

# Cosa s’impara da un aritmometro

Giovanni A. Cignoni

Progetto HMR / Corso di Storia dell’Informatica  
c/o Dipartimento di Informatica  
Largo B. Pontecorvo, 3 – 56127, Pisa  
giovanni.cignoni@di.unipi.it

**Sommario.** Raccontare l’informatica a chi ne vive tutti i giorni le meraviglie dandone per scontato l’esistenza e il funzionamento è difficile. Si può però tentare di smontare qualche convinzione, per esempio provando a sorprendere e incuriosire usando il fascino steampunk di una vecchia calcolatrice meccanica. Riassumendo i contenuti di un evento realizzato al Festival della Scienza di Genova nell’ambito di un progetto di alternanza scuola lavoro, l’articolo propone 10 cose che si possono imparare da un aritmometro.

**Parole chiave:** storia, calcolo meccanico, alternanza scuola lavoro

## 1. Introduzione

Ci sono calcoli facili come una divisione con il divisore a sette cifre, e calcoli un po’ più complessi, per esempio, quelli che ogni frazione di secondo producono i milioni di pixel dei fotogrammi che sono le nostre finestre sui mondi virtuali dei videogiochi.

Calcolatrici e calcolatori sono le macchine che ci aiutano a eseguire questi calcoli. Pc, tablet e console per videogiochi per i cosiddetti “nativi digitali” sono oggetti quotidiani il cui funzionamento è scontato. L’innata familiarità tecnologica è da molti vista come indice di nuove competenze cognitive. Per approfondire lasciamo la parola a Tavosanis [1] e alla sua recensione di uno dei tanti libri sul tema [2].

L’abitudine all’uso però c’è davvero ed è un problema. La magia dei risultati e la facilità con cui si ottengono spesso fa rinunciare alla curiosità del sapere e del capire sviluppando ulteriori resistenze allo studio. Non sempre perché, per fortuna, esistono ancora i ragazzi che si divertono a smontare i giocattoli.

Si può sfruttare la familiarità con il digitale smontandolo (a partire dal termine), svelandone i meccanismi e giocando a stupire i ragazzi con verità inaspettate, insegnandoli a dubitare delle favole dei media che, per compiacere il mercato, annullano la memoria di innumerevoli passi di sviluppo scientifico e tecnologico costruendo un mito di un’informatica fatta di geni assoluti e strabilianti innovazioni.

La mostra *Computers for the Masses* [3] allestita al *Museo Tecnico Navale della Spezia* ha provato a raccontare in questi termini la storia del calcolo personale. Per esempio, l’ultimo pezzo in ordine cronologico era un *General Dynamics Duo-Touch*, un super tablet usato negli anni ’90, fra gli altri, dagli Incursori di Marina, che testimonia la storia e l’uso di questi dispositivi precedente (e non di poco) alla loro “innovativa” rivelazione al mondo da parte della casa della mela.

Più interessante ancora era la macchina che iniziava il racconto del percorso espositivo: un *aritmometro* appartenente alla collezione Marconiana del Museo spezzino.

Il pezzo è un *Payen* dei primi del 1900, ma, come modello, risale al 1865 e quindi è un ottimo rappresentante della prima produzione commerciale di calcolatrici meccaniche. L'esemplare è notevole anche per la capacità di calcolo (fino a 20 cifre decimali per i risultati) e interessante come cimelio, essendo appunto parte di un fondo che raccoglie strumenti legati a Guglielmo Marconi.

Oltre che della mostra, l'aritmometro è stato protagonista di una serie di eventi destinati principalmente ai ragazzi delle scuole superiori, l'ultimo dei quali al *Festival della Scienza di Genova* [4]. Obiettivo degli eventi è stato raccontare qualcosa dei meccanismi dell'informatica – tecnologici, economici e di costume – incuriosendo i ragazzi grazie al fascino steampunk di una macchina fatta di legno e ottone.

## 2. 10 cose che un'aritmometro può raccontare

**1. Digitale a manovella.** L'aritmometro è uno strumento digitale. Funziona a manovella, la sua tecnologia è ottocentesca, non è basata sul silicio, ma è digitale. Digitale, infatti, non implica moderno, né tantomeno elettronico. In Italiano il primo significato di “digitale” è “del dito” – come l'impronta. L'aritmometro e i suoi simili, ai loro tempi, in Italiano si chiamavano macchine “a cifra”; in Inglese “cifra” si dice “digit” e per questo l'aritmometro e tante altre cose successive basate sulle cifre in Inglese sono “digital”. E così al nostro “digitale” abbiamo aggiunto il significato di “a cifre”.

**2. Le cifre, dagli Arabi all'aritmometro.** A Indiani e Arabi è riconosciuto il fatto di aver introdotto un segno particolare per rappresentare lo zero. Gli Arabi lo chiamavano *sifr* (صفر). Da *sifr* deriva sia “cifra”, che indica in generale i segni con cui si trattano in numeri, sia “zefiro” che poi è diventato “zero”. Un'immagine è digitale perché con le cifre si rappresentano i valori di rosso, verde e blu che definiscono i colori dei pixel. L'aritmometro fu chiamato “digital” perché i suoi meccanismi lavorano sulle cifre e nei “display” dello strumento i valori sono mostrati come cifre e non tramite analogie con grandezze fisiche come la posizione di una lancetta su un quadrante.

**3. Questioni di base.** Digitale neanche implica binario. L'aritmometro lavora in base 10. Il suo funzionamento “a cifre” è basato su ingranaggi a 10 denti, a ogni dente corrisponde una cifra da ‘0’ a ‘9’, la ruota gira a scatti e la posizione che assume “è” il suo valore attuale. C'è una ruota per le unità, una per le decine, una per le centinaia, etc. Quando una ruota compie un giro completo ha contato fino a 10, torna sullo ‘0’ ma fa fare uno scatto – il *riporto* – alla ruota della successiva posizione decimale. La base 10 è una scelta di comodo: si può costruire un meccanismo del genere con *Lego*<sup>®</sup> *Technic*, ma, dato che le ruote Lego hanno denti multipli di 8, avremo uno strumento che lavora in ottale.

**4. Dalla meccanica all'elettronica.** Dopo un secolo di onorato servizio, alla meccanica dell'aritmometro si sostituì l'elettronica: permise velocità più elevate e, eliminando problemi di attriti e usura, rese possibili procedimenti di calcolo più complessi delle semplici operazioni aritmetiche. Ma, se in meccanica la base era una scelta (basta cambiare il numero di denti delle ruote) con l'elettronica fu più comodo ridursi a due cifre: ‘0’ e ‘1’ ben rappresentabili come circuito aperto o chiuso o, più spesso, come tensione positiva o negativa. I principî tuttavia non cambiano: sono circuiti invece che ruote, ma quando da ‘1’ tornano su ‘0’ avendo compiuto un “giro” completo sempre il riporto devono propagare. Il binario è una questione di semplicità costruttiva.

**5. Calcolatrici e calcolatori.** Gli aritmometri sono *calcolatrici*, macchine che eseguono operazioni aritmetiche. Con la loro produzione in larga scala si diffuse anche la professione del *calcolatore*, la persona che usa la calcolatrice per svolgere procedimenti di calcolo complessi, che richiedono sequenze di operazioni, valori intermedi di cui tener traccia, decisioni da prendere. Per anni gli *algoritmi* sono stati eseguiti da calcolatori umani. Con l'elettronica le macchine poterono dotarsi di una memoria per le operazioni da fare e per i dati su cui farle: diventarono programmabili, cioè in grado di eseguire algoritmi. Il termine "calcolatore" passò a indicare la macchina capace di fare quel che prima faceva la persona. In Inglese è la stessa storia. A fine Ottocento i *computers* più famosi erano quelli di *Harvard*: un gruppo di signore che, all'osservatorio della celebre università statunitense, erano responsabili dell'esecuzione degli algoritmi con cui fu compilata una monumentale classificazione delle stelle.

**6. Tecnologia e mercato.** La tecnologia alla base dell'aritmometro, quella delle ruote a dieci posizioni, era nota e disponibile dalla fine del 1600. Ma per un secolo e mezzo gli strumenti capaci di fare le operazioni aritmetiche non ebbero diffusione, ne furono realizzati pochi, di pregiata fattura, destinati alle *wunderkammer* dei ricchi che si interessavano di scienza. È con la seconda rivoluzione industriale che eseguire calcoli rapidamente e senza errori diventò un'esigenza pressante di ingegneri e contabili. Per la tecnologia che da tempo attendeva nel cassetto finalmente ci fu un mercato e, a metà Ottocento, le calcolatrici meccaniche diventarono prodotto.

**7. Inventori.** L'invenzione della notazione posizionale, dello zero e delle operazioni in colonna si perde nella notte dei tempi. I mercanti Arabi usavano questa scienza per i loro conti e da loro Leonardo Fibonacci (la famiglia aveva una base commerciale in Algeria) la imparò e la raccontò agli Europei sottolineandone i vantaggi. Nel 1643 Blaise Pascal realizzò un *accumulatore* che funzionava senza problemi, con le ruote a dieci denti e il meccanismo di riporto: la sua *Pascaline* faceva addizioni e sottrazioni. Nel 1694, la *Rechenmaschine* di Gottfried Leibniz poteva fare anche moltiplicazioni e divisioni: aveva un meccanismo per memorizzare un operando e usarlo più volte e montava l'accumulatore su un carrello scorrevole per traslare i risultati di posizioni decimali (proprio come si fa nelle moltiplicazioni e divisioni in colonna).

**8. Imprenditori.** Negli anni '20 dell'Ottocento Charles Xavier Thomas depositò in Francia i suoi brevetti di una versione ingegnerizzata della macchina di Leibniz. La produzione di serie iniziò però solo nel 1851: *arithmomètre* fu il nome commerciale del prodotto e *De Colmar*, il titolo nobiliare di Thomas, il marchio. Il successo fu notevole e duraturo: dopo il fondatore continuarono il figlio e il nipote, poi il socio/progettista Payen (l'aritmometro della mostra appartiene a questo periodo) infine, con la vedova Payen la produzione arrivò fino al 1915. Thomas aprì la strada: a fine Ottocento i marchi di calcolatrici meccaniche di successo in Europa e negli Stati Uniti erano decine e le produzioni già contavano centinaia di migliaia di pezzi.

**9. Testimoni eccellenti.** La storia del calcolo automatico (come si chiamava un tempo l'informatica) è fatta di inventori (alcuni più scienziati, altri più ingegneri) e di imprenditori, ma anche di utenti. Non sappiamo con certezza se fosse proprio Marconi ad usare l'aritmometro conservato al Museo spezzino: il pezzo è databile 1906 e più probabilmente era usato da qualche ingegnere della *Marconi's Wireless Telegraph Company*. Ma, più o meno direttamente, Marconi lo aveva acquistato e, come figura di geniale inventore e grande imprenditore, Marconi è un *testimonial* ideale del calco-

lo automatico meccanico quale protagonista e facilitatore di un periodo di eccezionale progresso scientifico e industriale.

**10. Potenza di calcolo.** L'aritmometro "di Marconi" è sempre in forma e può ancora competere con le, apparentemente invincibili, tecnologie odierne. I processori dell'ultima generazione sono a 64 bit: vuol dire che nei loro registri c'è spazio per rappresentare risultati fino a 64 cifre binarie. Il che significa, se consideriamo gli interi positivi, valori da 0 a  $2^{64}-1$  (18 446 744 073 709 551 615), cioè risultati fino a 18 miliardi di miliardi. I miliardi di miliardi dell'aritmometro sono 99.



**Fig.1.** Il protagonista: l'aritmometro conservato al Museo Tecnico Navale della Spezia

### 3. Conclusioni

L'informatica è il risultato della convergenza di diverse storie di scienza e tecnologia: dalle codifiche telegrafiche di Baudot alle macchine tabulatrici di Hollerit, dal calcolo digitale meccanico iniziato da Pascal e Leibniz alle intuizioni di Babbage, fino alle sistemazioni teoriche che dai problemi di Hilbert portano, passando per Gödel, ai lavori di Church, Turing e Kleene. Gli eventi successivi alla mostra sono nati dall'opportunità di mostrare in funzione un pezzo particolarmente affascinante. Già toccando solo un capitolo della storia dell'informatica, riescono a comunicarne una versione ben più lunga e più spessa della favoletta che ha per protagonisti pochi ragazzi prodigio nei garage della California degli anni '70.

La conferenza/spettacolo al Festival della Scienza di Genova è stata realizzata come progetto di alternanza scuola lavoro insieme a tre Istituti Superiori spezzini. A parte gestire l'animazione dell'evento, che prevedeva anche una gara di moltiplicazioni fra il pubblico e l'aritmometro, il ruolo principale dei ragazzi è stato preparare e condurre le interviste agli esperti sulla storia e la tecnologia dell'aritmometro. Per prepararsi i ragazzi hanno partecipato a tre *Lezioni* (circa 12 h) dedicate al Museo degli Strumenti per il Calcolo dell'Università di Pisa. Esposti all'inaspettata "meraviglia" dell'aritmometro e stuzzicati dal poter comprendere il "come funziona", hanno domandato, voluto vedere, approfondito. L'intervista che hanno condotto a Genova a beneficio di un pubblico più ampio è stata la sintesi ottenuta esercitando quella che sembra essere la miglior attitudine per affrontare il continuo progresso tecnologico in cui siamo immersi: la curiosità e la voglia di sapere.

## Ringraziamenti

La mostra *Computer for the masses* è stata allestita al Museo Tecnico Navale della Spezia grazie all'impegno e al supporto dei direttori che si sono avvicendati nel periodo: C.V. Roberto Giovanni Pali e C.V. Silvano Benedetti.

Il progetto di alternanza scuola lavoro è stato organizzato dal Distretto Ligure delle Tecnologie Marine con gli istituti superiori spezzini IIS "Capellini – Sauro", IS "Fossati – Da Passano" e Liceo Scientifico "Pacinotti". Un ringraziamento va agli insegnanti coinvolti e, in particolare, a Mascha Stroobant per l'efficace contributo organizzativo e di coordinamento. Un grazie speciale va ai dodici ragazze e ragazzi coinvolti: D. Arcolini, A. Basso, A. Bertolini, I. Costa, M. Durno, E. Gentili, E. Longobardi, F. Michelis, F. Pecini, G. Perinetti, A. Trapani, P. Vaccaro.

Infine, tutto il progetto è stato patrocinato e sostenuto da AICA.

## Riferimenti

1. Tavosanis, M.: Ferri, Nativi Digitali, in *Linguaggio e scrittura*, blog dell'autore, <http://linguaggiodelweb.blogspot.it/2013/04/ferri-nativi-digitali.html> (acceduto aprile 2017)
2. Ferri, P.: Nativi Digitali, Bruno Mondadori ed., 2011.
3. Computers for the masses, Museo Tecnico Navale della Spezia, 25 settembre 2015 – 28 febbraio 2016, <http://hmr.di.unipi.it/ComputersForTheMasses>, (acceduto aprile 2017)
4. L'Aritmometro "di Marconi", Conferenza/spettacolo al *Festival della Scienza di Genova* 29 ottobre 2016, <http://hmr.di.unipi.it/FestivalScienza2016>, (acceduto aprile 2017)