

## L'ARCHIVIO STORICO AMMA È ONLINE

L'Archivio Storico Amma è presente, con tutte le sue attività e realizzazioni, nel sito Internet [www.amma.it](http://www.amma.it). Per accedere all'Archivio, dopo essere entrati nel sito, occorre aprire la sezione "I Servizi" e, all'interno di questa, la voce "Culturale-Storico".

Sono disponibili le seguenti informazioni:

**CATALOGO IMPRENDITORI:** è la trasposizione, aggiornata, del volume *"Imprenditori piemontesi - Progetto per un repertorio"*. Raccoglie la bibliografia essenziale relativa a oltre 7.000 nominativi o ragioni sociali, per un arco di tempo compreso fra il 1750 ed il 1911. Dotato di un apposito motore di ricerca, può essere consultato o per lettera dell'alfabeto o per singolo nominativo.

**FONDO ANTICO:** contiene le schede bibliografiche dei manoscritti e volumi presenti nell'Archivio Storico AMMA per il periodo compreso fra il 1466 ed il 1848.

Sotto la rubrica "**Campi di Attività**" sono comprese le seguenti voci:

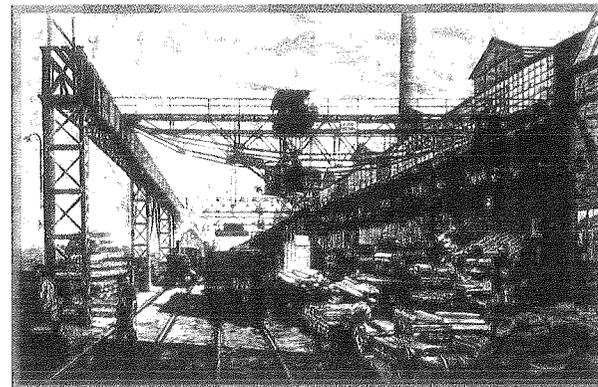
**RIVISTA "LE CULTURE DELLA TECNICA":** Sino al numero 8 sono pubblicati unicamente gli indici; dal numero 9 in poi la rivista viene pubblicata integralmente.

**I QUADERNI DE "LE CULTURE":** riguarda i volumi *"Manifatture, tecnologia e gruppi sociali nell'età di Carlo Alberto"*, di Silvano Montaldo e gli atti del convegno *"I produttori alle esposizioni"*. Di entrambi sono pubblicati l'indice e l'introduzione.

(SEGUE IN 3<sup>A</sup> DI COPERTINA)

ARCHIVIO STORICO AMMA

## LE CULTURE DELLA TECNICA



### DIREZIONE

Carlo Olmo  
Pier Luigi Bassignana  
(Direttore Responsabile)

### SEGRETARIA REDAZIONE

Maria Rosa Canardi - Tel. (011) 5718333

### DIREZIONE - REDAZIONE

Via Vela 17 - 10128 Torino  
Tel. (011) 5718333 - Fax (011) 5718379

### STAMPA

eHORIZON - Torino

Semestrale

Registrazione presso il Tribunale di Torino N. 4662 del 25 Marzo 1994

Spedizione in abbonamento postale

© Edizioni AMMA

## LA MACCHINA STENOGRAFICA DI GIUSEPPE PEANO\*

ERIKA LUCIANO - CLARA SILVIA ROERO

Hanno sinora collaborato:

Cristina Accornero - Sergio Angelucci - Cristina Banfo - Andrea Barghini - Pier Luigi Bassignana - Louis Bergeron - Giuseppe Berta - Mariella Berra - Ivano Bollati - Josette Bouvard - Daniela Caffaratto - Carlo Capranico - Gaia Caramellino - Adriana Castagnoli - Valerio Castronovo - Antonietta Cerrato - Luigi Cerruti - Serge Chassagne - Benvenuto Chiesa - Roberta Chionne - Yves Cohen - Michela Costantini - Michel Cotte - Piero Craveri - Luciano Cresci - Adelmo Crotti - Annalisa Dameri - Federico De Ambrosis - Alessandro De Magistris - Silvia Dacomo - Luisa Dolza - Giulietta Fassino - Alberto Friedemann - Elena Frugoni - Roberto Gabetti - Gérard Gayot - Paolo Galluzzi - Valeria Garuzzo - Raffaella Gobbo - Piero Gondolo della Riva - Gian Maria Gros-Pietro - Alessandro Gusmano - Andrea Lanza - Serge Latouche - Umberto Levra - Gianfranco Lovera - Maurizio Lucat - Erika Luciano - Raimondo Luraghi - Orsola Malinconico - Chiara Mancinelli - Silvia Mantovani - Vittorio Marchis - Angelo Raffaele Meo - Silvano Montaldo - Simone Muscolino - Stefano Musso - Filippo Nieddu - Carlo Olmo - Laura Palmucci - Stefano Parise - Pier Paolo Peruccio - Antonio Rava - Massimo Rei - Clara Silvia Roero - Cristina Rovetti - Michela Rosso - Alfredo Salsano - Luisa Sassi - Giulio Scarsella - Paolo Scrivano - Frédéric Seitz - Maria Luisa Sturani - Janina Urussowa - Mario Verdun - Pompeo Vagliani - Alessandro Vitale Brovarone

FRA I RISVOLTI MENO NOTI della poliedrica attività di Giuseppe Peano (1858-1932) spicca la sua abilità nell'individuare e realizzare ricadute applicative di concetti matematici, testimoniando così – oltre alla celebre acutezza critica – anche un'attenta sensibilità sociale.<sup>1</sup> Gli studi di matematica attuariale, l'impegno a favore della creazione di una lingua internazionale volta a facilitare la comunicazione scientifica, gli interessi tipografici connessi alla stampa dei testi non sono che alcuni esempi della sua sorprendente capacità di elaborare soluzioni per problemi di vita quotidiana, adoperando il medesimo rigore e la stessa lucidità di analisi che contraddistinguono la sua produzione scientifica. Particolare attenzione viene anche dedicata da Peano a un settore quanto mai inatteso, quello della stenografia, per il quale egli progetta e realizza una macchina.

### I. LA NUMERAZIONE BINARIA APPLICATA ALLA STENOGRAFIA

NELLA SEDUTA DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE di Torino del 13 novembre 1898 Peano presenta una comunicazione curiosamente intitolata *La numerazione binaria applicata alla stenografia*, in cui avanza l'idea di elaborare una nuova forma di stenografia basata sulle proprietà del sistema di numerazione binario e delinea il progetto di una macchina da stampa che sia in grado di realizzare tale forma di scrittura. In questo lavoro coglie l'occasione di coniugare, in modo del tutto originale, l'interesse per i problemi tipografici di stampa dei testi ai risultati di alcune sue ricerche storico-bibliografiche sull'evoluzione dell'aritmetica binaria. La nota si apre infatti con alcuni paragrafi destinati a ripercorrere i contributi dei matematici che, nel corso dei secoli, hanno dedicato attenzione ai sistemi di numerazione diversi dal decimale. Il primo richiamo è all'opera di Gottfried Wilhelm Leibniz che "fece vedere che le proprietà d'ogni sistema di numerazione sono, in questa base, ridotte a forma semplicissima."<sup>2</sup>



FIG. 1. MONETA CHE RAFFIGURA LEIBNIZ E IL SIGNIFICATO MISTICO ATTRIBUITO ALLA NUMERAZIONE BINARIA.

Segue un breve accenno a queste proprietà: le operazioni elementari, e soprattutto la moltiplicazione e la divisione, risultano nettamente semplificate in questa base poiché la tavola pitagorica scompare – essendo sufficiente sapere che  $1 \times 1 = 1$  e  $0 \times 1 = 0$  – mentre la divisione si esegue “senza tentativi”, poiché, nuovamente, il quoziente non può che essere 0 oppure 1. Anche su questo tema, come già nell’ambito della logica matematica, Peano sottolinea con particolare enfasi l’influenza esercitata su di lui dalle riflessioni del matematico tedesco, del quale è profondo conoscitore ed estimatore. Leibniz, infatti, per primo studia con sistematicità le “meravigliose proprietà” matematiche della diadica ma, nello stesso tempo, si dimostra attento nel percepirne i risvolti filosofici. Ama ad esempio presentare l’aritmetica binaria come metafora della Creazione divina di tutte le cose dal nulla e – proprio per questo motivo – nell’inverno del 1697, propone al duca Rudolf August di Braunschweig la realizzazione di una medaglia (fig. 1) recante la dicitura “Imago Creationis” e, a fianco, alcuni numeri scritti in base 2. Inoltre, grazie a questi studi – come ricorda Peano – Leibniz giunge, nel 1701, con la collaborazione del missionario gesuita Joachim Bouvet, a fornire un significato all’enigmatico sistema dei sessantaquattro esagrammi di Fohy (fig. 2) attribuendo il numero uno al tratto unito e lo zero a quello spezzato.

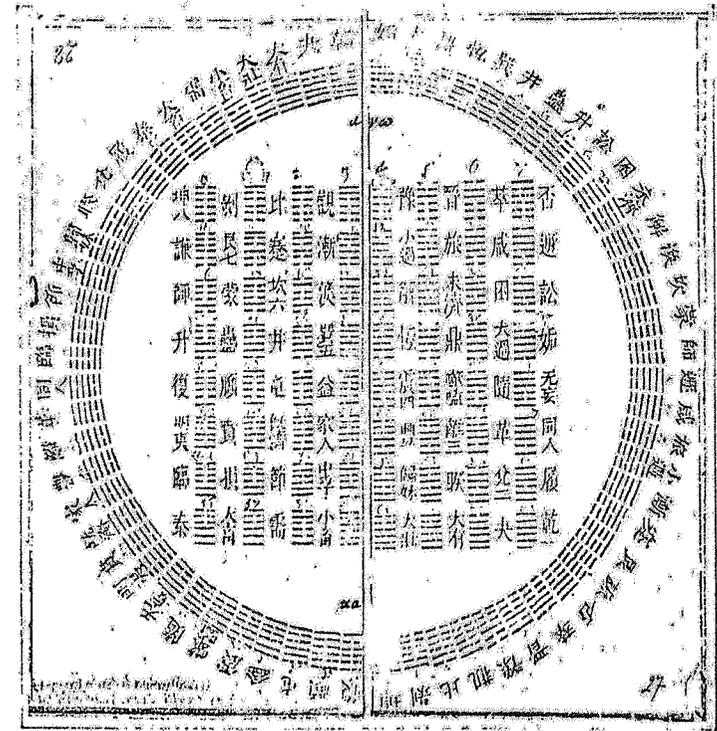


FIG. 2. I 64 ESAGRAMMI DI FOHY

Peano sembra ritenere il sistema di numerazione binario utile soprattutto per fini applicativi: di tutti gli autori che menziona in questo *excursus* sottolinea quasi esclusivamente le ricadute pratiche che hanno elaborato e, in questo atteggiamento, si differenzia dunque in modo netto da Leibniz, orientato a prediligere l’aritmetica diadica in primo luogo per ragioni teoriche ed estetiche: le leggi di periodicità nelle successioni numeriche che fanno emergere un “ordine meraviglioso”. Peano annota, ad esempio: “Il Leibniz accenna ad applicazioni all’analisi, e l’applicazione pratica ai pesi e alle monete, poiché con questo sistema si determinano i pesi, entro dati limiti, col minimo numero di pesi campioni additivi.”<sup>3</sup>

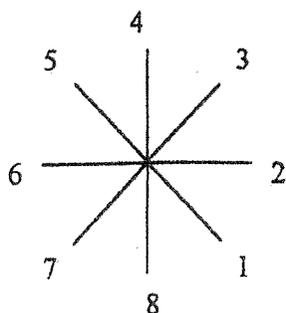


FIG. 3. L'ASTERISCO DELLA MACCHINA TIPOGRAFICA DI PEANO.

Menzionando il contributo di Édouard Lucas sottolinea invece: "Fra gli Autori successivi che si occuparono un po' diffusamente dello stesso soggetto, menzionerò E. Lucas, *Récréations mathématiques*, a. 1891, t. I, p. 145-160. Egli dice che questo sistema si presterebbe più naturalmente d'ogni altro alla costruzione di macchine aritmetiche. [...] Ivi l'Autore applica la numerazione binaria ad alcune ricreazioni."<sup>4</sup>

Un'ulteriore applicazione del sistema binario si ha poi nelle classificazioni dicotomiche introdotte da Jean-Baptiste Lamarck e riprese da André-Marie Ampère. Infine, Peano torna a citare Leibniz che riconobbe nelle figure o *Kwa* di *Fohy* del testo sapienziale *I Ching* i primi 64 numeri scritti nel sistema binario. La conclusione cui giunge è, comunque, che: "Questi vantaggi del sistema binario non sono però sufficienti per sostituirlo, come alcuno ha proposto, al decimale, in uso presso tutti i popoli civili."<sup>5</sup>

Sfatando il pregiudizio diffuso secondo cui il sistema di numerazione binario è scomodo, vista la grande quantità di caratteri che servono per scrivere un numero appena un po' considerevole, Peano osserva poi che le cifre di un qualsiasi numero scritto in base 2 si possono raggruppare ad  $n$  per volta, in modo che il numero risulta automaticamente scritto in base  $2^n$ .

Segue il passo più originale della nota in cui si mostra come applicare la numerazione binaria per scrivere i vari fonemi: "Per rappresentare con una figura piana i vari gruppi di  $n$  cifre binarie, si formi una



PEANO A CAVORETTO

figura composta di  $n$  tratti. Ognuno di questi tratti rappresenti una determinata unità binaria; la figura risultante da alcuni di questi tratti rappresenterà il numero formato dalle unità binarie che sono disegnate.”<sup>6</sup>

Il matematico cuneese fornisce come esempio quello di una stella regolare ottagonale dove gli otto raggi dell'asterisco rappresentano le prime otto unità binarie (Fig. 3).

Se si prende come origine il raggio obliquo discendente e ci si muove in senso antiorario si otterranno  $2^8 = 256$  figure, rappresentanti i primi 256 numeri scritti in base 2. Ad esempio:

$$\begin{aligned} \star &= 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 255 \\ + &= 2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^1 = 170 \\ \times &= 2^6 + 2^4 + 2^2 + 2^0 = 85 \\ \llcorner &= 2^3 + 2^1 = 10 \\ \sphericalangle &= 2^2 + 2^0 = 5 \end{aligned}$$

A questo punto si tratta di stabilire una corrispondenza fra i numeri scritti in notazione binaria e le sillabe, applicando a queste ultime una classificazione dicotomica e stabilendo delle opportune convenzioni di lettura. Per la classificazione e la numerazione dei suoni comuni alle varie lingue europee e per la costruzione di un alfabeto universale che consenta di scrivere tali suoni, il matematico cuneese rimanda alla voce *Speech* dell'*Encyclopedia Britannica* dove sono introdotti 243 simboli per indicare i vari fonemi, a fronte del sistema di 256 cui perviene Peano.

Una volta elaborato questo insieme di convenzioni sufficienti per scrivere la lingua italiana, si è costruito un sistema di segni per rappresentare i suoni della lingua italiana, proprio come si fa nell'abituale pratica stenografica.<sup>7</sup> Non si tratta, ovviamente, di un sistema di segni per rappresentare le lettere dell'alfabeto, tuttavia Peano, conscio della loro importanza storica, osserva che si possono rappresentare anche le singole lettere e le cifre decimali, adoperando i segni della scrittura binaria che hanno il “valore più prossimo”.



FIG. 4. LETTERE E CIFRE NELLA SCRITTURA STENOGRAFICA BINARIA DI PEANO.

La stenografia binaria così formulata risulta più veloce di quella usuale, può essere facilmente telegrafata in alfabeto Morse e stampata su carta con le opportune macchine. Per quanto concerne la rapidità della scrittura in codice binario, Peano osserva che con un pennello essa già aumenta, ma il livello ottimale si raggiunge se si usa una macchina da scrivere progettata appositamente. Segue la descrizione di un tale strumento, che il matematico dichiara di avere costruito: “Quella che io ho costruita consta di 8 molle, disposte secondo i raggi d'un ottagono regolare, fisse all'estremità esterna, e portanti all'estremità interna un timbro, che segna un raggio della stella costituente la scrittura binaria. Queste molle toccate direttamente col dito imprimono su della carta i segni delle sillabe. Dei tasti convenientemente collegati colle molle permettono di scrivere una sillaba, o meglio uno dei 256 segni della scrittura binaria, toccandoli con sole tre dita. Nel tempo che colle macchine a scrivere ordinarie si imprime una lettera, con questa, assai più semplice, si scrive una sillaba.”<sup>8</sup>

Peano pone poi a confronto la macchina fonostenografica<sup>9</sup> di Antonio Michela (1815-1886), basata sul sistema di numerazione decimale, che dal 1880 era in uso al Senato per la registrazione delle sedute, con la macchina da lui progettata e osserva come quest'ultima risulta essere più efficiente, poiché il ricorso alla scrittura binaria consente di abbreviare i tempi di battuta. Tale strumento si potrebbe ancora ulteriormente perfezionare affiancando due tastiere e facendo uso di entrambe le mani. In questo modo: “raddoppiando i caratteri, si possono scrivere in un sol colpo 16 cifre binarie, o l'insieme di due sillabe; esse formano 65536 combinazioni.”<sup>10</sup>

A conferma dell'importanza che per Peano riveste il carattere applicativo dell'aritmetica binaria, la nota si conclude con la significativa affermazione: "E se alcuna delle applicazioni precedenti entrerà nell'uso comune, farò vedere come possa essere stampato con vantaggio sulla stampa ordinaria. Questi ed altri vantaggi derivano dalla pura applicazione della numerazione binaria."<sup>11</sup>

## 2. PEANO TIPOGrafo DEL FORMULARIO E STUDIOso DI DIADICA

CERCANDO DI INDIVIDUARE il filo conduttore fra questo singolare lavoro di Peano e i suoi più consueti interessi di ricerca è possibile rintracciare le origini e le motivazioni della sua nota dell'Accademia nell'attenzione che, a un certo punto della sua vita, egli rivolge ai problemi tipografici connessi all'edizione di testi. Nella biografia, a cura di H. C. Kennedy, si afferma che egli avrebbe iniziato a occuparsi in prima persona di tecniche di stampa, in seguito alle lamentele, giunte da più parti, per il ritardo nella pubblicazione del secondo fascicolo del sesto volume della *Rivista di Matematica*.<sup>12</sup> Questo interesse lo induce addirittura ad acquistare una macchina tipografica che installa nella sua villa di Cavoretto e a dedicare a tale problema altri due scritti: *L'esecuzione tipografica delle formule matematiche* nel 1916 e *Sulla forma dei segni di algebra* nel 1920.

Proprio nell'aprile del 1898, infatti, - coincidenza che non sembra casuale - Peano acquista, per 407 lire, uno dei torchi da stampa che Francesco Faà di Bruno (1825-1888), suo professore di Analisi superiore all'Università, possedeva nella sua tipografia del Conservatorio di Nostra Signora del Suffragio. Con la sua morte la tipografia era stata chiusa e le apparecchiature vendute.

Peano, che è andato a imparare per tre mesi l'arte tipografica presso un laboratorio torinese, ha dunque avuto la possibilità di prendere dimestichezza con i problemi di esecuzione tipografica dei testi, sviluppando una particolare sensibilità nell'individuare i modi più economici e semplici per scrivere le formule matematiche.

D'altra parte lo stesso suo grandioso progetto del *Formulario*, che mira a esporre in simboli tutta la matematica di base, necessita di un sistema assolutamente rigoroso per la scrittura dei simboli. Peano sottolinea a più riprese quest'esigenza, al punto da dedicare un'analisi specifica all'esecuzione tipografica delle formule matematiche per raggiungere il massimo della chiarezza al minor costo possibile.<sup>13</sup> Fra l'altro, nel 1902 egli sorveglia la composizione, interamente eseguita a mano, della quarta edizione del *Formulario*, anzi compone personalmente numerose pagine del

La division des nombres en tranches de trois chiffres nous vient des Romains, qui comptaient par milliers. Les Grecs comptaient par myriades, ce qui correspond à lire les nombres par tranches de 4 chiffres. Ainsi opère Archimède, dans l'« Arenarius » (*ἠραρίωνος*) pour lire des nombres jusqu'à 64 chiffres.

La numération parlée appartient au domaine de la philologie.

Ariabhata a attribué une valeur numérique aux sons de la langue sanscrite, afin d'apprendre par cœur des tables de trigonométrie et d'astronomie. (Cfr. RODET, Journal Asiatique, a. 1880). On a proposé des systèmes analogues chez nous. Voir F1898 P110.

Sans changer la base du système de numération, Cauchy, par l'introduction des chiffres négatifs, a réduit de moitié le nombre des chiffres (*Œuvres* s.1 t.5 p.434).

Pour réduire les conventions sur les chiffres au plus petit nombre possible, il faut choisir pour base de numération le nombre 2. Ce système de numération a des propriétés curieuses.

Deux signes suffisent pour indiquer les nombres dans la base 2; p. ex. un signe visible, et l'absence du signe, pourvu que la place soit suffisamment indiquée. P. ex. si l'on adopte les signes . et ! pour indiquer 0 et 1, ou le signe . pour indiquer une place et ! pour indiquer l'unité, les premiers nombres seront indiqués par . ! ! !! !.. !! !.. etc.

L'objection que dans une base petite, augmente le nombre des chiffres qu'on doit écrire pour représenter les différents nombres, n'est qu'on apparente. Car un nombre écrit dans la base 2 est aussi écrit dans les bases 4, 8, 16, ..., si on le décompose en tranches de 2, 3, 4, ... chiffres.

Groupons 8 chiffres à la fois, et disposons-les circulairement, dans l'ordre

5 4 3  
6\*2            on a :  
7 8 1    ↘=1    =2    \* =4    \* =24    \* =255    ↙=1900

Pour lire rapidement les nombres ainsi exprimés, on peut faire correspondre aux 256 chiffres de la base 2<sup>8</sup> autant de syllabes faciles à prononcer.

P. ex. donnons aux signes :

!.. .... !.. .... !!.. .... !... .... !!.. .... !..! .... !!!.. .... ...! ....  
les valeurs *b*      *d*      *g*      *f*      *p*      *t*      *k*      *i*  
et à            ...!.. .... !.. .... !!.. .... !..! .... !!!.. .... ...! ..!  
les valeurs    *a*      *u*      *o*      *l*      *m*      *s*,

et à leurs groupements la syllabe qui résulte de leur suite, en convenant de prononcer *e* lorsqu'il n'y a pas de voyelle.

On peut même faire des conventions, par lesquelles toute syllabe soit représentée par un chiffre; on rencontre ainsi un système d'écriture que nous avons développé dans :

*La numerazione binaria applicata alla stenografia*, Torino A. a. 1898.

trattato.<sup>14</sup> Nell'articolo *Sul § 2 del Formulario t. II Aritmetica* Peano si riferisce alle sue esperienze in quest'ambito allorché scrive: Le notazioni di Logica matematica furono ideate in modo da non presentare difficoltà tipografiche." E precisa: "Queste semplificazioni per cui le formule si compongono come il testo ordinario saranno molto apprezzate da chiunque abbia conoscenza dell'arte tipografica; alcune furono già accettate e altre lo saranno da chi dovrà stampare a proprie spese un libro contenente molte formule."<sup>15</sup>

Se dunque risultano a questo punto chiare le motivazioni che spingono il matematico cuneese ad occuparsi di tipografia, appare invece più complesso individuare l'iter da lui seguito negli studi sulla diadica, come pure i risvolti che questi ultimi avrebbero prodotto. L'interesse di Peano per l'aritmetica binaria si sviluppa fra il 1898 e il 1903, raggiungendo la punta di massima intensità fra l'estate e l'autunno del 1898. Nel volgere di pochi mesi troviamo infatti tre documenti che testimoniano il suo lavoro in questo campo: ad agosto una *Nota sui sistemi di numerazione*, all'interno del *Formulario*, il 2 novembre una cartolina postale, spedita al suo allievo e assistente Giovanni Vacca (1872-1953), scritta interamente in codice binario, e infine il 13 novembre, la presentazione all'Accademia delle Scienze di Torino dell'articolo *La numerazione binaria applicata alla stenografia*.

Il primo riferimento alla diadica, nel *Formulaire de mathématiques* si trova nel secondo tomo, al paragrafo 2, nella parte dedicata all'aritmetica, all'interno di un'ampia *Nota sui sistemi di numerazione*, realizzata da Peano, probabilmente in collaborazione con Vacca.<sup>16</sup> Si parte dallo studio dei più antichi sistemi di numerazione, fra cui quello egizio, babilonese e romano, precisando che essi sono semplicemente additivi, non prevedono lo zero e contemplanò in alcuni casi l'uso della sottrazione, ad esempio, per il romano, nella scrittura dei numeri 4 e 9. Seguendo la ricostruzione fornita da Moritz Cantor nei *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* del 1880, Peano attribuisce agli Indiani l'introduzione dello zero attorno al 400 d. C. Per quanto concerne i sistemi di numerazione in uso presso i Cinesi e i Giapponesi, egli rileva che essi adoperano segni semplici per denotare 1, 2, ..., 10 ecc. e, nella rappresentazione di *Soan Pan*, si possono vedere anticipati lo zero e il valore posizionale delle cifre.

La *Nota* presenta un carattere atipico: alle notizie di taglio storico-bibliografico sono infatti intervallate alcune interessanti annotazioni sulla corrispondenza fra lettere alfabetiche e numeri e sul modo di leggere questi ultimi. Peano ricorda che i Greci sono stati i primi ad attribuire alle lettere dell'alfabeto un valore numerico, ponendo per esempio: a = 1, b = 2, ...,

The manuscript page is titled "De Binariis Numeris" and contains a mix of Italian text and binary code. The text discusses binary numeration and its application to stenography. On the right side, there is a vertical column of numbers, some of which are in binary. At the bottom, there are several lines of binary code and some small diagrams or symbols. The handwriting is cursive and somewhat cramped, typical of a working manuscript.

$q = 9$ ,  $i = 10$ ,  $k = 20$ ,  $l = 30$ ,  $r = 100$ ,  $s = 200$ , e che gli Arabi stabilirono una corrispondenza fra le cifre indiane e le lettere del loro alfabeto. Inoltre: "La division des nombres en tranches de trois chiffres nous vient des romains, qui comptaient par milliers. Les grecs comptaient par myriades, ce qui correspond à lire les nombres par tranches de 4 chiffres. Ainsi opère Archimède, dans l'"*Arenarius*" ( $\psi\alpha\mu\mu\tau\eta\varsigma$ ) pour lire des nombres jusq'à 64 chiffres."<sup>17</sup>

Queste osservazioni lasciano supporre che Peano stesse già pensando a come fornire soluzione allo spinoso problema della cosiddetta "numerazione parlata", che consiste nel trovare un sistema semplice che consenta di leggere in modo sintetico ed efficace i numeri, in particolare quelli scritti in notazione binaria. Dopo aver richiamato il contributo del matematico indiano Aryabhata, il primo ad aver attribuito un valore numerico non alle lettere, bensì ai suoni della lingua sanscrita, per agevolare l'apprendimento mnemonico, Peano propone di assegnare alle consonanti e alle vocali certi valori numerici, stabilendo le seguenti convenzioni: "Attribuons à dix consonnes  $p, t, k, ce, m, b, d, gu, ge, n$ , le valeurs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Et aux voyelles  $a, e, i, o, u$ , les valeurs 1, 10, 100,  $10^3$ ,  $10^4$  c'est-à-dire indiquons par les voyelles les unités des différents ordres (par cela le signe pour indiquer le 0 est inutile). Alors  $pa = 1$ ,  $ma = 5$ ,  $te = 20$ ,  $do = 7000$ . Pour indiquer les nombres qui ont plus de 5 chiffres, il suffit de les diviser en tranches de 5 chiffres, et de poser  $la = 10^5$ ,  $le = 10^{10}$ , ...,  $lu = 10^{25}$ , etc. Ex.  $tema = 25$ ,  $time = 250$ ,  $tomeli = 2050.00000.00000.00000$ ."<sup>18</sup>

Il sistema di numerazione alla base di questo primo abbozzo di numerazione parlata è ancora quello decimale, ma Peano è consapevole fin d'ora che adoperare il sistema binario consentirebbe di ridurre al minimo le convenzioni sulle cifre: "Pour réduire les conventions sur les chiffres au plus petit nombre possible, il faut choisir pour base de numération le nombre 2."<sup>19</sup> Segue poi il riferimento bibliografico agli scritti di Leibniz sulla diadica e alle *Récréations mathématiques* di Lucas, che verrà ripreso ne *La numerazione binaria applicata alla stenografia*.<sup>20</sup>

A distanza di tre anni, nel gennaio del 1901, Peano dà alle stampe la terza edizione del *Formulario*<sup>21</sup>, nella quale la *Nota sui sistemi di numerazione* ricompare, senza alcuna modifica rispetto alle versioni del 1898-99 per la prima parte, mentre è radicalmente rimaneggiata nel paragrafo sulla numerazione parlata, dove egli richiama, rielaborandole, le linee fondamentali dell'articolo presentato all'Accademia delle Scienze di Torino.

Il punto di partenza della riflessione è identico: per ridurre al minimo il numero delle convenzioni sulle cifre conviene ricorrere al sistema di numerazione binario, in cui, per esprimere ogni numero, sono sufficienti due simboli, ad esempio il punto e il punto esclamativo per indicare rispettivamente lo zero e l'unità. Raggruppando le cifre ad otto per volta, e stabilendo poi delle opportune convenzioni per rappresentare ogni sillaba con una cifra, si giunge ad elaborare il sistema di scrittura già delineato ne *La numerazione binaria applicata alla stenografia*. Segue un accenno a come si eseguono le operazioni fondamentali su numeri binari, ricorrendo all'immagine di una scacchiera con pedine: "Les calculs dans la base 2 s'effectuent rapidement si l'on représente les unités des différents ordres par des dames sur une ligne du damier. Ex.:

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & & & 0 & & 0 & 0 \\ \hline \end{array} = !!...!! = 203 = pas.$$

La table de multiplication se réduit à  $1 \times 1 = 1$ . On peut adopter les bandes de papier. La division s'exécute sans les tâtonnements nécessaires dans notre système. (Leibniz, *MathS.* t. 7 p. 223-243)<sup>22</sup>

È utile valutare quale legame intercorra fra la *Nota sui sistemi di numerazione* e *La numerazione binaria applicata alla stenografia*: i due scritti sono infatti legati da un'indubbia consonanza di temi e di riferimenti, e tuttavia non sono interamente sovrapponibili, come parrebbe ad una prima lettura. I problemi di cui Peano si occupa sono infatti due:

- I - trovare un sistema razionale e rapido di *lettura* dei numeri scritti in base 2;
- II - stabilire, mediante opportune convenzioni, in che modo ogni sillaba può essere rappresentata da un gruppo di 8 cifre binarie, applicando perciò la diadica all'elaborazione di una forma di *scrittura* stenografica.

Ne *La numerazione binaria applicata alla stenografia* (1898) Peano si occupa esplicitamente di dare soluzione al problema II<sup>23</sup> e, a margine, tratta il problema I<sup>24</sup>, mentre nella *Nota sui sistemi di numerazione del Formulario* (1901) l'ordine delle priorità è esattamente invertito. Nell'articolo per l'Accademia delle Scienze di Torino del 1898, osservando che si può individuare una corrispondenza fra le cifre della numerazione in base  $2^8 = 256$  e le sillabe delle usuali lingue europee, Peano risolve il problema I, poiché è chiaro che ogni numero minore di  $2^{16} = 65536$  si potrà leggere con due sole sillabe. Tuttavia, egli non si ferma qui, poiché passa a fornire



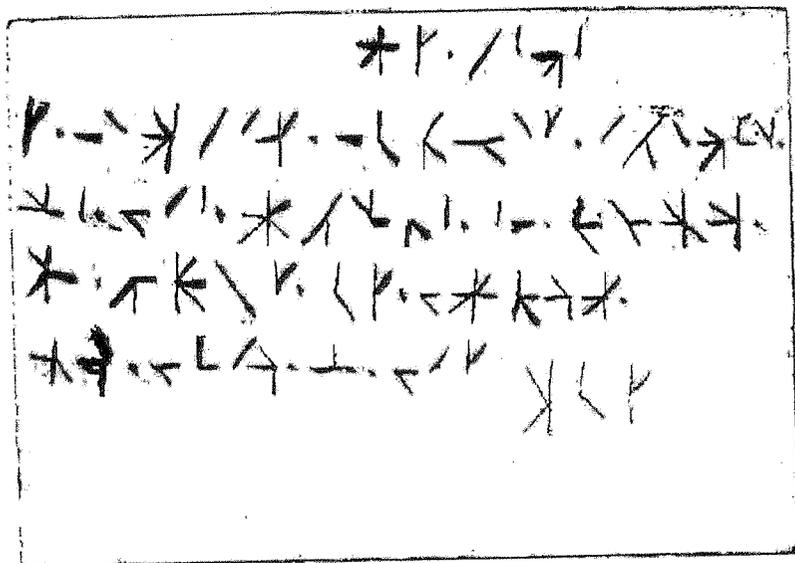


FIG. 5. CARTOLINA POSTALE DI PEANO A VACCA, 2.11.1898.

macchina non l'avesse effettivamente costruita.<sup>27</sup> È tuttavia certo che questo apparecchio fu realizzato dal matematico cuneese, come provano sia il passo

citato sopra<sup>28</sup>, sia tre cartoline inviate a Vacca in codice binario. La prima (v. fig. 5), datata 2 novembre 1898, nell'usuale trascrizione recita: "Caro Vacca, ho ricevuto l'annunzio ufficiale della sua conferma ad assistente per prossimo anno scolastico. Tanti saluti dal suo Peano".<sup>29</sup> Poiché questa cartolina precede di undici giorni la presentazione della nota all'Accademia *La numerazione binaria applicata alla stenografia* e non è corredata da alcuna spiegazione su come interpretare i simboli cifrati è chiaro che Vacca doveva conoscere le idee di Peano sull'applicazione dell'aritmetica binaria e la forma di stenografia di sua invenzione, probabilmente per le conversazioni avute con il maestro.

La seconda cartolina (v. fig. 6) sembra risalire al dicembre del 1899.<sup>30</sup> I simboli sono simili a quelli usati nella precedente, ma ottenuti con la macchina da scrivere ideata da Peano e vi si legge: "Caro Vacca grazie di queste sue due lettere che dimostrano il suo continuo studio. In questi giorni io fui fuori a Cuneo. Il compositore ha finito il lavoro di Pieri e cominciato il suo.<sup>31</sup> Le invierò le bozze. Si diverta e arrivederci il 4. Torino 28-12-99 G. Peano".<sup>32</sup>

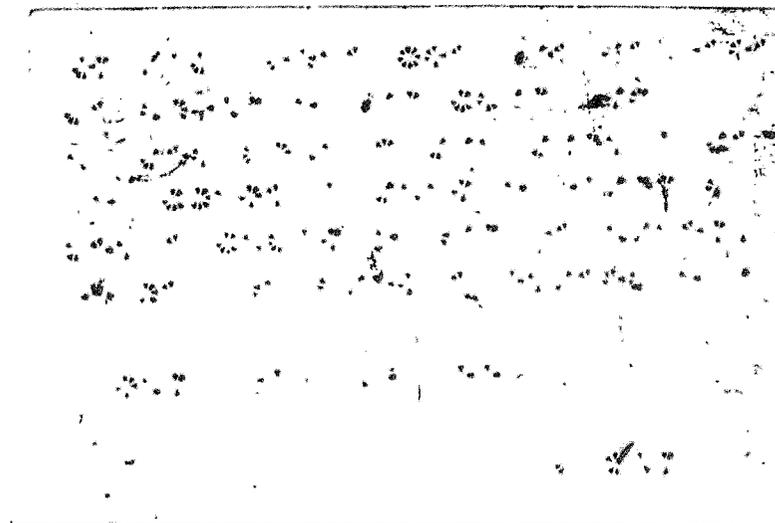


FIG. 6. CARTOLINA POSTALE DI PEANO A VACCA, 28.10.1899.

La terza e ultima cartolina (v. fig. 7) datata 20 maggio 1903, presenta una commistione fra simboli in codice binario e l'usuale scrittura. La "traduzione" a matita sotto le righe criptate che abbiamo qui reso con la sottolineatura, è probabilmente autografa di Vacca.

A nostro avviso è particolarmente significativo il fatto che il destinatario di queste cartoline fosse proprio Giovanni Vacca, che aveva collaborato alla raccolta di notizie storiche sull'aritmetica binaria, confluite poi in larga parte nella *Nota del Formulario*, sopra citata.<sup>35</sup> Nell'estate del 1899, Vacca si era infatti recato ad Hannover per consultare i manoscritti inediti di Leibniz, e si era in particolare soffermato su quelli di logica matematica, di teoria dei numeri e di aritmetica binaria.<sup>36</sup> Quattro anni più tardi, al secondo Congresso Internazionale di Scienze Storiche, tenutosi a Roma nei giorni 9-12 aprile 1903, Vacca presenta una comunicazione intitolata *Sulla storia della numerazione binaria*, in cui confluiscono i risultati di un lustro di studi da lui condotti in questo settore. La nota, molto concisa, come era sua consuetudine, situa la genesi della diadica nelle speculazioni del testo cinese *I Ching* e fornisce poi una rassegna dei contributi di L. Pacioli, J. Napier, F. Bacon, G. W. Leibniz, E. Lucas e G.

Torino 20 maggio 1903

ma a q i o

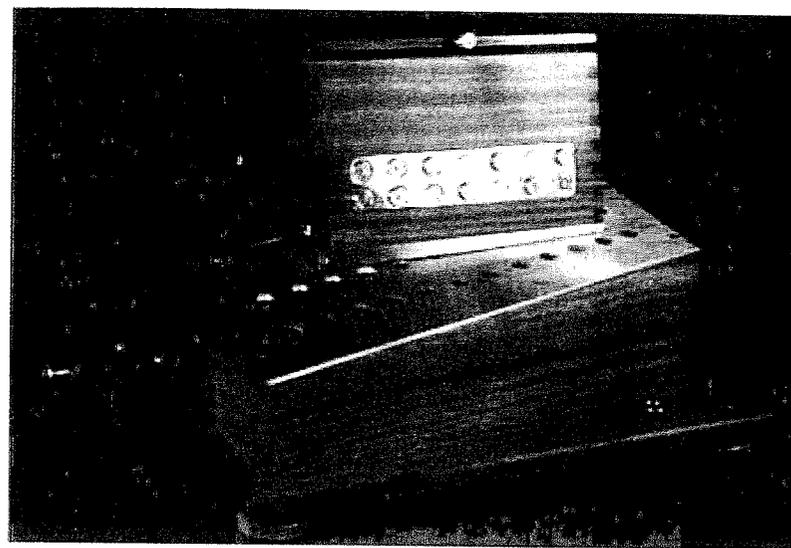
grazie cartolina

Russell ha scritto  
 un bellissimo libro The principles of  
 mathematics, che se desidera vedere  
 io da posso imprestare. Gli scarabocchi  
 precedenti furono fatti da una macchina  
 completamente costruita da me. Si  
 vede così che va male, ma che però  
 la sua costruzione è abbastanza  
 semplice. Suo affez.  
 G. Peano

FIG.7. CARTOLINA POSTALE DI PEANO A VACCA, 20.5.1903.

Il testo integrale recita: "Torino 20 Maggio 1903 Grazie cartolina Russel ha scritto un bellissimo libro *The principles of mathematics*, che se desidera vedere, io Le posso imprestare. Gli scarabocchi precedenti furono fatti da una macchina completamente costruita da me. Si vede così che va male, ma che però la sua costruzione è abbastanza semplice.<sup>33</sup> Suo affez. G. Peano."<sup>34</sup>

Peano. Riacciacciandosi al suo maestro, Vacca cita in modo particolare le ricadute applicative che i vari autori hanno ideato. Nel Rinascimento Luca Pacioli studia il problema di formare tutti i pesi con il minimo numero di pesi campione e conclude che se si segue la progressione geometrica 1, 2,



MACCHINA DIADICA DI LEIBNIZ

4, 8, 16 libbre si formano tutti i pesi da 1 a 31, cioè con 5 pesi campione si formano 31 pesi. La sua trattazione è ripresa da Niccolò Tartaglia e da Bachet de Méziriac e viene adottata in Inghilterra dove il sistema di pesi e misure e le monete seguono la numerazione binaria. Le loro unità campione si basano infatti sulla progressione geometrica di ragione 2 e anche le monete sono 1, 1/2, 1/4, 1/8 di sterlina per quelle in oro e argento, e 1, 1/2, 1/4 per i penny. Anche per le misure di capacità si incontra la stessa progressione: i galloni sono 1, 2, 8, 64 e le loro frazioni 1/4, 1/8 e 1/32. La prima esposizione sistematica e dei suoi pregi è data dall'inglese John Napier che nell'*Aritmetica Locale* e nella *Rabdologia* studia le modalità per semplificare le operazioni tramite i suoi celebri bastoncini. Francis Bacon, anticipando parzialmente l'intuizione di Peano, elabora una rappresentazione dell'alfabeto mediante i primi 32 numeri scritti in base 2. Per quanto riguarda Leibniz Vacca riferisce sostanzialmente le stesse considerazioni presenti nell'articolo di Peano *La numerazione binaria applicata alla stenografia*. Dopo aver sottolineato i contributi leibniziani della diadica egli precisa che: "Leibniz fu il primo a divulgare l'aritmetica binaria, e a cercare di perfezionarla, tanto che oggi è abitualmente creduto il suo primo inventore."<sup>37</sup>

Particolare attenzione è dedicata poi all'ipotesi formulata da Lucas nelle *Récréations mathématiques* (1891) di applicare le proprietà della numerazione binaria per la costruzione di macchine aritmetiche e per lo studio dei numeri primi: "... prevede che le macchine per calcolare in base 2 devono essere molto più semplici di quelle in base 10 ora in uso. Queste macchine finora non sono state costruite, sebbene tra i vantaggi che esse mi sembrano dover possedere vi sia altresì quello di poterle costruire di qualsivoglia dimensione, senza eccessive difficoltà, in modo da poter ottenere perfino i prodotti di due numeri di 1000 cifre ciascuno, ciò che, per ragioni meccaniche, non può assolutamente farsi colle attuali macchine da calcolare."<sup>38</sup> Le obiezioni rivolte da Lucas al sistema di numerazione binario, cioè la lunghezza eccessiva della scrittura dei numeri e la mancanza di un sistema razionale per la loro lettura, sono entrambe, a detta di Vacca, state superate da Peano che ha mostrato come la prima difficoltà sia solo apparente, mentre alla seconda ha fornito risposta nell'articolo all'Accademia delle Scienze di Torino. Seguendo poi lo schema della *Nota sui sistemi di numerazione* del *Formulario* (1901), Vacca richiama la corrispondenza fra numeri scritti in notazione binaria e lettere dell'alfabeto, aggiungendo poi brevemente come: "Questa osservazione potrà semplificare notevolmente le macchine per stenografare. Si può ancora aggiungere che i regoli logaritmici, e le tavole di logaritmi in base 2, pur conservando la stessa precisione delle decimali, si possono ridurre ad un quinto di queste ultime."<sup>39</sup>

Il sodalizio fra Vacca e Peano negli studi sull'aritmetica binaria si rivela fecondo di risultati. Appassionato cultore di storia della matematica e profondo studioso degli scritti leibniziani anche meno noti, Vacca è in grado di presentare al matematico cuneese un quadro completo degli sviluppi teorici, applicativi e ludici che l'aritmetica diadica ha conosciuto durante i secoli. Gli esempi offerti da Peano nel delizioso libriccino *Giochi di aritmetica e problemi interessanti*, pubblicato da Paravia nel 1924, mostrano la varietà di fonti storiche consultate dal matematico cuneese, su indicazione del suo allievo. Vacca ha saputo apprezzare la macchina stenografica e i contributi originali di Peano, al punto da essere scelto come destinatario degli abbozzi di scrittura con l'apparecchio da lui costruito.

La cartolina del 20 maggio 1903 rappresenta l'ultimo accenno all'aritmetica binaria che si trova nella loro corrispondenza. A partire dal 1905, Vacca inizia ad occuparsi di studi sinologici, mentre Peano si dedica, con crescente energia, al problema della creazione e diffusione del *latino sine flexione* come lingua internazionale. Sarebbero occorsi ancora parecchi decenni affinché la numerazione binaria uscisse dal novero delle curiosità e acquisisse un peso specifico nell'ambito della matematica, fornendo la

base teorica per la scienza informatica. È questo un indiscutibile esempio della sorprendente modernità degli studi di Peano, che ha saputo cogliere le potenzialità straordinarie della diadica, prevedendo il suo utilizzo in campo matematico, linguistico e tecnologico.

#### Fonti

L'elenco riporta gli scritti di Peano ordinati cronologicamente nel cd-rom

*L'Opera Omnia di Giuseppe Peano*, a cura di C. S. Roero, Torino, Dipartimento di Matematica, 2002.

Peano G. 1898 d, *Additions et corrections à  $F_2$* , Rivista di Matematica, VI, pp. 65-74.

Peano G. 1898 e,

*Sul § 2 del Formulario, t. II: Aritmetica*,

Rivista di Matematica, VI, pp. 75-89.

Peano G. 1898 f,

*Formulaire de mathématiques*,

t. II, § 2 [*Aritmetica*], Turin, Bocca.

Peano G. 1898 h+, *Formulaire de mathématiques*, t. II, § 2 [*Aritmetica*], (con note autografe), Turin, 9 agosto 1898.

Peano G. 1898 m, *La numerazione binaria applicata alla stenografia*, Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino, XXXIV, pp. 47-55.

Peano G. 1899 b, *Formulaire de Mathématiques, publié par la Revue de Mathématiques*.

T. II, n. 3. *Logique mathématique. Arithmétique. Limites. Nombres complexes. Vecteurs. Dérivées. Integrales*, Turin, Bocca.

Peano G. 1899 b+, *Formulaire de Mathématiques*, t. II, n. 3, (con note autografe), Turin, Bocca.

Peano G. 1899 d,

*Réponses n. 1374*. (G. Berdellé), *L'intermédiaire des mathématiciens*, VI, p. 135.

Peano G. 1901 b, *Formulaire de Mathématiques*, t. III. Turin, Bocca.

Peano G. 1901 d,

*Additions et corrections au Formulaire, t. III*, Rivista di Matematica, VII, pp. 85-110.

Peano G. 1902 b, *Aritmetica generale ed Algebra elementare*, Torino, Paravia.

Peano G. 1903 f, *Formulaire mathématique, édition de l'an 1902-03 (tome IV de l'édition complète)*, Turin, Bocca.

Peano G. 1916 a, *L'esecuzione tipografica delle formule matematiche*, Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino, LI, pp. 279-286.

Peano G. 1920 b, *Sulla forma dei segni di algebra*, *Giornale di Matematica Finanziaria. Rivista Tecnica del Credito e della Previdenza*, Torino, I, pp. 44-49.

#### Bibliografia

Couturat L. 1901, *La logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Zürich, Hildesheim, 1901.

Couturat L. 1903, *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, Paris, Alcan, 1903.

Ferrero G. 1997,

*La macchina di Peano*, Lettera Pristem, 26, pp. 63-64.

Kennedy H.C. 1983, *Peano. Storia di un matematico*, Torino, Boringhieri.

Leibniz G. W., *Opera Omnia* (a cura di L. Dutens), 1768, Genevae, Fratres De Tournes.