



Cesare Baj

Mathematicus a scuola

*Breve presentazione per il mondo della didattica
a complemento della presentazione generale*

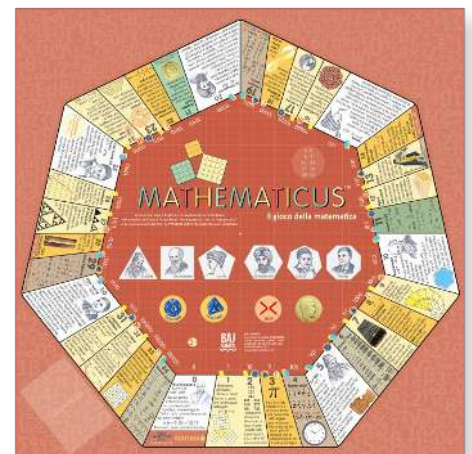
Il gioco si presta a un uso esteso in campo didattico, offrendo stimoli e opportunità di sperimentazione in ogni campo della matematica. L'impiego di strumenti di calcolo "manuali", la pratica del calcolo mentale e la famigliarizzazione con sistemi di numerazione esotici sono elementi che stimolano lo sviluppo di una sensibilità matematica.

Inoltre si è inteso offrire un approccio alla matematica con una prospettiva storica, attraverso l'impiego di strumenti di calcolo antichi e i molti riferimenti alle matematiche delle civiltà del passato. Riteniamo che questo approccio renda la materia più interessante, per il fascino che le civiltà scomparse hanno su ognuno di noi.

L'approccio storico e multiculturale intende trasmettere il messaggio che la matematica è frutto dello sforzo e delle conquiste intellettuali di molteplici civiltà nel corso delle epoche e che quindi è una forma di cultura universale e cosmopolita.

In sintesi, le caratteristiche del gioco si possono così definire:

- *Mathematicus* è un gioco con regole precise, con uno svolgimento articolato e studiato per avere un notevole livello di interazione tra giocatori.
- *Mathematicus* è studiato per essere giocato a vari livelli diversi, ma anche per stimolare chi gioca ai livelli inferiori a prendere familiarità con questioni matematiche di livello superiore.
- I 416 cartellini di *Mathematicus* presentano in totale più di 1.600 quesiti di carattere aritmetico, geometrico o logico aventi a che fare con la matematica o che prendono spunto dalla fisica, la biologia, l'astronomia, le scienze, la tecnologia.
- La tavola, il libro e i cartellini presentano, nel loro complesso, seppure in forma breve, la biografia di 23 celebri matematici.
- È stimolata l'attività di preparazione da parte degli utenti di cartellini "custom", rispondenti a particolari requisiti o temi o di livello diverso da quelli in dotazione. A questo scopo l'editore fornisce, a parte, mazzi di cartellini bianchi scrivibili. Questa attività può avere un interessante risvolto didattico.
- Una particolare enfasi è data ai sistemi di numerazione antichi ed esotici, tema di una ventina di cartellini specifici monotematici. Si ritiene che la conoscenza e la pratica di sistemi di numerazioni diversi (base 2, 10, 20, 60; sistemi additivi, posizionali, misti) sia altamente formativa, al pari della conoscenza di una o più lingue diver-



se. Giocando in modalità basica e normale si è chiamati al semplice riconoscimento di numeri nei diversi sistemi di numerazione.

La struttura dei diversi sistemi di numerazione (babilonese, egizio, maya, arabo, romano, cinese e binario) è spiegata nella prima parte del libro allegato di 176 pagine.

I 9 cartellini avanzati richiedono l'esecuzione di calcoli in base a variabili definite con il lancio di dadi e la composizione del risultato con le cifre di uno dei sistemi di numerazione citati, grazie alle 165 apposite tesserine.

- La pratica del calcolo mentale, con difficoltà commisurate ai diversi livelli del gioco, è richiesta in quasi ogni aspetto del gioco, ovviamente sorretta dalla proibizione dell'uso di calcolatrici elettroniche. Pratica di cui si sente sempre più spesso parlare a ogni livello come "arte perduta", meritevole di una sostanziosa rivalutazione.
- Il gioco stimola al trattamento del numero non come pura immisione di dati e ottenimento di un risultato in base a un algoritmo perlopiù sconosciuto (come negli apparati elettronici), ma a toccare con mano l'evoluzione del calcolo e il flusso dei dati verso il risultato. Per questo sono stati adottati il regolo logaritmico (in edizione semplificata) e i Bastoncini di Nepero come strumenti da utilizzare per eseguire calcoli e dare risposte a domande. Il regolo logaritmico, in particolare avvicina l'utente all'universo "analogico", di elevato interesse culturale e formativo, con le sue caratteristiche diversissime dall'ormai imperante mondo "numerico".
- Il libro allegato, nella seconda parte, riprende e amplia la trattazione dei temi delle 35 caselle e illustra le (più elementari) particolarità di ciascuno dei 35 numeri delle caselle della tavola da gioco. Ciò per trasmettere il concetto che ogni numero ha una sua personalità, sovente una storia, e che ogni aspetto anche minimo della matematica può avere implicazioni curiose, sviluppi imprevedibili e aperture verso nuovi filoni di interesse e di ricerca.
- Inoltre, pur non avendo a che fare con il gioco, sono stati inclusi, da fotocopiare, strumenti di rilevamento di angoli e un regolo, anch'esso analogico, per la risoluzione di problemi con triangoli rettangoli, utili per gli esperimenti di astronomia, topografia e navigazione, descritti nel libro. Le pagine sono riportate più avanti.
- Il gioco è l'elemento più importante di una serie di prodotti di divulgazione della matematica che allo stato attuale sono i seguenti:
 - ◊ Stomachion - Il gioco matematico di Archimede
 - ◊ Bastoncini di Nepero - Calcolare con il metodo inventato da John Napier
 - ◊ Prontuario della moltiplicazione - Calcolare con le lamine, geniale strumento inventato da John Napier (in preparazione)
 - ◊ Solidi a spessore costante

realizzati in legno e cartotecnica, ciascuno corredato da un corposo libretto.

Questi e altri kit che seguiranno su vari temi della matematica e sue applicazioni possono essere utilizzati nella scuola per acquisire conoscenze in modo piacevole e attraverso interessanti sperimentazioni.

Sommario del libro

Il gioco in modalità avanzata

pagina 2

Giocare

con gli strumenti di calcolo

Regolo Calcolatore

Bastoncini di Nepero

Giocare

con i sistemi di numerazione

Numeri arabi

Numeri cinesi

Numeri egizi

Numeri romani

Numeri Maya

Numeri babilonesi

Numeri binari

Esempi di problemi

nel gioco avanzato

Il calcolo mentale

Il gioco avanzato progressivo

I materiali del gioco

Numeri curiosi

pagina 45

Appendici

pagina 158

CARTELLINI CON DOMANDE RIGUARDO A SISTEMI DI NUMERAZIONE

029

I Moksha sono un gruppo etnico appartenente al ramo del Volga dei popoli ugro-finnici. Usano un sistema di numerazione additivo fin dall'età della pietra, chiaramente derivato dalla loro pratica di incidere tacche su legno, corteccia o creta. La composizione dei numeri (da destra a sinistra) è molto intuitiva e la semplicità del sistema agevola le operazioni di somma.

Esempi di numeri:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 15 17 20 25

50 72 667

100 500 1.000

1-4 Ora lancia il dado tetraedrico e di il numero Moksha indicato.

1 2 3 4

1 6 2 157 3 8 giorni 4 48 cm

398

I Cretesi della metà del II millennio a.e.c. scrivevano in "lineare B" su tavolette di terracotta. Il sistema numerico era semplice, additivo, in base 10, con pochi simboli che venivano affiancati, la cui somma rappresentava i numeri.

La tavoletta KN-903 D a 01 è un registro di animali trattati al mercato, conservata al Museo Archeologico di Heraklion e tradotta dall'archeologa Rita Roberts. Essa bene illustra come i numeri venivano composti.

dal mercato di Wato montoni pecore tori

130 17 41 2 4

vacche maiali scrofe tori vacche

1-4 Ora lancia il dado tetraedrico e di il numero cretese indicato.

1 2 3 4

1 93 2 si 3 stessa probabilità 4 si

390

Gli Inupiat dell'Alaska contano con un sistema in base 20. Per soddisfare la possibilità di fare calcoli nel rispetto della loro cultura tradizionale, un gruppo di studenti di Kaktovik ha elaborato nel 1994 un sistema numerico posizionale in base 20. Il sistema si è diffuso e il "bilinguismo matematico" base-10/base-20 pare faccia ottenere voti migliori della media all'università. Inoltre questo sistema facilita incredibilmente le divisioni. In alto, le 19 cifre. Ecco alcuni esempi di numeri:

Notiamo che 1111 in base 20 vale 421, ovvero $1 \times 20^2 + 1 \times 20^1 + 1 \times 20^0$.

Ora lancia il dado tetraedrico e di il numero Inupiat indicato.

1-2 1' 2' 3' 4'

3-4 1' 2' 3' 4'

1 no 2 2 3 420 4 1.272 miglia

Tre dei 16 cartellini usati anche nel gioco basico e normale in cui è richiesto di riconoscere un numero scritto in un sistema di numerazione diverso. Il giocatore lancia il dado tetraedrico e deve riconoscere il numero indicato dal dado. Il cartellino 390 presenta quesiti più semplici per i livelli di gioco più bassi (1 e 2) e quesiti più difficili per i livelli di gioco più alti. Le risposte sono sul retro di ciascun cartellino (non visibili sul fronte).

CARTELLINI AVANZATI

4 **1' 15"**
Calcola $2 \cdot 3 : 4$, sottrai 1 e componi il risultato.

5 **1' 30"**
Se ciascuno dei 5 membri di una famiglia Maya consuma 2 quilli di cioccolata all'anno [1 quilli = 15 l], calcola quanti quilli la famiglia consuma in 1 anni e componi il risultato.

6 **2'**
Area del cerchio definita nel *Papiro Rhind*: $(8 \times \text{diametro} / 9)^2$. Calcola con questa formula il volume di un cilindro il cui cerchio di base ha un diametro di $4,5$ mh e un'altezza di $1/8$ mh, dove il simbolo $1/8$ è la parte dell'occhio del dio Horus che rappresenta la frazione, secondo la tradizione dei matematici egizi. Infine componi il risultato.

7 **45"**
CALCOLO MENTALE
La somma dei numeri da 1 a n si ricava con la formula $n \times (n + 1) / 2$. Ora calcola la somma dei numeri da 1 a 10 .

8 **1' 15"**
I Babilonesi, per eseguire la moltiplicazione di due numeri, usavano tavole di quadrati e applicavano la formula $a \times b = [(a + b)^2 - a^2 - b^2] / 2$ o anche $a \times b = [(a + b)^2 - (a - b)^2] / 4$. Applica una delle formule per $a = 3$ e $b = 4$ e componi il risultato.

9 **1' 15"**
I finimenti usati in Occidente permettevano al cavallo di erogare, nel tiro, la potenza di 350 W. Quelli inventati in Cina nel I millennio a.e.c. 1.000 W. Calcola la potenza in kW di $(4 \times 4) + 100$ cavalli cinesi e componi il risultato.

10 **1'**
Calcola $(N_{\text{Cas}_2} + 10) \times 2$ e componi il risultato.

11 **1' 30"**
La nave portacontainer *OOCL Hongkong* carica 5.342 container. Quanti container può portare in 10 viaggi?

12 **30"**
La densità stellare nell'area del nucleo galattico è di 4,6 milioni di stelle per grado quadrato. Quante stelle in 4 gradi quadrati?

Uno dei 9 cartellini che si usano nel gioco avanzato per le domande riguardanti i sistemi di numerazione diversi, il calcolo mentale, il regolo calcolatore e i bastoncini di Nepero.

Alcuni dei numeri da inserire nei calcoli sono dati dal lancio di dadi. In alcuni casi il giocatore deve interpretare numeri in un sistema diverso (la legenda si trova nelle caselle sulla tavola da gioco; a fianco, come esempio, le caselle con i numeri maya ed egizi); poi si deve fare un calcolo e comporre il risultato nel sistema di numerazione considerato. Ciò si fa grazie alle 165 tessere che riportano le cifre nei diversi sistemi di numerazione (qui sotto, alcuni esempi).



6 Numeri Maya

0	11
1	12
2	13
3	14
4	15
5	16
6	17
7	18
8	19
9	20
10	45
11	59
12	100

11 Numeri egizi

1	10	100
1000	10.000	
100.000	1.000.000	
11.327		
1.211.200		

I TEMI DELLE CASELLE NEL LIBRO

Per ogni casella da 0 a 35 viene indicato quel che il giocatore è tenuto a fare capitando sulla casella, alcune curiosità riguardo al numero e la trattazione ampliata del tema della casella. Ecco un esempio.

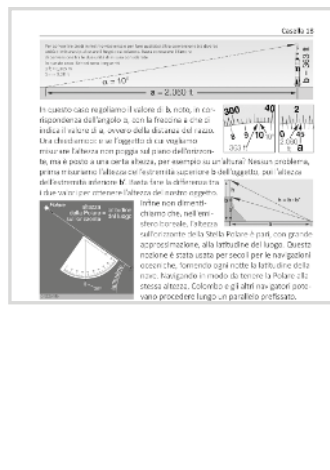
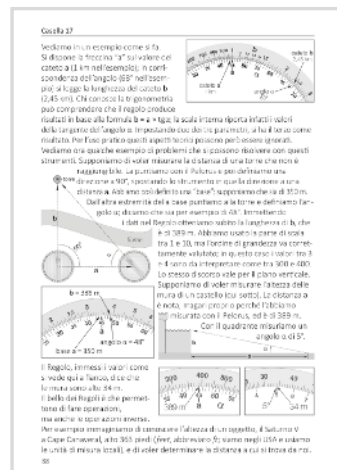
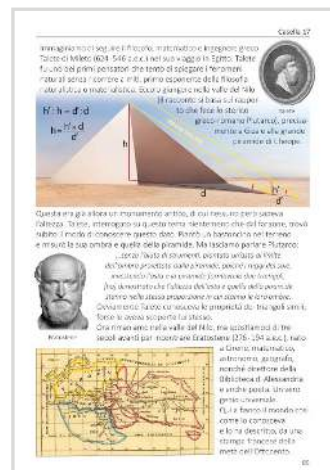
17

Nel gioco. Se il giocatore risponde correttamente alla domanda lascia la pedina sulla casella e guadagna un gettone "Tira il dado" dodecaedrico, se presente sulla tavola.

Il numero • È il più piccolo primo che è somma di due quarte potenze: $1^4 + 2^4 \cdot 17 = 3^4 - 4^3 \cdot 17 = 2^3 + 3^2 \cdot 17$ • È il più piccolo primo la cui somma delle cifre è un cubo: $1 + 7 = 8 = 2^3$ • È l'unico primo che è somma di quattro primi consecutivi: $17 = 2 + 3 + 5 + 7$ • 17 è primo e anche 71 è primo • Venerdì 17 è considerato infausto in Italia da tempi immemorabili, probabilmente a causa della scritta presente sulle tombe romane VIXI ("vissi") composta dalle lettere VI e XI, che interpretate come numeri danno come somma 17: le vie della superstizione sono infinite... • Tra i primi 100 milioni di numeri primi, quelli che finiscono con 17 sono più numerosi di quelli che terminano con qualsiasi altra coppia di cifre • Se tra le cifre dei due primi gemelli 17 e 19 si inserisce un nove si ottiene una coppia di primi gemelli di tre cifre: 197 e 199 • $17 + 2^1, 17 + 2^1 + 2^2, 17 + 2^1 + 2^2 + 2^3, 17 + 2^1 + 2^2 + 2^4$ e $17 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4$ sono primi • Non ci sono primi consecutivi che differiscono per 17 • L'espressione $n^2 + n + 17$ è particolare: attribuendo a n i valori da 0 a 15 si ottengono numeri primi tra 17 e 257 • La somma delle cifre del cubo di 17, che è il numero 4.913, è 17; infatti $4 + 9 + 1 + 3 = 17$ • Un numero con più di due cifre è divisibile per 17 se la differenza fra il numero ottenuto eliminando la cifra delle unità e il quintuplo della cifra delle unità è 0, 17 o un multiplo di 17; esempio: 3.026 è divisibile per 17 se lo è il numero $302 - (5 \times 6) = 272$; ripetendo l'operazione, 272 è divisibile per 17 dato che il numero $27 - (5 \times 2) = 17$ •

La misura. La misurazione o, comunemente, misura, è l'attribuzione di un valore ...

Seguono 6 pagine (qui sotto) sul tema della misura, in cui si trattano alcuni temi, anche storici, e si invita a fare alcuni esperimenti grazie agli strumenti da ritagliare e comporre, presenti in appendice o scaricabili dal sito.



STRUMENTI DA FOTOCOPIARE E RITAGLIARE per gli esperimenti descritti nel libro

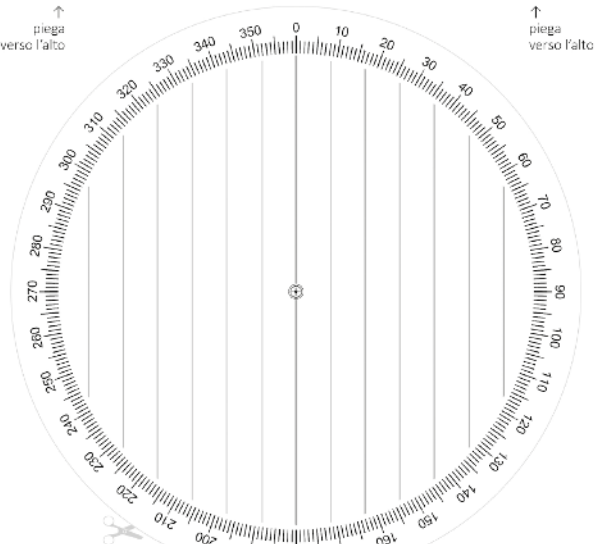
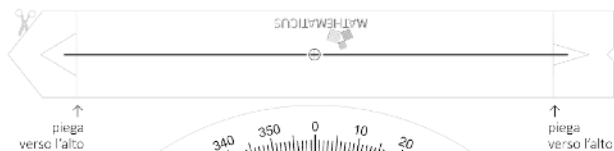
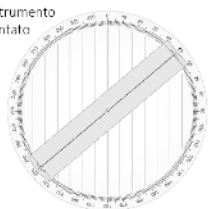
APPENDICE 2

Strumenti da fotocopiare

Quadrante azimutale o Pelorus

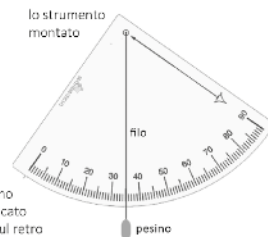
Fotocopia e incolla su un cartoncino spesso e piano le parti e ritagliatele. Pratica i fori e assembli lo strumento con un ribattino o una graffia "fermacampioni". Le parti rialzate servono per mirare nella direzione desiderata.

lo strumento
montato



Vuoi una versione elettronica
ad alta risoluzione stampabile
degli strumenti?
Vai su
Mathematicus.it
alla sezione DOWNLOAD.

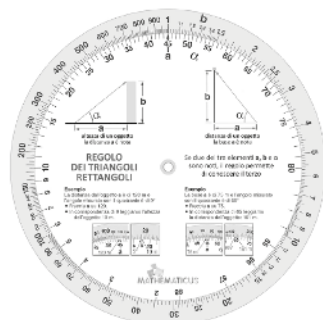
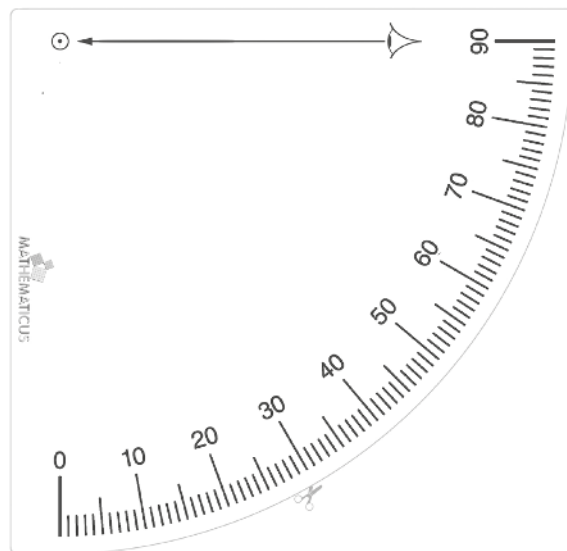
lo strumento
montato



Quadrante

Fotocopia e incolla su un cartoncino spesso e piano il quadrante e ritagliatelo. Fissa poi nel punto indicato dal cerchietto un filo a piombo, bloccando il filo sul retro con nastro adesivo.

Mirando a una certa altezza il filo indica sulla scala l'altezza sull'orizzonte del punto mirato.



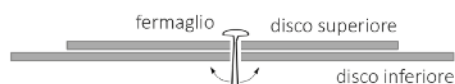
lo strumento
montato



Regolo dei triangoli rettangoli

Fotocopia e incolla su un cartoncino spesso e piano i due dischi, ritagliateli, pratica i fori centrali e assemblali con un ribattino o un fermaglio. Prima di fare il foro, rinforza l'area con uno o due pezzetti di nastro adesivo.

Nella pagina a fianco, lo strumento come appare dopo il montaggio.



disco inferiore

