dentro la nostra vita di tutti i giorni.*

Abstract: *We introduce Mateureka, the "Museo del Calcolo" in Pennabilli (Rimini). Hundreds of valuable original objects are on display, which take the visitor on a journey through the history of calculation and mathematics. In many lab-rooms visitors interact with the concepts and ideas of mathematics, to share not only knowledge but, more importantly, emotions. They observe infinity and zero; deal with the Pythagoras theorem or immerse themselves in an exciting voyage inside a fractal; play with prime numbers and pi, or be fascinated by that little golden number which makes everything around us beautiful, and discover, bit-by-bit, that mathematics funds computer science, internet, robotics and is part of our everyday lives.*

Antefatto

Mateureka, il Museo del Calcolo di Pennabilli (Rimini), è stato inaugurato il 19 novembre 2005 dal prof. Enrico Gamba ed è il frutto dell'impegno, della passione e della fatica di un insegnante che è l'autore di questa nota.

La ricerca e la raccolta di "pezzi", strumenti, macchine e di informazioni interessanti la storia del calcolo erano per lui interessi coltivati già da molto tempo, ma circoscritti all'ambito della vicenda personale.

La svolta fu stimolata da un episodio apparentemente banale ma significativo: vide un suo allievo, in laboratorio, che stava rompendo una calcolatrice tascabile e alla domanda: "perché la rompi?" la risposta fu: "non vale niente, l'ho trovata allegata

ad un fustino di detersivo". In quello strumento, invece, c'era tutta la fatica e la conoscenza di migliaia di anni dell'uomo; questo fatto fece riflettere l'insegnante sull'importanza di recuperare e divulgare la "memoria storica" del calcolo.

Tanto bastava all'autore per spingerlo a mettere a disposizione la sua raccolta come nucleo iniziale del percorso didattico che andava ideando per aiutare a comprendere meglio il mondo dei numeri, per soddisfare il desiderio e l'emozione di saperne di più e, attraverso una "didattica ludica", in definitiva, imparare divertendosi.

Caratteristiche e finalità

Il museo "Mateureka", il cui nome in greco significa "colui che ricerca... Eureka (il grido di gioia di Archimede)... ha già trovato", presenta la storia, gli

Accettato: 23 aprile 2024.

strumenti, le idee e i concetti della più affascinante avventura del pensiero umano: la matematica. Obiettivo del museo è quello di ripercorrere la storia del calcolo e della matematica e far scoprire così, al visitatore, il lungo percorso dell'uomo per passare *dalla fatica al piacere di contare* e che la matematica è il linguaggio fondamentale della scienza, che è presente in ogni aspetto della nostra vita e che la bellezza della natura, o di quello che costruisce l'uomo, se andiamo ad analizzare a fondo, è legata a formule matematiche.

Data la difficoltà e l'unicità della proposta, Mateureka non è configurabile come un museo tradizionale che si limita ad esporre "pezzi" o "oggetti", pur interessanti.

Deve attrarre, invogliare e far ragionare il visitatore specialmente attraverso il fare, lo sperimentare, attraverso le attività di laboratorio; valorizzare, cioè, il più possibile, l'aspetto ludico e interattivo.

All'esposizione permanente delle idee basilari della matematica e degli strumenti più significativi del calcolo che occupano quattro piani del più prestigioso palazzo di Pennabilli, si affianca un'attività, anche esterna al Museo, di mostre temporanee, rassegne, convegni, dibattiti, approfondimenti, pubblicazioni, che diventano fondamentali non solo per il Museo ma per tutto il territorio. Attraverso queste attività culturali il Museo, negli anni, è diventato un motore di creazione e di diffusione della cultura ed è punto di riferimento per le scuole, per i ricercatori e gli appassionati della materia. Senza questa "ginnastica" culturale il Museo diventerebbe ben presto come un atleta che non si allena: prima asfittico, poi anchilosato e, infine, inutile.

Il target principale del museo sono le scuole (che rappresentano circa l'80% dei visitatori): a Mateureka arrivano scolaresche da tutta Italia (con in contemporanea pullman da Torino e Gallipoli come ben sanno i pensionati pennesi che dalle scale del duomo domandano ai ragazzi da dove provengono!). L'anno scolastico appena terminato, 2022/2023, è stato particolarmente significativo perché il museo ha ripreso i livelli pre-covid superando le 10.000 presenze annue, con il picco a metà aprile di 480 studenti in un solo giorno, che ha rappresentato un vero e proprio "stress test", pienamente superato grazie alla disponibilità e professionalità delle 15 guide, specializzate per i tre ordini di scuola (prima-

ria, secondaria di primo e secondo grado). Sono riprese, dopo il covid, anche le visite dei professori di matematica della Slovenia, che da ben otto anni terminano il loro corso di aggiornamento con la visita al museo Mateureka. Il museo è anche sponsor di "Matematica senza frontiere".

Percorso espositivo/didattico

Secondo **Galileo Galilei** (1564-1642): *"L' Universo non si può intendere se prima non si impara a intendere la lingua; egli è scritto in lingua matematica; senza questa è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto"* e per **Giovanni Nepero** (1550-1617): *"Esequire dei calcoli è operazione difficile e lenta e, spesso, la noia che ne deriva allontana molti dalla matematica. Ho cercato sempre, con tutta la forza e il talento che avevo a disposizione, di rendere più spedito questo processo"*. Infine il sogno del grande **Gottfried Wilhelm von Leibniz** (1646-1716): *"Non è ammissibile che studiosi e scienziati, anziché elaborare e confrontare nuove teorie, perdano le proprie ore come schiavi nelle fatiche del calcolo, che potrebbe essere affidato a chiunque se si potessero usare delle macchine"*.

In risposta a questa riconosciuta difficoltà a contare dell'uomo c'è sembrato giusto, come insegnanti, preparare un luogo, un percorso che aiutasse gli allievi a scoprire il lungo percorso per passare *dalla fatica al piacere di contare*. Questo luogo è il museo Mateureka.

Nei quattro piani sono esposti numerosi oggetti originali e preziosi che illustrano la storia del calcolo fin dalle remote origini e nelle diverse popolazioni.

Primo piano

Nelle trenta vetrine dedicate alla storia degli strumenti matematici, si possono ammirare, fra gli altri, un cono di fondazione e tavolette sumere di 4.500 anni fa, lapidi e monete romane ed iscrizioni etrusche e fenicie, abachi, suan pan cinesi, soroban giapponesi,



FIGURA 1 – Miscellanea di strumenti di calcolo.

schoty russi, astrolabi, una tavola per contare medioevale, quipù inca e chimpù peruviani, la "Summa" e il "De Divina Proportione" di Luca Pacioli, cilindri e bastoni di Nepero, compassi di proporzione, la ricostruzione della macchina di Schickard e della Pascalina, regoli e nomogrammi, aritmografi.

Ci sono voluti migliaia di anni per passare dalla quantità al numero e l'idea di numero, che ci sembra così evidente, è il punto d'arrivo di un lunghissimo lavoro di astrazione.

- Il percorso didattico del museo parte dalla prima potente idea matematica, la corrispondenza biunivoca, che permette di contare anche a chi, ancora, non ha il concetto di numero e si analizzano poi, con esempi concreti, tutti i progressi successivi: principio della ricorrenza (disporre oggetti in successione) 1, 1+1, 1+1+1, 1+1+1+1, il numero ordinale e cardinale, l'invenzione della base, l'invenzione delle cifre.
- Nel IV millennio a.C. nel Medio Oriente nasce la necessità di mantenere la memoria del conto, inizia la matematica scritta: su argilla, pietra e papiro. La scrittura nasce all'inizio per esigenze contabili, poi letterarie. Con l'aiuto di 4 vetrine si racconta la matematica babilonese (dal 3.000 a.C.). Si possono ammirare tre oggetti eccezionali: due tavolette cuneiformi sumeriche, del 2200 a.C., con indicazioni numeriche e un cono di fondazione, 2200 a.C., l'unico visibile in Italia.
- In Egitto nasce la geometria. Abbiamo creato una piccola sezione egizia, nata dal desiderio di ricreare ambientazioni, all'interno del museo che, oltre alle nozioni ed informazioni, trasmettano anche emozioni. La decifrazione dei geroglifici nel 1822 a cura di J. F. Champollion ha permesso di comprendere, dopo 5.000 anni di mistero, quasi tutti gli aspetti degli antichi egizi. Oltre a una nicchia dedicata a Tutankhamon vi è la ricostruzione di una camera funeraria con tanto di mummia che attira, ma spaventa anche un po', il visitatore. L'oggetto originale più antico qui esposto è di argomento matematico ed è un falco in legno del 1.070 a.C. che rappresenta il dio Horus; il suo occhio (Ujat) simboleggiava la fonte di tutte le



FIGURA 2 - Cono di fondazione sumerica (2200 a. C.).

misure e le frazioni egizie. Visibile anche una copia del righello di Kha e del papiro di Rhind con 87 problemi pratici risolti, la più importante fonte di informazioni matematiche dell'Antico Egitto.

- I Greci formularono i due processi mentali fondamentali del progresso matematico: l'astrazione e la dimostrazione, grazie a loro la matematica diventa scienza. Il loro contributo ai contenuti della matematica (la geometria piana e solida, la trigonometria piana e sferica, gli inizi della teoria dei numeri, l'algebra geometrica, il metodo di esaustione, la concezione della natura) è stato immenso. Il museo dedica una particolare attenzione alla prima donna matematica: Ipazia di Alessandria alla quale ha dedicato anche una mostra in occasione dei 1600 anni dalla morte (415-2015) e un convegno sul ruolo delle donne nella scienza.
 - Grazie alla copia dell'abaco romano si presenta il sistema di numerazione che i romani usavano, limitato e poco operativo. Dei Fenici, invece, incanta i ragazzi il teorema isoperimetrico della regina Didone.
 - L'anno 529 d. C., con la chiusura dell'Accademia neoplatonica di Atene ad opera dell'imperatore Costantino, segna la fine dello sviluppo della matematica europea nell'antichità. I semi gettati dalla scienza greca fioriscono nei paesi dell'Asia Minore e dell'Estremo Oriente. Il commercio dalla Cina verso l'Occidente, attraverso la via della seta, fa viaggiare, insieme alle merci, anche le idee e le tecniche.
 - Nel V secolo d. C. i matematici indiani inventano la numerazione posizionale con lo zero; solo dieci simboli per rappresentare i numeri del mondo. Mentre l'Europa sprofonda nelle tenebre del Medio Evo, gli Arabi, con le loro conquiste, diffondono anche le conoscenze scientifiche degli studiosi orientali: la diffusione dei numeri indiani, la crescita dell'algebra, l'introduzione della trigonometria, la divulgazione della geometria greca.
- Con singolare spirito di sintesi, essi seppero fondere il rigore di sistematizzazione dei matematici e dei filosofi greci con l'aspetto essenzialmente pratico della scienza indiana e conferirono alla scienza una dimensione universale. Questi importanti progressi vengono illustrati, nel museo, grazie anche agli originali strumenti di calcolo usati da questi popoli come il soroban, il suan pan ed un magnifico astrolabio arabo.



FIGURA 3 – Astrolabio arabo (secolo XVII).

- Uno spazio dedicato ai giochi medioevali e una tavola per contare a gettoni ci aprono al Medioevo, normalmente visto come una “età buia” per la scienza e la matematica. Attorno al 1000 Gerberto introdusse in Europa l’uso delle cifre indoarabiche e Leonardo Pisano, detto “Fibonacci”, il massimo matematico europeo del Medioevo, scrisse il *Liber Abaci*, esposto in facsimile al museo. La sua descrizione del sistema di numerazione indo-arabico svolse un ruolo importante nella trasmissione della cultura matematica. Nel XII secolo iniziò l’epoca delle grandi traduzioni, dall’arabo in latino e dal greco in latino, dei principali trattati scientifici e matematici. Nascono le prime università: Bologna, Parigi, Oxford e Cambridge. Questo fermento prenderà slancio nel XIII secolo, permettendo all’Occidente di recuperare il suo ritardo scientifico. In laboratorio si impara ad usare la tavola a gettoni medioevale.
- La necessità di contare è comune a tutti i popoli, anche i più lontani da noi, come i Maya, gli Incas e gli Aztechi del Centramerica. Il loro sistema numerico vigesimale viene presentato grazie al quipù Inca e alla sua evoluzione, il chimpù, tuttora in uso presso gli indios della Bolivia e del Perù, non solo esposti in vetrina ma utilizzabili nel laboratorio.
- Finalmente con il Rinascimento l’Europa si risveglia e l’attività matematica segna una ripresa. In Italia nel 1494 Luca Pacioli pubblica la *Summa de Arithmetica*, un compendio di algebra e, nel 1509, il *De Divina Proportione* sui poligoni e solidi regolari, tutti e due esposti in copia anastatica e

consultabili nella biblioteca del museo, così come fa bella mostra di sé l’*Aritmetica* del Calandri (dal Codice 2669, sec. XV, Biblioteca Riccardiana di Firenze), forse il più bel libro di matematica con le sue splendide miniature fiorentine e *l’arte de labbacho* (dall’incunabolo di 62 fogli della Biblioteca Capitolare di Treviso, 1478), primo libro di aritmetica stampato al mondo, interessante perché offre accesso ai metodi di insegnamento della matematica in uso nell’Europa del XV secolo.

- Un’attenzione particolare e uno spazio importante il museo Mateureka dedica al Seicento, secolo “eroico” per la matematica che ha portato idee e metodi nuovi che sono alla base della matematica moderna. I logaritmi di Giovanni Nepero e di Henry Briggs, che permetteranno a Giovanni Keplero di elaborare la teoria sulle orbite planetarie e apriranno inoltre la via al calcolo con metodi meccanici, sono l’idea matematica alla base del regolo calcolatore, strumento principe per calcolare fino agli anni ‘70 del secolo scorso. Due maxi regoli didattici, lunghi ciascuno 2,5 metri, consentono agli studenti di apprendere l’uso così come è possibile sperimentare i bastoncini di Nepero nel laboratorio del museo e il compasso geometrico e militare di Galileo, padre del metodo sperimentale. Con lui nasce la scienza moderna. Mateureka è riuscito ad acquisire in Germania la replica della calcolatrice di Wilhelm Schickard, del 1623, divenendo così il terzo luogo in Europa,



FIGURA 4 – Macchina di Schickard (1623, facsimile).

dopo l'Università di Tubinga e la casa natale di Keplero (a Württemberg), ad ospitare la prima calcolatrice della storia perfettamente funzionante (l'originale non esiste, essendo andato distrutto in un incendio nel 1624).

Così come, grazie al progetto ripreso dall' *Encyclopédie* di Diderot (1751), abbiamo ricostruito la Pascalina, macchina per contare di Blaise Pascal (1642), primo modello di calcolatrice meccanica con riporto automatico fino ad otto cifre. Pascal l'ha realizzata per agevolare il lavoro di suo padre, esattore delle imposte a Rouen.

Senza dimenticare due altre idee fondamentali e geniali della matematica del '600, la derivata e l'integrale, che sono alla base del calcolo infinitesimale, dovute principalmente al tedesco Leibniz e all'inglese Newton.

- L'età delle rivoluzioni (sec. XVIII) non interessò soltanto la sfera della politica ma anche la matematica; il museo dedica uno spazio ai matematici francesi vissuti al tempo della Rivoluzione Francese perché furono i promotori delle principali linee di sviluppo della esplosiva proliferazione della matematica avvenuta nel secolo successivo.
- L'Ottocento (sec. XIX), infatti, viene definito l'*età dell'oro* della matematica e nel Novecento (sec. XX) la matematica continua a crescere a un ritmo esponenziale. Ad alcune delle idee matematiche più potenti sviluppate in questi due secoli vengono dedicate sale speciali negli ultimi due piani del museo.

Secondo piano

In questo piano si trova una esposizione di antiche calcolatrici meccaniche, elettromeccaniche ed elettroniche; completano il piano la mostra sui *quadrati magici* e il laboratorio *Lampi di genio* con 30 exhibits interattivi.

- Sala 1: Calcolatrici meccaniche

Le dita delle mani sono state il primo mezzo di calcolo della storia; il primo supporto per il calcolo furono probabilmente dei sassolini (calcoli in latino). Il primo dispositivo artificiale (3.000 a.C.) fu l'abaco con le varie diversificazioni che ha assunto nelle varie civiltà: lo swan-pan in Cina, il soroban in Giappone, lo stchote in Russia fino al quipù degli Incas. Questi semplici strumenti di calcolo resta-

rono in uso per secoli e vennero impiegati fino al XVIII secolo. Le prime macchine da calcolo munite di ingranaggi furono ideate agli inizi del XVII secolo. Come nell'abaco, nel quale l'operazione basilare è il contare sassolini o palline, in una calcolatrice meccanica si contano i denti di un ingranaggio. La costruzione di tali macchine fu possibile con l'aiuto dei maestri orologiai. Per effettuare una moltiplicazione occorre fare somme successive. Leibniz, nel 1694, con l'introduzione della ruota a scaglioni, costruì il primo congegno capace di moltiplicare direttamente. Nel 1820 Thomas de Colmar produsse l'aritmometro, la prima macchina moltiplicatrice commercializzata con successo. Un ulteriore perfezionamento avvenne nel 1892 con la Brunsviga realizzata da Willgot Theophil Odhner e con la Comptometer di Dorr Felt del 1887. Tutte queste calcolatrici, ed altre ancora, sono esposte nella sala 1.

- Sala 2: Calcolatrici elettromeccaniche

Dal 1892 fino a buona parte del XX secolo l'azienda leader per lo sviluppo e la produzione delle calcolatrici meccaniche fu la Burroughs. L'intuizione geniale di questa società fu quella di adottare la tastiera estesa che comporta una serie di tasti numerati, dal basso verso l'alto, da 1 a 9. La *Adding Machine* avrà un successo immediato e nei decenni successivi la tastiera estesa sarà adottata da numerosi altri costruttori. Un ulteriore sviluppo degli inizi del XX secolo fu l'inseri-



FIGURA 5 – Calcolatrice meccanica Curta (1950).

mento di motori elettrici nelle macchine da calcolo. I sistemi contabili divennero nel tempo sempre più complessi e perfezionati e furono prodotte macchine da tavolo, macchine registratrici, macchine per ufficio, macchine a ricalco, fatturatrici, tabulatrici a schede, registratori di cassa che funzioneranno fino agli anni '60, periodo in cui saranno gradualmente sostituite dagli elaboratori elettronici. Le prime e più importanti macchine contabili, e relative tecnologie, sono presenti nella sala 2 con delle vere rarità come la Curta, la più piccola calcolatrice al mondo, costruita in un lager e donata al Führer. Per questo Kurt, il costruttore, ebbe salva la vita.

– Sala 3: Calcolatrici elettroniche

Lo sviluppo della tecnologia elettronica introdusse notevoli novità anche nel campo delle calcolatrici per ufficio. All'inizio degli anni '60 si cominciarono a progettare e a vendere calcolatrici elettroniche da tavolo che andarono a sostituire le ormai superate addizionatrici e calcolatrici meccaniche ed elettromeccaniche. In Italia le principali case costruttrici di calcolatrici elettroniche da tavolo furono la Industria Macchine Elettroniche, il cui modello più famoso è la IME 84, e la Olivetti che, con i modelli della serie Logos degli anni '70, si impose nel mercato mondiale delle calcolatrici elettroniche stampanti.

La sempre più spinta miniaturizzazione ha consentito la costruzione, dagli anni '70, di calcolatrici elettroniche tascabili sempre più potenti e flessibili e, dal 1973 con la HP 65, anche programmabili, del tutto simili quindi ad un calcolatore programmabile. Oltre 50 bellissime calcolatrici, esposte nella sala tre, raccontano questo progresso tecnologico, fra cui la Olivetti P 101 (1965), una calcolatrice da tavolo programmabile e ritenuta il primo personal computer della storia.

– Quadrati magici

Nel mondo della matematica il quadrato magico è una sorta di scacchiera numerica con numeri disposti in modo che la costante sia la stessa lungo ogni riga, ogni colonna ed ogni diagonale.

Lungo il corridoio del secondo piano sono esposti decine di quadrati magici: il Mensula Jovis del Dürer, il quadrato di Fibonacci, di Eulero, di

Franklin, e tanti altri. Il più interessante è il *Quadrato Magico dei Vampiri*, di ordine 64, entrato nel Guinness dei primati (1989) essendo il più grande quadrato magico al mondo. Questo *panquadrato* è una singolarissima opera in cui il rigore matematico si fonde con l'arte astratta, l'autore ha usato tutti i numeri naturali da 1 a 4096, nessuno escluso ed include 18 figure simmetriche le cui caselle numeriche replicano tutte la prefissata costante 131.104.

– Laboratorio *Lampi di genio*

Il laboratorio permette al visitatore di sperimentare e "toccare con mano" alcuni strumenti e idee matematiche grazie a 30 exhibits interattivi. La cosa più importante è far capire che dietro ad ogni strumento di calcolo c'è un'idea matematica alla base: per esempio il regolo calcolatore funziona grazie ai logaritmi. Tutti gli strumenti eseguono addizioni, perché è l'operazione più semplice per il nostro cervello. L'abaco somma sassolini, il regolo somma segmenti logaritmici, la calcolatrice somma denti di ingranaggi, fino al computer, la macchina da calcolo per eccellenza oggi, che addiziona numeri binari.

Il modello del laboratorio è, naturalmente, Eratostene (276 a.C.- 194 a.C.) che con un bastone e le conoscenze matematiche del tempo è riuscito a calcolare le dimensioni e la sfericità della Terra; lo stesso bastone oggi, probabilmente, lo userebbe in maniera diversa contro i terrapiattisti del terzo millennio!

Alla fine delle varie sperimentazioni in laboratorio viene consegnata, agli allievi delle superiori, una moneta da due euro con l'invito a calcolare con essa le dimensioni del Sole... lampi di genio, appunto!

– Sala Audiovisivi

Dopo l'impegno in laboratorio segue una pausa di qualche minuto per visionare un filmato scientifico o un video didattico inerente un argomento scolastico scelto, fra i tanti disponibili, dai docenti della classe in visita.

Terzo piano

I primi due piani del museo sono principalmente dedicati agli strumenti, gli altri due piani, attraverso

numerose sale-laboratorio, presentano concetti basilari e idee matematiche.

– Sala 1: I solidi platonici

In mezzo alla sala troneggiano i 5 poliedri regolari. Di ciascuno di essi si evidenziano le principali caratteristiche e proprietà matematiche. Dal triangolo derivano il tetraedro, l'ottaedro e l'icosaedro; dal quadrato l'esaedro, o cubo, e dal pentagono il dodecaedro. Gli studenti rimangono particolarmente colpiti dalla simmetria e dalla bellezza dei cinque solidi regolari. Da Euclide a Fibonacci, da Piero della Francesca a Luca Pacioli e poi Cardano, Tartaglia, Maurolico, Bombelli... tantissimi matematici illustri si sono occupati dei poliedri regolari e semiregolari. Keplero, addirittura, concepì un modello della disposizione dei pianeti che si serviva di sfere concentriche inscritte o circoscritte ai solidi platonici. L'analisi dei poliedri ha ottenuto ulteriori sviluppi, in epoca recente, con la topologia e con la creazione di spazi a dimensioni maggiori di tre. Nello spazio tridimensionale sono possibili solo i cinque poliedri regolari ma le cose si complicano passando a dimensioni superiori. L'analogo di un poliedro a più di tre dimensioni è detto *politopo*. Nello spazio quadridimensionale esistono solo sei politopi. Poi, curiosamente, e non ne sappiamo la ragione, tutto diventa più semplice e per dimensioni di ordine maggiore di quattro ci sono solo tre politopi, analoghi rispettivamente al tetraedro, al cubo e all'ottaedro. Si veda l'articolo di Camillo De Lellis *Il teorema di Schläfli: un invito alla quarta dimensione*, Matematica, Cultura e Società. Rivista dell'Unione Matematica Italiana 2 (2017), pp. 111-156 <http://www.bdim.eu/item?fmt=pdf&id=RUMI20171221>.



FIGURA 6 – Sala poliedri.

– Sala 2: Il teorema di Pitagora animato

Un'intera parete della sala è occupata da un dispositivo ruotante che trasferisce tutte le palline contenute nel quadrato costruito sull'ipotenusa ai due quadrati costruiti sui cateti del triangolo rettangolo. La comprensione del teorema è immediata e piacevole. Il teorema di Pitagora costituisce sicuramente uno dei risultati più significativi di tutta la matematica. Sebbene questo teorema prenda il nome dal matematico greco, la sua dimostrazione risale ai Babilonesi del tempo di Hammurabi, più di mille anni prima di Pitagora. Anche gli Egiziani lo conoscevano e lo usavano per costruire angoli retti annodando corde lunghe 3, 4 e 5 unità. Gli Indù lo indicavano col nome di *seggia della piccola sposa*, i Persiani con quello di *figura della donna maritata*; i Greci lo chiamavano pure *teorema della maritata*. Queste ed altre dimostrazioni del teorema sono esposte su grandi poster colorati nelle pareti della sala, compresa la corda dei tenditori egizi.

Il teorema di Pitagora e le sue dimostrazioni compaiono in continenti, culture e secoli diversi; nel 1940 Elisha S. Loomis pubblicò *The Pythagorean Proposition* (ristampato nel 1968 dal Consiglio Nazionale degli Insegnanti di Matematica, 284 pagine) che contiene quasi 370 differenti dimostrazioni del teorema di Pitagora, il volume è consultabile nella biblioteca del museo.

– Sala 3: I numeri primi

Di Eratostene, al museo, non abbiamo solo il bastone ma, in questa sala, anche il crivello per la ricerca dei numeri primi. Dal momento che i numeri primi sono i mattoni con cui sono costruiti tutti i numeri naturali abbiamo eretto un muro di mattoni con l'indicazione dei numeri primi. La distribuzione dei numeri primi appare difficile da comprendere. Euclide (proposizione IX, 20), con uno dei suoi più bei teoremi, dimostrò l'infinità dei numeri primi.

Un impiego di questi numeri molto importante è nella crittografia. La scrittura di messaggi in codice è uno strumento indispensabile per tutelare la segretezza delle comunicazioni. La crittografia a chiave pubblica, usata in Internet, trasforma i messaggi in numeri e il *lucchetto* matematico è realizzato utilizzando numeri primi molto grandi.

Abbiamo dedicato un'intera parete a questo argomento.

– Sala 4: Il Pi Greco

Un grande cilindro in mezzo alla sala e una corda permettono di sperimentare il rapporto fra una circonferenza e il proprio diametro, simbolicamente rappresentato da π . Questo rapporto è nascosto nei ritmi delle onde acustiche come di quelle del mare; interviene spesso in matematica, fisica, statistica, ingegneria, architettura, biologia, astronomia e persino nelle arti. La più antica documentazione del pi greco è sul papiro di Rhind (1650 a.C.): per lo scriba egizio Ahmes $\pi = 3,16049$, una precisione notevole se pensiamo che per i babilonesi e gli ebrei, mille anni dopo, il valore era 3. Su una parete viene presentato il metodo di esaurimento di Archimede (287-212 a.C.) descritto nel suo *Misura del cerchio*. Egli trovò, come media, $\pi = 3,1419$. Su un trattato romano di agrimensura troviamo $\pi = 4$ (bravi soldati ma pessimi matematici!). Il pi greco, numero irrazionale (cioè non esprimibile come rapporto fra due numeri interi) e trascendente (non può essere calcolato risolvendo un'equazione non identica a coefficienti interi), è un tema fisso della cultura matematica da più di due millenni e mezzo. Una costante universale ricca di fascino che compare ripetutamente in matematica.

– Sala 5: La sezione aurea

Questa sala viene chiamata "la sala del bello" perché tutto ciò che ci appare bello, in natura o costruito dall'uomo, è sempre legato a un numero che, non a caso, viene chiamato numero d'oro o sezione aurea.

La sezione aurea è un numero (1,618...) che deriva dalla proporzione geometrica scoperta dai pitagorici, definita da Euclide, chiamata nel trattato di Luca Pacioli *divina proporzione* e in seguito, nell'ottocento, appunto *sezione aurea*. Questo numero ricorre con frequenza incredibile nella natura e nel cosmo, nell'architettura, nella scultura, nella musica ed appare come un simbolo dell'armonia e della bellezza dell'universo. Nel centro della sala aurea, riprodotto su vetro (200x200cm), è esposto l'uomo vitruviano di Leonardo da Vinci. Secondo



FIGURA 7 – Sala aurea.

Leonardo le proporzioni umane sono perfette quando l'ombelico divide l'uomo in modo aureo. Ricordiamo che anche Dürer impostò studi analoghi.

In stretta relazione con il *divino* rapporto sta la successione del Fibonacci, serie numerica in cui i rapporti tra i termini consecutivi tendono alla sezione aurea. La successione compare anche in natura, come visibile dalla spirale dell'accrescimento di un nautilus sezionato ed esposto in vetrina.

La matematica è anche alla base della creazione musicale. Per ricordare il fondamento matematico dell'armonia musicale Pitagora utilizzò il monocordo. Con questo strumento egli ottenne suoni di altezza variabile suddividendo la corda in maniera proporzionale. Un monocordo di legno, fedelmente ricostruito per ascoltare i suoni musicali come 2.500 anni fa, è ora esposto permanentemente in questa sala, dopo essere stato utilizzato nel corso *Matematica e Musica* organizzato dal museo presso una scuola superiore.

Quarto piano

Completamente rinnovato, utilizza le tecnologie espositive più recenti con l'intento di trasmettere emozioni nell'avvicinarsi ad argomenti difficili ma affascinanti come le curve matematiche, i frattali, il caos, i giochi matematici, lo zero e l'infinito.

– Sala 1: Le curve matematiche

Un invito a ripercorrere l'affascinante itinerario del pensiero umano: dalle origini della geometria

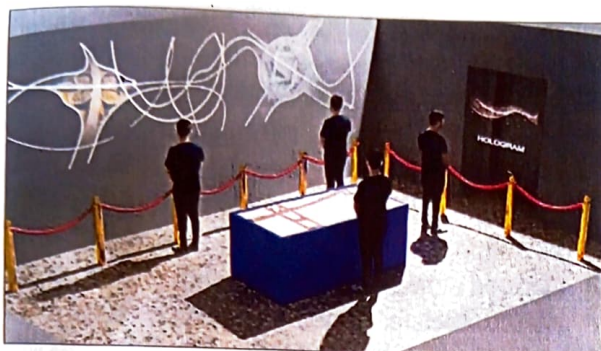


FIGURA 8 – Sala curve.

alle complesse forme frattali. La sala presenta le curve matematiche utilizzando le più recenti tecnologie per la fruizione museale: una parete su cui fluttuano le curve che vediamo ogni giorno, nell'altra l'ologramma animato di Lorenz e, al centro della sala, l'*officina delle curve* per costruirne oltre 100, dalle più famose alle più esotiche, fino a quelle... patologiche.

– Sala 2: I giochi matematici

I giochi sono da sempre oggetto di investigazione matematica, non solo per l'aspetto ludico ma come modelli matematici che aiutano a determinare la strategia migliore per vincere o per aumentare la possibilità di vittoria. Un attimo di relax prima di affrontare gli argomenti finali della visita.

– Sala 3: I frattali

I frattali costituiscono una nuova branca della matematica, chiamata *geometria della natura*, perché queste forme strane e caotiche descrivono molto bene fenomeni naturali come terremoti, alberi, litorali, il moto dei pianeti, il moto delle galassie, il flusso dei liquidi, i vasi sanguigni, e tanto altro ancora. In questa sala è possibile fare un viaggio coinvolgente all'interno di un frattale, fino a 10 milioni di iterazioni. La geometria frattale e la teoria del caos hanno messo in moto una vera e propria rivoluzione nella matematica e nella scienza, portando alla luce un nuovo modo di guardare alla realtà. Grazie a software specifici è possibile far gustare ai visitatori la bellezza e la complessità dell'insieme di Mandelbrot e di Julia, dopo essere passati per il triangolo di Sierpinski, la linea costiera di Koch, la dimensione frattale, gli automi cellulari, il drago di Heighway, l'ordine e il

caos. In futuro, il sogno è quello di osservare ed esplorare un frattale in 3D. Le zone più interessanti dal punto di vista matematico di un frattale saranno sicuramente anche le più belle dal punto di vista estetico, sperando che la troppa bellezza non mandi in crisi il cervello!

– Sala 4: Lo zero

Secondo Leonardo: "Infra le magnitudine delle cose che sono infra noi l'esse[re] del nulla tiene il principato". Lo zero era indicato con un piccolo cerchio, detto sunya, che significa vuoto, nulla. In arabo sunya divenne sifr, in latino zephirum, da cui zephiro, zero. Simbolo del nulla, lo zero è diventato indispensabile per concepire ciò che esiste. Nella penultima sala di Mateureka, per gioco, invitiamo gli studenti a osservare lo zero con dei binocoli oscurati e chiediamo: "cosa vedi?". La risposta è naturalmente: "nulla".

– Sala 5: L'infinito

L'uomo è un essere limitato così come lo sono i suoi strumenti di rilevazione. Tutto il mondo che ci circonda è fatto di cose finite. Il desiderio di esplorare al di là del mondo conosciuto e di inoltrarsi in territori lontani appartiene alla natura dell'uomo e ne costituisce una delle più notevoli peculiarità. Anche se il mondo in cui viviamo è finito, la matematica che ci serve per studiarlo coinvolge l'infinito quasi ad ogni passo: l'insieme di tutti i numeri naturali è un insieme infinito, la scrittura precisa del numero π greco richiede infinite cifre decimali, il numero di punti sulla più piccola delle linee è infinito e così via. Il matematico Cantor, tra il 1870 e il 1880, dimostra che l'infinito numerabile o discreto non è l'unico infinito, c'è un'intera gerarchia infinita di infiniti, che diventano sempre più grandi. L'edificio costruito da Cantor è stato definito dal matematico tedesco Hilbert "il prodotto più stupefacente del pensiero matematico, una delle più belle realizzazioni dell'attività umana nel campo dell'intelletto puro". Per far intuire la complessità e la meraviglia dell'infinito il visitatore entra in una sala degli specchi in cui la sua immagine viene riprodotta migliaia di volte. Dallo stupore che ciò provoca si passa poi ad approfondire argomenti più seri come, ad esem-

pio: l'albergo di Hilbert, l'infinitamente grande ma anche l'infinitamente piccolo, la relazione fra finito ed infinito (un semicerchio, di lunghezza finita, ha gli stessi punti di una retta infinita, un segmento e una retta hanno lo stesso numero di punti... strano ma vero!). La visita al museo termina passando sotto un grande albero frattale con l'invito finale ad approfondire la conoscenza del meraviglioso *albero della matematica*.

Attività culturali

Il museo Mateureka, come detto all'inizio, non solo espone e fa *far pratica* degli strumenti di calcolo e delle idee matematiche più potenti, ma realizza una imponente ed importante attività culturale a favore, principalmente, degli studenti e professori con attività Stem nelle scuole e convegni, tenuti anche da personaggi illustri, che riempiono il Teatro Vittoria di Pennabilli, come ad esempio:

- *Non abbiate paura* con il prof. Piergiorgio Odifreddi, Università di Torino,
- *La matematica è ovunque* con il prof. Bruno D'Amore, Università di Bologna,
- *Calcolare stanca, ma ingegno e fantasia possono aiutare* con il prof. Corrado Bonfanti, Università di Trieste,
- *400 anni di logaritmi*, relazione e mostra, al Convegno della matematica di Castel S. Pietro Terme,
- *Il ruolo delle donne nella scienza*, convegno in collaborazione con l'Università di Urbino,
- *Infanzia che conta*, convegno a Cesena con Associazione Culturale Pediatri Romagna.

Mostre temporanee

Per tenersi culturalmente vivo e rendere sempre diversa ed appagante la visita, il museo organizza ogni anno una mostra temporanea di argomento matematico rivolta a tutti i visitatori ma con finalità didattiche specifiche per il mondo della scuola. Oltre all'aspetto espositivo, particolare attenzione viene data alla bibliografia, al software, e ad altre informazioni utili agli insegnanti che desiderano riprendere l'argomento in classe. Finora sono state realizzate venti mostre temporanee, l'elenco e il contenuto si possono visionare sul sito www.mateureka.it.

Le più apprezzate e recenti sono state le seguenti:

– “La matematica nell'Encyclopédie”:

Nel 1751, con il titolo *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*, venne pubblicato il primo volume dell'opera capitale dell'Illuminismo francese, destinata ad avere enormi conseguenze sul piano culturale, politico, sociale. La prima edizione comprendeva trentacinque tomi in folio: i ventuno volumi di testo e i due di indici contenevano all'incirca 6000 voci per un totale di circa 21.000 pagine, mentre i dodici volumi delle tavole contenevano 3132 incisioni su rame corredate dalle relative didascalie e descrizioni. Si calcola che in Europa siano stati acquistati complessivamente 30.000 esemplari dell'opera che aveva la pretesa di essere una vera Summa dello scibile “all'altezza del secolo”, un lavoro a più mani con l'intervento di 178 autori. La mostra si dedica agli aspetti matematici dell'opera e presenta i matematici della rivoluzione francese: Monge, Lagrange, Laplace, Legendre, Carnot e Condorcet, oltre agli autori d'Alembert e Diderot.

Vengono presentate 100 tavole che più direttamente possono richiamare la matematica e la geometria applicata alla natura, ad altre scienze e al lavoro dell'uomo: nell'architettura, nell'astronomia, nelle tecniche artistiche, nella musica e negli strumenti, nelle scienze e nelle tecniche tradizionali, nell'arte militare e nei mestieri della vita quotidiana. Il “cuore” della mostra è rappresentato, naturalmente, dalle *Tavole di Matematica*, nel quinto tomo della “Raccolta”, eseguite sotto la direzione di d'Alembert, che ne diede la spiegazione, fatta eccezione per la macchina aritmetica di Pascal, presentata da Diderot. I visitatori potevano consultare su una stazione multimediale l'ottimo cdrom *L'Encyclopédie*, della De Agostini Multimedia, che presenta la vita nel '700 attraverso le 2794 tavole dell'opera.

– “1614-2014: Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio”:

Giovanni Nepero nel 1614 pubblicò la sua *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* (Descrizione della regola meravigliosa dei logaritmi), un

volumetto composto da 56 pagine di testo e da 90 tavole, fornendo molti esempi pratici dell'uso dei logaritmi nel calcolo trigonometrico. I logaritmi nacquero come risposta alla necessità di rendere più agevoli gli interminabili calcoli aritmetici che comportava l'astronomia dell'epoca. Uno strumento di calcolo rimasto in uso fino all'avvento del computer è il regolo calcolatore. Migliaia di città, palazzi, grattacieli, strade, porti, stazioni, treni, navi, aerei, linee elettriche, ecc. fino alla conquista della Luna sono state progettate e realizzate grazie a questo strumento da taschino che racchiude in sé tutta la straordinaria potenza di calcolo dei logaritmi. Al centro della mostra c'è il *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*, ma degna di rilievo è anche l'esposizione dell'originale delle tavole dei logaritmi di Vlacq a 10 decimali fatta da Georg Vega nel *Thesaurus Logarithmorum Completus* pubblicato a Lipsia nel 1794.

Annesso alla mostra anche un laboratorio dove imparare concretamente il concetto di logaritmo fino alla realizzazione di un vero e proprio regolo calcolatore. Varie anche le curiosità presentate, come la curva logaritmica di Torricelli, la spirale logaritmica, la trattrice di Huygens, la scala Richter per l'intensità dei terremoti, la relazione dei logaritmi con la musica e il fondamentale teorema dei numeri primi. Presenti anche stazioni multimediali con software specifico per consultare antiche opere sui logaritmi in formato ebook. Dato l'interesse suscitato, la mostra è stata presentata anche al convegno della matematica di Castel S. Pietro Terme.

- "Le tavole vinciane nel De Divina Proportione"

Per ricordare i 500 anni dalla morte di Leonardo da Vinci il museo Mateureka ha voluto rendere onore a questo grande e poliedrico artista allestendo una mostra, ancora visibile, che presenta l'influsso che il matematico Luca Pacioli ha avuto su Leonardo da Vinci nel campo della matematica e della pittura. È questo un aspetto poco conosciuto, ma fondamentale, per comprendere meglio l'opera del grande artista. Le linee fondamentali della mostra, tenuto principalmente conto della valenza didattica, sono le seguenti:

- *L'Importanza di Luca Pacioli*, come matematico, e della sua opera.

- *Il trattato De Divina Proportione*, di cui viene esposto il facsimile del codice ambrosiano, che Luca chiamò il suo "Tesoro recondito" e scrisse in italiano volgare per poter raggiungere l'uditorio più vasto e per lo stesso motivo ricorse alla stampa,
- *Le Tavole Vinciane*. Nella mostra sono esposte tutte le 60 tavole a colori dei poliedri disegnate da Leonardo per ringraziare l'amico Pacioli per le lezioni di matematica e geometria ottenute a Milano.
- *La Matematica di Leonardo*. La matematica presente negli scritti di Leonardo deve essere distinta in due periodi: prima dell'incontro con Luca Pacioli e dopo tale incontro.
- *Proporzioni del corpo umano: l'uomo vitruviano*. Riprodotto su vetro al centro della sala aurea.
- *La Prospettiva in Leonardo*: vengono analizzate tre opere: l'*Annunciazione*, di età giovanile; l'*Adorazione dei Magi*, del periodo fiorentino e il *Cenacolo*, del periodo milanese caratterizzato dalla collaborazione e amicizia tra Luca e Leonardo.
- Diverse stazioni multimediali sono attrezzate per permettere di visionare tutto il *Codice Atlantico* (1119 fogli con 1750 disegni) di Leonardo e tutto il *De Divina Proportione* di Luca. Due spazi sono stati allestiti, a uso degli insegnanti, per esporre gli oltre cento volumi relativi a Leonardo e a Pacioli e uno spazio dedicato ai software utilizzabili in classe. La mostra ha avuto un grande impatto mediatico ed è molto apprezzata dagli studenti e dagli insegnanti; è il motivo per il quale è ancora fruibile.

Pubblicazioni

Tutta la produzione letteraria del museo riguardante mostre, dibattiti, convegni ed altro, è consultabile e disponibile sul sito www.mateureka.it

I volumi editi da Mateureka, finora, sono i seguenti:

- *La storia del calcolo*
- *Mateureka, Museo del Calcolo*
- *Matematica Antica*

Matematica Antica, volume di 368 pagine con 1.000 illustrazioni e 120 schede di approfondimento, pre-

senta la matematica e gli aspetti peculiari di 12 popoli antichi. Basato sui documenti storici, comprese tavolette cuneiformi, papiri e studi specialistici, è un invito a scalare il meraviglioso *Albero della Matematica* aiutando il lettore a mettere i piedi, in tutta sicurezza e tranquillità, sui vari rami (capitoli):

- Primo ramo: Le origini della matematica
- Secondo ramo: Matematica babilonese: Sumeri, Elamiti, Accadi, Babilonesi
- Terzo ramo: Matematica egiziana
- Quarto ramo: Matematica mediterranea: Ittiti, Fenici, Ebrei, Minoici
- Quinto ramo: Matematica greca
- Sesto ramo: Matematica romana: Etruschi, Romani

L'indice completo del libro è disponibile sul sito internet www.mateureka.it

Il volume *Matematica Antica* è stato donato alle biblioteche di mille scuole italiane in visita al museo per concretizzare l'invito rivolto al visitatore al termine della visita a Mateureka.

Video

Durante il periodo del Covid il museo ha preparato un video, musicato da Stefano Bollani, per presentare alle scuole il museo Mateureka e la bellezza e l'importanza della matematica.



FIGURA 9 – QR code del video.

Biblioteca

La biblioteca di Mateureka dispone attualmente di 3.500 volumi significativi e rari di matematica; una softwareteca di 8 Terabyte; una emeroteca con riviste italiane e straniere; una sala audiovisiva con oltre 600 filmati scientifici e 6.400 Cd rom e Dvd con programmi didattici che coprono le discipline scientifiche di ogni ordine di scuole. Mateureka è ormai punto di riferimento per ricercatori, studiosi, insegnanti e studenti (tesi di laurea) che hanno necessità di consultare le opere originali dei matematici dei secoli passati presenti nella biblioteca del Museo. In futuro, per permettere una maggiore diffusione della cultura storico-matematica, al Museo piacerebbe riversare in formato elettronico, in collaborazione eventualmente con altre biblioteche pubbliche e private, una serie di testi rilevanti per la storia della matematica, ciò per salvaguardare l'integrità dell'originale antico. Quando viene chiesto in visione un testo antico, nella maggioranza dei casi sarebbe più che sufficiente consegnare allo studioso una copia elettronica, anche stampabile. Quando la banda larga Internet sarà più diffusa, sarà possibile mettere on line i testi presenti per renderli disponibili a tutti.

Riconoscimenti

Mateureka è sponsor ufficiale di *Matematica senza frontiere*, una competizione internazionale che coinvolge le scuole superiori di ben 40 nazioni. Il museo è stato citato nel 2014 da *MateinItaly*, mostra milanese organizzata dall'Università Statale di Milano sulla matematica in Italia, come sito di eccellenza per la divulgazione matematica. Ha ottenuto, sempre nel 2014, il prestigioso Premio di Cultura Nazionale Montefeltro per la sezione "Cultura e Scienze" dall'Università di Urbino per il rigore scientifico del percorso espositivo e per le numerose attività culturali svolte a favore principalmente della scuola italiana.

Così come autorevoli riconoscimenti, sotto forma di patrocinio, ha ottenuto da ambienti istituzionali come il Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, Università degli Studi di Bologna, I.R.R.S.A.E. Marche, Amm.ne Provinciale di Pesaro, Comunità

Montana Altavalmarecchia, Distretto Scolastico n°1, Amm.ne Comunale di Pennabilli. Recentemente Mateureka è stata inserita, con grande risalto, come “simbolo della creatività scientifica, da non perdere” sulla prestigiosa guida de La Repubblica *Emilia Romagna, il regno della Scienza: luoghi, persone, futuro*.

Riconoscimento al fondatore del museo da parte della Provincia di Pesaro Urbino con il premio *Apifarfalle* con la seguente motivazione: “Per avere con impegno pluriennale ricercato e reperito materiale attinente alla matematica, alla storia del calcolo, all’informatica ed in particolare riuscendo a procurare pezzi unici a livello europeo e di indubitabile valore storico culturale, rendendoli disponibili a titolo gratuito per l’allestimento del museo del calcolo e storia della matematica *Mateureka* in Pennabilli di cui tuttora mantiene pro bono la direzione scientifica”.

Farm Cultural Park, durante l’inaugurazione della mostra “City Rebels, storie di ribellione urbana”, tenutasi a Favara, Sicilia, ha riconosciuto ufficialmente il fondatore del Museo Mateureka come “ribelle urbano” per aver dedicato la propria vita e i propri studi alla divulgazione di temi scientifici e culturali rivolta soprattutto ai giovani e per aver fatto di Mateureka un motore di cultura e un sito di eccellenza per la divulgazione matematica. Le caratteristiche dei ribelli urbani sono: “visione, libertà, coraggio, senso della sfida; di norma agiscono individualmente, raramente mediano con il potere. Realizzano opere impossibili e inimmaginabili che passano alla storia, ribelli si nasce”. Un apprezzamento che riconosce la passione, la fatica e la solitudine di chi ha realizzato tutto senza altri contributi se non il proprio stipendio e liquidazione da insegnante (La Repubblica, 27 luglio 2022).

... e il piacere di “contare”?

Con l’avvento del computer si è avverato, finalmente, il sogno di Leibniz ed è giusto che ci sia un luogo, un racconto, un museo anche per il *piacere* di contare. Il Ministro dell’Istruzione Patrizio Bianchi ha inaugurato, il 16 luglio 2022, la nuova sede del **Museo di Informatica** di Pennabilli.

Mateureka e il museo gemello di Informatica narrano un unico racconto, suddiviso in due tempi:

il lungo e intelligente percorso seguito dall’uomo per passare dalla *fatica* al *piacere* di contare.

Matematica e calcolatore

Le basi teoriche dell’informatica, le radici dell’albero informatico, sono nella matematica: G. W. Leibniz (1671) e il suo sistema binario e George Boole (1847) con la sua algebra. Il concetto della numerazione binaria, alla base del funzionamento del computer, ripreso da Boole con la sua algebra, costituisce la base teorica per la progettazione dei circuiti logici. Nel museo di Informatica si fa la storia del calcolo automatico, con una particolare attenzione per gli uomini e le idee che hanno fatto del computer la macchina da calcolo per eccellenza. John von Neumann (1903-1957), matematico, pose le basi matematiche per lo sviluppo degli elaboratori elettronici. Alan Turing (1912-1954), logico matematico, è stato il padre della teoria della contabilità e antesignano dell’intelligenza artificiale. Claude Shannon (1916-2001), matematico statunitense, tra i fondatori della moderna teoria statistica dell’informazione, indicò tra l’altro la possibilità di applicare l’algebra di Boole alla progettazione logica dei circuiti di commutazione. Le prime applicazioni del calcolatore alla ricerca matematica hanno riguardato gli algoritmi (1936), l’Intelligenza Artificiale con l’analisi degli scacchi di Shannon (1950), la teoria del caos con l’attrattore strano di Lorenz (1963), il teorema dei quattro colori di Appel e Haken (1976), i frattali con l’insieme di Mandelbrot (1980) e nuovi sviluppi si avranno nel campo della robotica, dell’intelligenza artificiale, dei data science e big data analytics, settori dove la matematica può trovare le armonie e gli equilibri che li governano. Tutto questo non significa rinunciare all’uso del ragionamento e della creatività umana, ma arricchire la nostra intelligenza con uno strumento flessibile e potente, come quando si guarda il cielo attraverso un cannocchiale invece che a occhio nudo.

L’impatto delle nuove tecnologie è ormai pervasivo ma è vitale che tale progresso scientifico e tale crescita siano criticamente e consapevolmente guidate dagli esseri umani e non da freddi algoritmi. I due musei scientifici di Pennabilli ambiscono a diventare due fari culturali che indicano, specialmente alle giovani generazioni, che non dobbiamo

mai smettere di interrogarci su come funziona la tecnologia e che essa, da sola, non basta; occorre un dialogo fra scienze naturali e umane e capire che il valore supremo è la dignità degli esseri umani ed esser certi, nelle scelte che si fanno, che queste macchine non sfrutteranno né l'uomo, né i suoi sogni.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI F., *Le stravaganze della logica*, Mondadori, Milano 1992.
- Atlante di matematica*, Hoepli, Milano 1993.
- BAIS S., *Equazioni: le icone del sapere*, Dedalo, Bari 2010.
- BALDONI R., *La storia del calcolo*, Provincia di Pesaro Urbino, Pesaro 1996.
- BALDONI R., *Mateureka museo del calcolo*, Mateureka, Pennabilli 2005.
- BALDONI R., *Matematica antica*, Mateureka, Pennabilli 2010.
- BALZAROTTI e LAVA, *103 curiosità matematiche*, Hoepli, Milano 2010.
- BARROW J. D., *Da zero a infinito*, Mondadori, Milano 2001.
- BARROW J. D., *La luna nel pozzo cosmico*, Adelphi, Milano 1994.
- BARTOCCI e CIVALLERI, *Numeri*, Edizioni Codice, Torino 2014.
- BELLOS A., *Il meraviglioso mondo dei numeri*, Mondadori, Milano 2011.
- BENJAMIN A., *La magia della matematica*, Edizioni Codice, Torino 2016.
- BERLINSKI D., *I numeri e le cose*, Reslibri, Milano 2001.
- BERSANI R. e PERES E., *Matematica corso di sopravvivenza*, Mondolibri, Milano 1998.
- BERSANI R. e PERES E., *Matematica se la conosci non la eviti*, Salani, Milano 2010.
- BERTRAM M., *Atlante di matematica*, Giunti, Firenze 2018.
- BEUTELSPACNER A., *Le meraviglie della matematica*, Salani, Milano 2010.
- Biblioteca matematica*, edizione speciale per il Corriere della Sera, Milano 2018.
- BLATNER D., *le gioie del pi greco*, Garzanti, Milano 1999.
- BONOLA R., *La geometria non euclidea*, Zanichelli, Bologna 1975.
- BOOLE G., *L'analisi matematica della logica*, Bollati Boringhieri, Torino 1993.
- BOTTAZZINI, FREGUGLIA, TOTI, *Fonti per la storia della matematica*, Sansoni, Firenze 1992.
- BOYER C. B., *Storia della matematica*, Mondadori, Milano 1990.
- BROWN R., *Matematica in 30 secondi*, Logos, Modena 2012.
- BUNDI A., *L'automazione del ragionamento matematico*, Muzzio, Padova 1986.
- BUSSI e MASCHIETTO, *Macchine matematiche: dalla storia alla scuola*, Springer, Milano 2006.
- BUTTERWORTH B., *Intelligenza matematica*, Reslibri, Milano 1999.
- Calcolo matematico precolumbiano*, Bardi, Roma 2004.
- CAMPIGLIO A. e Eugeni V., *Dalle dita al calcolatore*, Bompiani, Milano 1990.
- CARRUCCIO E., *Mondi della logica*, Zanichelli, Bologna 1974.
- CASI F., *Il calcolo automatico*, Il mondo in casa, Arezzo 2009.
- CASTELNUOVO E., *I numeri*, Nuova Italia, Firenze 1962.
- CASTELNUOVO E., *Documenti di un'esposizione di matematica*, Boringhieri, Torino 1972.
- CASTELNUOVO e BARRA, *Matematica nella realtà*, Bollati Boringhieri, Torino 1976.
- CLARK M., *I paradossi dalla A alla Z*, Mondolibri, Milano 2004.
- CONTI L., *La matematizzazione dell'universo*, Porziuncola, Perugia 1992.
- CONTI F. e GIUSTI E., *Oltre i compassi, la geometria delle curve*, Carte Segrete, Roma 1995.
- CRESCHI L., *Le curve celebri*, Mondolibri, Milano 1988.
- CRILLY T., *50 grandi idee di matematica*, Dedalo, Bari 2009.
- D'AMORE B., *Lo sviluppo storico della matematica*, Armando, Roma 1992.
- D'AMORE B., *Matematica stupore e poesia*, Giunti, Firenze 2009.
- DANTZIG T., *Il numero. Linguaggio della scienza*, La Nuova Italia, Firenze 1965.
- DAVIS P., *La mente di Dio*, Mondadori, Milano 1993.
- DE FINETTI B., *La logica dell'incerto*, Il Saggiatore, Milano 1989.
- DEHAENES S., *Il pallino della matematica*, Mondadori, Milano 2000.
- De la machine a calculer de Pascal à l'ordinateur*, Cnam, Paris 1990.
- DELANAYE J. P., *Giochi finiti e infiniti*, Dedalo, Bari 2012.
- DEVLIN K., *Dove va la matematica*, Bollati Boringhieri, Torino 1994.
- DEVLIN K., *Il gene della matematica*, Longanesi, Milano 2002.
- DEVLIN K., *I problemi del millennio*, Mondolibri, Milano 2004.
- DEVLIN K., *I numeri magici di Fibonacci*, Mondadori, Milano 2012.
- DIEUDONNÉ J., *L'arte dei numeri*, Mondadori, Milano 1989.
- DI PALMA e LAMBERTI, *Le regole del regolo*, Bollati Boringhieri, Torino 2000.
- DOMENICI V. e D., *I nodi segreti degli Incas*, Sperling, Milano 2007.
- DUNHAM W., *Viaggio attraverso il genio*, Zanichelli, Bologna 1992.
- DUSAUTOY M., *L'enigma dei numeri primi*, Reslibri, Milano 2004.
- DUSAUTOY M., *Il disordine perfetto*, Rizzoli, Milano 2010.
- DUSAUTOY M., *L'equazione da un milione di dollari*, Reslibri, Milano 2010.
- EKELAND I., *Come funziona il caos*, Bollati Boringhieri, Torino 2010.
- ENRIQUES F. e AMALDI U., *Elementi di geometria*, Studio Tesi, Pordenone 1992.
- ENZENSBERGER H. M., *Il mago dei numeri*, Einaudi, Torino 1997.
- FARMELO G., *Equilibrio perfetto*, Il Saggiatore, Milano 2005.
- FERGUSON K., *La musica di Pitagora*, Longanesi, Milano 2009.
- FILOCAMO G., *Il matematico curioso*, Feltrinelli, Milano 2010.
- FILOCAMO G., *Mai più paura della matematica*, Feltrinelli, Milano 2011.
- FILOCAMO G., *La matematica è un'opera d'arte*, Gribaudo, Milano 2017.
- FONTANA M., *Percorsi calcolati*, Le Mani, Genova 1996.
- FRANCI R. e TOTI RIGATELLI L., *Introduzione all'aritmetica mercantile del medioevo e del rinascimento*, Quattro venti, Urbino 1982.
- FREGE G., *Leggi fondamentali dell'aritmetica*, Teknos, Roma 1995.
- FRENKEL E., *Amore e matematica*, Edizioni Codice, Torino 2014.
- GALILEI G., *Discorsi e dimostrazioni matematiche*, Einaudi, Torino 1990.
- Geni della matematica*, 59 volumi, RBA, Milano 2018.
- GHERSI I., *Matematica dilettevole e curiosa*, Hoepli, Milano 1988.
- GHEVERGHESE G., *C'era una volta un numero*, Il Saggiatore, Milano 2000.
- GIANGRANDI P., *Numeri e macchine*, Mathesis, Udine 2000.
- GLEICK J., *Caos*, Reslibri, Milano 1989.
- GÖDEL K., *Scritti scelti*, Bollati Boringhieri, Torino 2011.

- GOUQUENHEIM S., *Aristotele contro Averroè*, Reslibri, Milano 2009.
- Grandangolo Scienza, 40 volumi, Corriere della Sera, Milano 2017.
- Grandi idee della matematica, 40 volumi, Hachette, Milano 2019.
- GRAZIOTTI A., *Il quadrato magico dei vampiri*, Centro Culturale, Cattolica 1995.
- GUEN D., *Il teorema del pappagallo*, Tea, Milano 2003.
- GUERRAGGIO A., *15 grandi idee matematiche*, Mondadori, Milano 2013.
- GUILLEME, *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, 4 volumi, G. Olms, Paris 1967.
- GUILLEN M., *Le cinque equazioni che hanno cambiato il mondo*, Longanesi, Milano 1997.
- HAND D. J., *Il caso non esiste*, Reslibri, Milano 2014.
- HERSH R., *Cos'è davvero la matematica*, Mondolibri, Milano 2001.
- HODGES A., *Il curioso dei numeri*, Mondadori, Milano 2008.
- HOFFMAN P., *La vendetta di Archimede*, Bompiani, Milano 1990.
- HOFSTADTER D. R., *Gödel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano 1990.
- IFRAH G., *Storia universale dei numeri*, Mondadori, Milano 1989.
- IFRAH G., *Enciclopedia universale dei numeri*, Mondadori, Milano 2008.
- La biblioteca delle scienze, numerosi volumi su argomenti matematici editi dal mensile Le Scienze, Roma, nel 2011, nel 2015 e nel 2018.
- La matematica che trasforma il mondo, 60 volumi, RBA, Milano 2020.
- La matematica come un romanzo, edizione speciale per il Corriere della Sera, Milano 2014.
- Il libro della matematica, Gribaudo, Milano 2020.
- JONES T. G., *Il magico libro dei numeri*, Vallardi, Milano 2009.
- KAPLAN R., *Zero: storia di una cifra*, Reslibri, Milano 1999.
- KNORR W. R., *Textual studies in ancient and medieval geometry*, Birkhäuser, Boston 1989.
- KOLMOGOROV A. N., *Teoria delle probabilità*, Teknos, Roma 1995.
- L'alba dei numeri, Edizioni Dedalo, Bari 1987.
- Le radici storiche delle matematiche elementari, Zanichelli, Bologna 1983.
- Les chiffres, L'Aventurine, Paris 1995.
- LIVIO M., *La sezione aurea*, Reslibri, Milano 2003.
- LIVIO M., *L'equazione impossibile*, Mondolibri, Milano 2005.
- LIVIO M., *Dio è un matematico*, Reslibri, Milano 2009.
- LLOYD S., *Il programma dell'universo*, Einaudi, Torino 2006.
- LOBACHEVSKIJ N., *Nuovi principi della geometria*, Boringhieri, Torino 1969.
- LORIA G., *Le scienze esatte nell'antica Grecia*, Hoepli, Milano 1914.
- MACKENZIE D., *L'universo senza parole*, Rizzoli, Milano 2016.
- MANARES M., *Matematica e cultura in Europa*, Springer, Milano 2005.
- MAOR E., *All'infinito e oltre*, Mursia, Milano 1993.
- MARTIN H., *Les signes numéraux*, V Tome Annali di Matematica, Roma 1864.
- MateinItaly, Egea, Milano 2014.
- Matematica, Garzanti, Milano 2013.
- Matematica, opera in 30 uscite su La Gazzetta dello Sport, Milano 2024.
- Mondo matematico, 50 volumi, RBA, Milano 2011.
- MOSCOVICH I., *Matemagica*, Rizzoli, Milano 2015.
- NETZ e NOEL, *Il codice perduto di Archimede*, Reslibri, Milano 2007.
- Numeri, Zanichelli, Bologna 1990.
- OSSERMANN R., *Poesia dell'universo*, Longanesi, Milano 1996.
- O'SHEA D., *La congettura di Poincaré*, Reslibri, Milano 2007.
- Perché esiste qualcosa invece di nulla?, Itacalibri, Ravenna 2004.
- ODIFREDDI P., *La matematica del novecento*, Mondadori, Milano 2000.
- ODIFREDDI P., *C'era una volta un paradosso*, Einaudi, Torino 2001.
- ODIFREDDI P., *Il diavolo in cattedra*, Einaudi, Torino 2003.
- ODIFREDDI P., *Le menzogne di Ulisse*, Longanesi, Milano 2004.
- ODIFREDDI P., *Penna, pennello e bacchetta*, Mondolibri, Milano 2005.
- ODIFREDDI P., *Il matematico impertinente*, Longanesi, Milano 2005.
- ODIFREDDI P., *C'è spazio per tutti*, Mondadori, Milano 2010.
- ODIFREDDI P., *Una via di fuga*, Mondadori, Milano 2011.
- ODIFREDDI P., *Abbasso Euclide*, Mondadori, Milano 2013.
- ODIFREDDI P., *Il museo dei numeri*, Rizzoli, Milano 2014.
- PAPPAS T., *Le gioie della matematica*, Muzzio, Padova 1995.
- PEITGEN H. O. e RICHTER P. H., *La bellezza dei frattali*, Bollati Boringhieri, Torino 1987.
- PENROSE R., *La strada che porta alla realtà*, Rizzoli, Milano 2005.
- PERNIOLA A., *Matematica H 24*, Espress, Torino 2021.
- PICKOVER C., *Il libro della matematica*, Logos, Modena 2012.
- RADICE L. L., *La matematica da Pitagora a Newton*, Editori Riuniti, Roma 1992.
- REGGE T., *Infinito*, Mondadori 1994.
- RIEMANN B., *Sulle ipotesi che stanno alla base della geometria*, Bollati Boringhieri, Torino 1994.
- RIMONDI A., *I teatri della matematica*, Erickson, Trento 2021.
- Rivoluzioni matematiche, volumi editi dal mensile Le Scienze, Roma 2022.
- ROVELLI C., *La realtà non è come appare*, Cortina, Milano 2014.
- RUSSELL B., *Introduzione alla filosofia matematica*, Newton, Roma 1991.
- RUSSELL B., *I principi della matematica*, Bollati Boringhieri, Torino 2011.
- SAWYER W. W., *Preludio alla matematica*, Mondadori, Milano 1962.
- SEIFE C., *Zero*, Bollati Boringhieri, Torino 2002.
- SINGH S., *L'ultimo teorema di Fermat*, Reslibri, Milano 1997.
- SINGH S., *La formula segreta dei Simpson*, Mondolibri, Milano 2014.
- STOBHAN R., *Il re dello spazio infinito*, Mondolibri, Milano 2006.
- SMULLYAN R., *Satana, Cantor e l'infinito*, Reslibri, Milano 1994.
- SOUZA M. H., *21 teoremi matematici*, Newton, Roma 2020.
- STEWART I., *La piccola bottega delle curiosità matematiche*, Le Grazie, Roma 2010.
- STEWART I., *I grandi problemi della matematica*, Mondolibri, Milano 2014.
- STEWART I., *Le 17 equazioni che hanno cambiato il mondo*, Le Scienze, Roma 2019.
- STJAZKIN N. I., *Storia della logica*, Editori Riuniti, Roma 1980.
- THUAN T. X., *Lo scienziato e l'infinito*, Dedalo, Bari 2014.
- TOBIAS S., *Come vincere la paura della matematica*, Longanesi, Milano 1995.
- TRENTI P., *L'astrolabio*, Stampalternativa, Viterbo 1989.
- VESPRI V., *Le anime della matematica*, Diarkos, Reggio Emilia 2023.
- ZELLINI P., *Breve storia dell'infinito*, Mondadori, Milano 1995.
- ZELLINI P., *Gnomon*, Adelphi, Milano 1999.
- ZICHICHI A., *L'infinito*, Mondolibri, Milano 1998.
- WARS K. et al., *Il libro della matematica*, Gribaudo, Milano 2020.
- WELLS D., *Personaggi e paradossi della matematica*, Mondadori, Milano 2002.
- WOODCOOK e DAVIS, *La teoria delle catastrofi*, Garzanti, Milano 1982.

BIBLIOMEDIATECA

La mediateca del museo consente ai visitatori di accedere a fonti audiovisive (CD, DVD, videocassette, dischi ottici, floppy disk, video, audio...) che utilizzano l'animazione e la computer grafica per rendere più chiari ed attraenti i principi matematici ed anche di seguire corsi interattivi sulla matematica, pubblicati a dispense da numerosi editori.

Fare matematica, corso interattivo al computer in 40 lezioni, BCM, Roma 1997.

Menti matematiche, 10 DVD, Le Scienze, Roma 2009.

Beautiful minds, 20 DVD, L'Espresso, Roma 2010.

L'enigma dei numeri primi, 1 DVD, Cinehollywood, Milano 2010.

Viaggio nella matematica, 4 DVD, Cinehollywood, Milano 2010.

The code: il mistero dei numeri, 3 DVD, Cinehollywood, Milano 2012.

I principi della matematica, 2 DVD, Documentaria, Milano 2013.

L'avventura della matematica, 12 DVD, Corriere della Sera, Milano 2013.

Metron: la matematica delle misure, 3 DVD, Cinehollywood, Milano 2014.

La matematica raccontata da Odifreddi P., 10 DVD, L'Espresso, Roma 2015.

Gli algoritmi che hanno cambiato il mondo, 1 DVD, Cinehollywood, Milano 2016.

Le conquiste della matematica, 15 DVD, Corriere della Sera, Milano 2016



Renzo Baldoni

Renzo Baldoni, nato a Pennabilli il 10/08/1950, è stato Sindaco di quel comune e Presidente del Parco Interregionale del Sasso Simone e Simoncello. È docente emerito di Tecnologia. È fondatore e attuale direttore scientifico di Mateureka – Museo del Calcolo, e fondatore del Museo di Informatica e storia del Calcolo. Ha ricevuto numerosi riconoscimenti scientifici, tra cui il Premio Nazionale Montefeltro 2014 per la sezione Cultura e Scienza. È autore di numerosi libri e di oltre 70 articoli scientifici e didattici. Ha curato varie mostre scientifiche. Attualmente è impegnato alla realizzazione dello Science Center MOT – Montefeltro Technopolis.