

Materiali per gli insegnanti e per gli studenti

- 1. Traduzione dei testi di Blaise Pascal relativi alla macchina aritmetica*
- 2. Bibliografia essenziale*
- 3. Pascal e la macchina aritmetica (per gli studenti)*

1. Traduzione dei testi di Blaise Pascal relativi alla macchina aritmetica

Da: B. Pascal, *Oeuvres complètes*, Texte établi, présenté et annoté par Jacques Chevalier, Paris Gallimard, 1954, pp. 349-358 e 502-504

LETTERA DI DEDICA AL MONSIGNOR CANCELLIERE RELATIVA ALLA MACCHINA
RECENTEMENTE INVENTATA DAL SIGNOR B. P. PER ESEGUIRE OGNI TIPO DI
OPERAZIONE ARITMETICA CON UN MOVIMENTO SENZA PENNA NÉ GETTONI
CON

un avviso necessario a coloro che avranno la curiosità di vedere la suddetta
macchina e di servirsene
1645

AL MONSIGNOR CANCELLIERE ^(*)

MONSIGNORE,

se il pubblico trarrà una qualche utilità dall'invenzione che ho approntato per svolgere ogni sorta di operazione di aritmetica, in una maniera tanto nuova quanto comoda, sarà per ciò più grato alla Vostra Grandezza che non ai miei piccoli sforzi, poiché il mio solo vanto è quello di averla concepita, ma è all'onore della vostra autorità che ella deve la sua nascita. La lentezza e le difficoltà dei mezzi di cui ci si serve ordinariamente mi fecero pensare ad un qualche sussidio di più rapido e facile utilizzo, che potesse aiutarmi nei grandi calcoli che mi impegnano da diversi anni in molti affari, e che dipendono dalle occupazioni con cui avete avuto la compiacenza di onorare mio padre per il servizio di Sua Maestà nell'Alta Normandia; impiegai in tale ricerca tutta la conoscenza che la mia propensione e il lavoro dei miei primi studi mi hanno permesso di acquisire nelle scienze matematiche; e dopo una lunga meditazione riconobbi che l'invenzione di un tale ausilio non sarebbe stata impossibile. Le conoscenze¹ della geometria, della fisica e della meccanica me ne fornirono il disegno, e m'assicurarono che avrebbe funzionato senza errore, se un artigiano avesse potuto dare forma allo strumento di cui mi ero immaginato il modello. Ma fu a questo punto che mi si pararono dinanzi ostacoli tanto grandi quanto quelli che intendevo evitare, e ai quali cercavo un rimedio. Non essendo io in grado di maneggiare metallo e martello così come penna e

^(*)Pierre Segurier.

¹ Letteralmente: i lumi.

compasso, e conoscendo gli artigiani più la pratica della loro arte che non le scienze sulle quali essa si fonda, fui costretto ad abbandonare la mia impresa, la quale mi procurava grande fatica senza alcun successo. Tuttavia, la Vostra Grandezza, MONSIGNORE, ha offerto sostegno al mio animo, che già andava scoraggiandosi, e ha voluto concedermi la grazia di parlare della bozza che alcuni dei miei amici vi avevano presentato, in termini tali che mi permisero di vedere il mio progetto sotto tutt'altra luce: i vostri encomi rinnovarono le mie forze, e mi adoperai in nuovi tentativi; sospendendo ogni altra attività, mi curai esclusivamente della costruzione di codesta piccola macchina, e osai, MONSIGNORE, presentarla al vostro cospetto dopo averla messa in condizione di svolgere, di per se stessa e senza alcun lavoro della mente, tutte le operazioni dell'aritmetica, secondo quanto mi ero proposto.

A voi devo, dunque, MONSIGNORE, codesta mia piccola opera, poiché grazie a voi ho potuto realizzarla; e pure attendo per essa la vostra insigne protezione. Le invenzioni sconosciute trovano sempre più detrattori che estimatori: i loro artefici vengono biasimati, poiché non se ne ha una perfetta comprensione; e un pregiudizio iniquo, secondo cui le cose fuori dall'ordinario portano difficoltà, fa sì che, invece di esaminarle per valutarle, le si accusi di impossibilità, per poi rifiutarle tacciandole di non pertinenza. D'altronde, MONSIGNORE, tra i tanti dotti che hanno penetrato i più reconditi segreti delle scienze matematiche, mi aspetto certamente che ci sarà chi dappprincipio giudicherà temeraria la mia impresa, avendo io osato tentare una strada inesplorata in un campo così irto di spine, nonostante la mia giovane età, le poche forze di cui dispongo e senza una guida che mi spiani la via. Ma mi accusino, mi condannino pure, se possono dimostrare che io non abbia mantenuto esattamente la mia promessa; chiedo loro la grazia di esaminare il mio operato, e non già di approvarlo senza conoscerlo. Tuttavia, MONSIGNORE, posso dire alla Vostra Grandezza di avere già la soddisfazione di vedere la mia piccola opera non solo autorizzata dall'approvazione di alcuni dei più eruditi in questa vera e propria scienza, la cui speciale prerogativa è di non insegnare nulla che essa stessa non sia in grado di dimostrare, ma pure onorata della loro stima e della loro raccomandazione. E inoltre anche chi fra quegli eruditi le cui produzioni vengono ammirate e raccolte dagli altri giorno, ha ritenuto che valesse la pena, insieme alle sue alte occupazioni, di insegnare la disposizione e l'utilizzo della mia macchina a coloro che desidereranno servirsene. E in verità, MONSIGNORE, è questa una grande ricompensa per il tempo che ho impiegato, e per la spesa che ho sostenuto per predisporre lo strumento nello stato in cui ve l'ho presentato. Ma permettetemi di lusingare ulteriormente la mia vanità nel dire che codesta ricompensa non mi avrebbe soddisfatto pienamente se ad essa non se ne fosse aggiunta una tanto più importante e più deliziosa da parte della Vostra Grandezza. Invero, MONSIGNORE, quando penso che codesta stessa bocca, che ogni giorno sul trono della giustizia pronuncia sentenze, si è degnata di elargire i suoi encomi all'esperimento di un uomo di vent'anni; e che voi lo avete giudicato degno di essere più di una volta argomento delle vostre conversazioni, e dopo averlo visto nel vostro studio tra le tante cose rare e preziose che vi si possono trovare, io sono ricolmato di gloria e non trovo parole per esprimere la mia riconoscenza alla Vostra Grandezza, e la mia gioia al mondo intero.

In tale condizione di impotenza, in cui l'eccesso della vostra benevolenza mi ha messo, mi accontenterò di onorarla con il mio silenzio: ed essendo tutta la famiglia di cui porto il nome interessata quanto me, per codesto beneficio e per molti altri, a fare voti ogni giorno in favore della vostra prosperità, li faremo con il cuore, e tanto ardenti e continui che nessuno potrà compiacersi di essere più addetto di noi ai vostri servizi, né di portare più autenticamente di me la qualità, MONSIGNORE, di vostro umilissimo ed obbedientissimo servitore.

B. Pascal.

AVVISO

NECESSARIO A TUTTI COLORO CHE AVRANNO LA CURIOSITÀ DI VEDERE LA MACCHINA ARITMETICA E DI SERVIRSENE

Amico lettore: questa avvertenza servirà per informarti che espongo al pubblico una piccola macchina di mia invenzione, per il solo mezzo della quale, senza darti pena alcuna, potrai svolgere tutte le operazioni dell'aritmetica, e sollevarti dal lavoro con cui sovente hai affaticato la mente, quando hai operato coi gettoni o con la penna; posso sperare, senza presunzione, ch'essa non ti spiacerà, dopo che Monsignore il Cancelliere l'ha onorata della sua stima, e che, a Parigi, i migliori talenti delle scienze matematiche non l'hanno giudicata indegna della loro approvazione. Nondimeno, per non sembrare negligente e non privarla anche della tua approvazione, mi sono sentito in obbligo di chiarire tutte le difficoltà che ho creduto possano turbarti, allorché ti darai la pena di prenderla in considerazione.

Dopo che l'avrai vista, non dubito che penserai che io avrei dovuto spiegarne per iscritto la costruzione e l'utilizzo; e che, per rendere intelligibile questo discorso, sarei stato obbligato a rappresentare con figure, secondo il metodo dei geometri, le dimensioni, la disposizione e il rapporto di tutti i pezzi, e come ognuno di essi debba essere collocato per comporre l'intero strumento e garantire la perfezione del suo movimento. Ma non devi credere che, dopo aver profuso tempo, fatica e denaro per mettere la macchina in condizione di poterti essere utile, io abbia dimenticato di impiegare il necessario per contentarti anche su questo punto che sembrava mancare al suo completamento; ma mi è stata d'impedimento una considerazione tanto forte, che spero di indurti a perdonare la mia manchevolezza [nel compimento dell'opera].

Sì, spero nella tua approvazione per essermi astenuto da tale discorso, se ti darai la pena di riflettere da una parte sulla facilità di spiegare a voce, e di capire la costruzione e l'utilizzo di codesta macchina tramite una breve conferenza; e d'altra parte sull'imbarazzo e la difficoltà che avrei avuto nell'esprimere per iscritto le misure, le forme, le proporzioni, le posizioni, e in più tutte le proprietà dei diversi pezzi. Allora comprenderai che codesta dottrina è di quelle che possono essere insegnate soltanto a voce; e che un discorso per iscritto, in tale materia, sarebbe tanto inutile e più inopportuno di quello che si potrebbe impiegare nella descrizione di tutte le parti di un orologio, la cui spiegazione, d'altronde, è particolarmente facile quando fatta a voce; e che un tale discorso potrebbe produrre in molte persone una naturale avversione nei confronti della mia macchina, per aver concepito mille difficoltà dove non ce ne sono affatto.

Ora, caro lettore, credo sia necessario avvertirti di due cose che potrebbero insinuare alcuni dubbi nella tua mente. So che molte persone si diletano a criticare ogni cosa e che, tra esse, potrai trovare chi dirà che codesta macchina potrebbe essere meno complessa; ecco la prima nube che ritengo necessario dissipare. Solo menti che abbiano, invero, una qualche nozione di meccanica o di geometria possono fare una tale affermazione; ma, non sapendo collegare l'una all'altra ed entrambe alla fisica, si illudono o si ingannano con fantasie tutte loro, persuadendosi che siano possibili molte cose che nella realtà non lo sono; queste persone possiedono infatti, solo una imperfetta conoscenza teorica delle cose in generale, insufficiente perché sappiano prevedere tutti gli inconvenienti che si possono presentare, sia per quanto

riguarda l'opera nel suo complesso², sia per quanto riguarda le posizioni che ogni pezzo deve occupare in una macchina che debba compiere movimenti diversi, in modo che essi siano liberi e non si intralcino l'uno con l'altro. Quindi, quando sentirai questi studiosi imperfetti dichiarare che codesta macchina potrebbe essere meno complessa, io ti scongiuro di rispondere loro come io stesso farei davanti ad un'affermazione simile, e di rassicurarli da parte mia che sarò disposto a mostrare loro, quando vorranno, diversi altri modelli, e persino uno strumento completo e perfetto, molto meno complesso, di cui mi sono pubblicamente servito per sei interi mesi. Non ignoro che la macchina non potrebbe essere meno complessa, specie se avessi voluto collocare il movimento [che bisogna fare per effettuare] l'operazione sulla faccia anteriore, cosa che avrebbe comportato una scomodità fastidiosa e insopportabile; adesso, invece, tale movimento è collocato sulla faccia superiore, cosa che lo rende comodo e persino piacevole a farsi. Dirai loro, inoltre, che il mio obiettivo era quello di ridurre a un movimento ben regolato tutte le operazioni dell'aritmetica, e che, allo stesso tempo, ero persuaso che un tale progetto mi avrebbe portato solo alla confusione se questo movimento non fosse stato semplice, agevole, comodo e rapido nell'esecuzione, e se la macchina non fosse stata duratura, solida e capace di sopportare senza alterazioni un trasporto. [Dirai loro], infine, che se avessero meditato sulla materia tanto a lungo quanto ho fatto io, e intrapreso tutte le vie che io ho percorso per giungere al mio risultato, l'esperienza avrebbe fatto loro comprendere che uno strumento meno complesso non avrebbe potuto avere tutte le qualità che io ho felicemente attribuito a codesta piccola macchina.

Infatti, per la semplicità del movimento delle operazioni, ho fatto in modo che, quantunque le operazioni dell'aritmetica siano in qualche modo opposte le une alle altre, come l'addizione alla sottrazione e la moltiplicazione alla divisione, nondimeno esse si possano svolgere tutte su codesta macchina tramite un solo e unico movimento.

Per quanto riguarda la semplicità di questo movimento delle operazioni, essa è del tutto apparente, in quanto è altrettanto facile mettere in movimento mille o diecimila ruote tutte insieme, se fosse il caso, ancorché tutte raggiungano il loro movimento perfetto, quanto farne muovere una sola (io non so se dopo al principio su cui ho fondato tale facilità, ne rimanga un altro in natura). E se, oltre alla facilità del movimento dell'operazione, tu volessi conoscere la facilità dell'operazione stessa, ovvero la facilità con cui codesta macchina risolve l'operazione, ti sarà possibile se ti darai la pena di paragonarla con i metodi di operare dei gettoni o della penna. Tu sai come, con il metodo dei gettoni, colui che calcola (soprattutto quando non sia avvezzo) sia sovente obbligato, per la paura di cadere in errore, ad utilizzare una lunga sequenza e quantità di gettoni, e come la necessità lo costringa poi ad accorciare la serie, e togliere i gettoni che si rivelano non più necessari. In ciò puoi vedere due fatiche inutili, che comportano una doppia perdita di tempo. Codesta mia macchina semplifica ed elimina nelle sue operazioni tutto il superfluo; il più ignorante ne trarrà vantaggio quanto il più esperto; lo strumento supplisce alle carenze dell'ignoranza o dell'inesperienza e, con i movimenti necessari, esegue da solo, senza bisogno nemmeno dell'intervento di colui che se ne serve, tutte le riduzioni possibili alla natura, ogni volta che i numeri vi vengono collocati. Tu sai anche come, con il metodo della penna, si sia costantemente obbligati a riportare o prendere in prestito i numeri necessari, e sai quanti errori si insinuino in tutti questi riporti e prestiti, a meno che non si abbia una lunga esperienza, e che non si presti una attenzione profonda che affatica la mente in breve tempo. Codesta mia macchina libera colui che se ne voglia servire da questo tormento; con un utilizzo accorto, essa supplisce alle mancanze della memoria, senza riporti né prestiti. Essa esegue da sola ciò che chi la utilizza desidera, senza nemmeno

² Letteralmente: la materia.

ch'egli vi debba pensare. Il suo utilizzo, poi, può mostrare cento altri vantaggi, la cui descrizione ora potrebbe annoiare il lettore.

La comodità del movimento è data dal suo essere impercettibile, da sinistra verso destra, alla maniera del nostro metodo di scrittura ordinario, salvo che procede circolarmente.

Infine, riguardo alla sua rapidità, appare evidente se la si paragona a quella degli altri due metodi, dei gettoni e della penna: ma se volessi un'ulteriore e più precisa spiegazione della sua velocità, ti dirò che è pari all'agilità della mano di chi opera: tale rapidità si basa non solo sulla fluidità dei movimenti, che non oppongono resistenza, ma anche sul fatto che le rotelle da attivare manualmente sono piccole, cosicché essendo il cammino più breve, il motore può svolgerlo in minor tempo. Ne deriva un'ulteriore comodità: il volume della macchina è ridotto, ed ella risulta più maneggevole e facile a trasportarsi.

Per quanto riguarda la durata e la solidità dello strumento, la sola durezza del metallo di cui è composta potrebbe essere una garanzia per alcuni, ma per averne la certezza completa e poterla dare agli altri, l'ho sperimentata io stesso, trasportando lo strumento per più di duecentocinquanta leghe senza che subisse alcuna alterazione.

Dunque, caro lettore, ti scongiuro ancora una volta di non considerare imperfetta codesta macchina per il fatto che è composta di così tanti pezzi, poiché senza una tale struttura non avrei potuto conferirle tutte le caratteristiche prima descritte, che erano tutte necessarie. In ciò potrai osservare una sorta di paradosso, che per rendere il movimento dell'operazione più semplice è stato necessario costruire la macchina con un movimento più complesso.

La seconda causa che potrebbe ancora infastidirti, caro lettore, è la diffusione di cattive copie di codesta macchina per opera della presunzione degli artigiani: se ciò accadesse, io ti scongiuro, sappi discernere accuratamente, guardarti dalle sorprese, distinguere una copia dall'altra, e non prendere per originali le produzioni imperfette di artigiani ignoranti e temerari: più eccellono nella loro arte, più c'è da temere che siano persuasi, per pura vanità, di poter intraprendere ed eseguire da soli opere nuove, di cui ignorano regole e principi; ed ebbri di codesta falsa persuasione procedono a tentoni, ovvero lavorano senza misure certe né proporzioni regolate ad arte. Così facendo, dopo aver speso molto tempo e fatica, non producono nulla che abbia a che fare con ciò che si erano proposti o, nell'ipotesi migliore, costruiscono un piccolo mostro senza gli arti principali, informe o senza alcuna proporzione. Codeste imperfezioni, rendendolo ridicolo, suscitano scherno e disprezzo in tutti quelli che lo vedono, la maggior parte dei quali, senza ragione, danno la colpa a chi per primo ha pensato ad una tale invenzione, invece di chiarire la cosa con lui e poi biasimare la presunzione di quegli artigiani che, per falso ardore, avendo osato cimentarsi in un'impresa troppo grande per loro, producono inutili aborti. È importante far conoscere al pubblico la loro debolezza, e far capire che, per le nuove invenzioni, è necessario che il mestiere sia supportato dalla teoria, fino a quando la pratica abbia reso le regole teoriche così comuni da ridurle in mestiere, e che il continuo esercizio abbia reso gli artigiani avvezzi a seguire e applicare codeste regole con sicurezza. E così come io non fui in grado, nonostante tutta la teoria immaginabile, di forgiare da solo l'oggetto del mio disegno senza l'aiuto di un artigiano che possedesse una perfetta pratica del tornio, della lima e del martello, e che potesse ridurre ogni pezzo della macchina nelle misure e nelle proporzioni dettate dalle regole della teoria che io gli fornivo, allo stesso modo è assolutamente impossibile per qualsiasi semplice artigiano, per quanto abile nella sua arte, costruire a perfezionare una nuova opera che consiste – come questa – di movimenti complessi, senza l'aiuto di una persona che gli fornisca, secondo le regole della teoria, le misure e le proporzioni di ogni pezzo di cui essa deve essere composta.

Caro lettore, desidero particolarmente avvertirti di un'ultima cosa, avendo visto con i miei occhi l'esecuzione di un falso modello della mia invenzione da parte di un artigiano di Rouen,

orologiaio di professione, il quale, solo sulla base di una semplice spiegazione che gli fu data circa il mio primo modello, che avevo approntato qualche mese innanzi, ebbe l'ardire di cimentarsi in una sua riproduzione e, per di più, con un altro tipo di movimento; ma quel brav'uomo ha talento solo nel maneggiare con destrezza i suoi strumenti, e della geometria e della meccanica non sa nemmeno che esistano. E dunque (per quanto molto abile nel suo mestiere, e pure molto ingegnoso in diversi altri campi), fece uno strumento inutile, lucido in verità, levigato e perfettamente rifinito all'esterno, ma così imperfetto all'interno da non essere di alcuna utilità. Tuttavia, solo per la sua novità, fu elogiato da quelli che sono incompetenti e, nonostante tutti i suoi difetti sostanziali, rivelati dalla prova pratica, nondimeno trovò spazio nella sala studio di un curioso di quella stessa città, piena di parecchie altri pezzi rari e curiosi.

L'aspetto di quel piccolo aborto mi fu sgradito così tanto e raffreddò talmente l'entusiasmo con cui lavoravo allora per completare il mio modello, che congedai all'istante tutti i miei artigiani deciso ad abbandonare definitivamente l'impresa, per l'inquietudine che altri potessero osare tanto, e che le false copie che essi avrebbero potuto produrre di quella nuova invenzione, ne rovinassero la stima sul nascere, insieme all'utilità che il pubblico avrebbe potuto ricavarne. Ma, qualche tempo dopo, Monsignore il Cancelliere essendosi degnato di onorare il mio primo modello della sua considerazione, e di testimoniare la stima che egli nutriva per la mia invenzione, mi ordinò di portarla a compimento, e, per fugare quel timore che mi aveva trattenuto per qualche tempo, si compiacque di estirpare il male alla radice, impedendo il corso che avrebbe potuto prendere compromettendo la mia reputazione e andando a svantaggio del pubblico. Per sua grazia mi accordò il privilegio straordinario di reprimere sul nascere tutti quegli aborti illegali che avrebbero potuto essere prodotti senza tener conto del legame, legittimo e necessario, tra la teoria e il mestiere.

Del resto, se hai già avuto occasione di esercitare la tua mente nell'invenzione di qualche macchina, non mi sarà difficile persuaderti che la forma dello strumento, nel suo stato attuale, non è il primo risultato dell'idea che ebbi in proposito: iniziai l'esecuzione del mio progetto con una macchina molto diversa da questa, tanto nella sua materia quanto nella sua forma, ma (sebbene soddisfacesse molti), non mi convinceva del tutto; perciò accadde che modificandola poco a poco, ne creai senza accorgermene una seconda, nella quale ancora riscontravo inconvenienti che non potevo sopportare. Per porvi rimedio ne costruii una terza, che funziona a molla, dalla struttura molto semplice. Si tratta della macchina di cui ho già parlato, che ho utilizzato diverse volte alla presenza di moltissime persone, e che ancora funziona più che mai. Ciononostante, continuando a perfezionarla, ho avuto ragione di modificarla e, infine, ritrovando in tutte un qualche difetto, che fosse la difficoltà di operare, o la rigidità dei movimenti, o la predisposizione a deteriorarsi troppo facilmente con il tempo o con il trasporto, ho avuto la pazienza di produrre oltre cinquanta modelli, tutti diversi, alcuni in legno, altri in avorio ed ebano, altri ancora in rame, prima di giungere alla realizzazione della macchina che oggi presento. Questa, benché composta di tanti piccoli pezzi diversi, come potrai vedere, è tuttavia talmente solida che, dopo l'esperienza di cui ti ho parlato innanzi, posso osare assicurarti che tutti gli urti che potrebbe subire trasportandola tanto lontano quanto vorrai, non riuscirebbero a deteriorarla né ad alterarla minimamente.

Infine, caro lettore, ora che credo di averla messa in condizione di essere vista, e che anche tu, se ne avrai la curiosità, potrai vederla e servirtene, ti prego di concedermi la libertà di sperare che l'unica invenzione in grado di fornire un terzo metodo per svolgere ogni operazione dell'aritmetica, totalmente nuovo e che non ha nulla a che vedere con i due ordinari metodi della penna e dei gettoni, possa ricevere il tuo apprezzamento. Spero anche che approvando il mio proposito di compiacerti alleviandoti la fatica, tu mi sarai grato per essermi dato la pena di fare in modo che tutte le operazioni, che con i metodi precedenti sono

difficoltose, complesse, lunghe e poco sicure, divengano semplici, agevoli, rapide e sicure.

I curiosi che desiderano vedere una tale macchina, possono rivolgersi al signor de Roberval, professore ordinario di matematica al Collège Royal de France, che potrà illustrare in modo sintetico e gratuitamente la semplicità delle operazioni, la potrà vendere e insegnarne l'uso.

Il suddetto signor de Roberval abita al Collège Maître Gervais, rue du Foin, nei pressi dei Mathurins. Lo si può trovare tutte le mattine fino alle otto e al sabato dopo pranzo.

LETTERA DI PASCAL

ALLA REGINA CRISTINA,

in accompagnamento alla macchina aritmetica (1650).

MIA SIGNORA,

se fossi tanto in salute quanto sono zelante, mi recherei di persona presso la Vostra Maestà, per mostrarle un'opera esistente da più anni e che oso inviarle in dono da tanto lontano. Non potrei sopportare che fossero mani diverse dalle mie ad avere l'onore di portarla ai piedi della più grande principessa al mondo. Codesta opera, MIA SIGNORA, è una macchina per svolgere le operazioni dell'aritmetica senza penna e senza gettoni. Vostra Maestà non ignora quanto tempo e fatica possano costare le nuove produzioni, soprattutto quando gli inventori vogliano portarle all'estrema perfezione. Sarà perciò inutile dirvi da quanto tempo io stia lavorando a codesta invenzione, e non potrei esprimermi meglio nel dire che mi applicai ad essa con tanto ardore, come se prevedessi che un giorno sarebbe apparsa al cospetto di così nobile persona. Ma, MIA SIGNORA, se codesto onore non fu il reale motivo del mio lavoro, ne sarà perlomeno la ricompensa; e mi riterrò fortunato se la mia macchina, dopo avermi procurato lunghe veglie, potrà dare a Vostra Maestà una pur breve soddisfazione. Non annoierò nemmeno la Vostra Maestà con i particolari della struttura di codesta macchina: se ella ne avrà curiosità, potrà contentarsi del discorso^(*) che ho indirizzato a messer de Bourdelot^(**); in esso potrà trovare, riassunti, tutta la storia di codesta opera, lo scopo della sua invenzione, le circostanze della mia ricerca, l'utilità dei suoi meccanismi, le difficoltà di esecuzione del progetto, i progressi gradualmente, il successo della sua realizzazione, e le istruzioni per il suo utilizzo. Mi limiterò qui, dunque, a spiegare perché io l'abbia voluta offrire a Vostra Maestà, cosa che considero come coronamento e ultima fortuna della sua avventura. Capisco, MIA SIGNORA, che mi si possa sospettare di essere solo in cerca di gloria nel presentarla a Vostra Maestà, poiché la mia opera sembrerà straordinaria quando si saprà che è indirizzata proprio a Voi; e, sebbene dovrebbe esservi offerta unicamente in considerazione della sua eccellenza, si riterrà che sia eccellente solo per il fatto di essere stata donata a voi. Tuttavia, non sono stato ispirato da una tale speranza. Il mio progetto, MIA SIGNORA, è troppo grande per avere altro obiettivo che la Vostra Maestà stessa. E, invero, ciò che mi ha spinto è l'unione di due cose che si possono trovare riunite nella sua sacra persona, e che mi suscitano tanta

^(*) Sembrerebbe riferirsi al discorso che si trova a pagina 11 qui sopra, con alcune aggiunte che non sono state rinvenute.

^(**) Medico della regina Cristina.

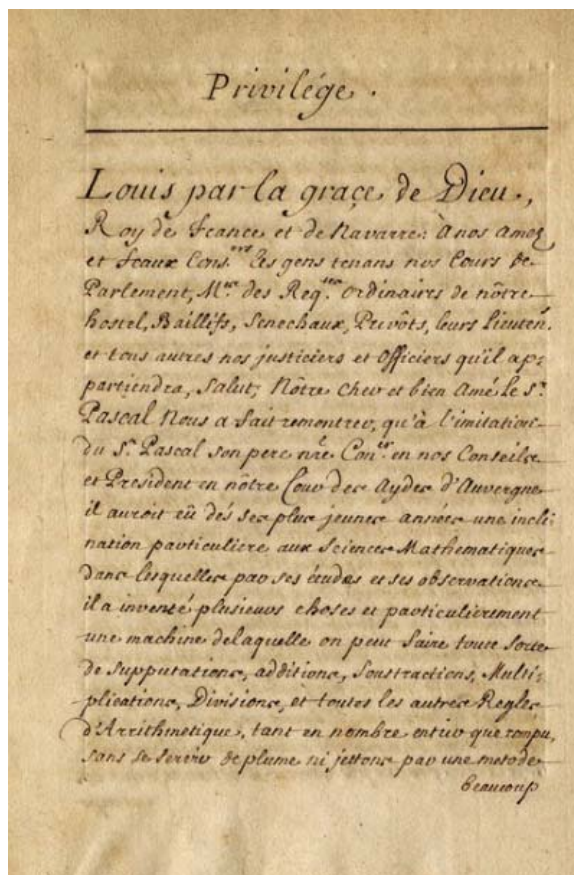
ammirazione quanto rispetto, ovvero l'autorità sovrana e la scienza consolidata, poiché provo una speciale venerazione per coloro che sono elevati al grado supremo, o del potere, o della conoscenza. Non credo di sbagliare nel dire che anche questi ultimi possono essere considerati sovrani tanto quanto i primi. Lo stesso rango si può ottenere per genio o per nascita; il potere dei re sui sudditi non è che un'immagine, così mi pare, del potere di persuasione che le menti superiori esercitano su quelle a loro inferiori e che è, per essi, corrispondente al diritto di comandare del governo politico. Questa seconda forma di comando mi pare di un ordine tanto più elevato, quanto le menti sono di un ordine più elevato rispetto ai corpi; e più equo pure, poiché può essere conferito e conservato unicamente per merito, mentre l'altro lo può essere per nascita o per buona sorte. Bisogna dunque riconoscere che ciascuna delle due autorità è grande in fede; ma, MIA SIGNORA, la Vostra Maestà mi permetta di dire senza che si offenda; l'una è incompleta senza l'altra. Per quanto sia potente un monarca, manca qualcosa alla sua gloria se non ha l'eccellenza d'intelletto; e per quanto illuminata sia una persona, la sua condizione è sempre degradata da una situazione di sudditanza. Gli uomini che per natura aspirano a ciò che vi è di più perfetto, avevano fino ad oggi desiderato di incontrare un tale sovrano ideale. Tutti i re e tutti gli studiosi hanno provato ad incarnarlo, compiendo l'impresa solo per metà. Il capolavoro spettava al nostro secolo. E poiché codesta grande meraviglia sembrò essere dotata di tutte le qualità più sorprendenti, quel livello che nessun uomo aveva potuto raggiungere fu conquistato da una giovane regina, in cui sono riuniti il vantaggio dell'esperienza e la tenerezza dell'età, il diletto dello studio e le occupazioni che le derivano dalla nascita reale, l'eminenza della scienza e la delicatezza del sesso. È la Vostra Maestà, MIA SIGNORA, che offre all'universo quell'esempio unico che gli mancava; in lei il potere viene dispensato dai lumi delle scienze, e la scienza elevata dallo splendore dell'autorità. E questa unione tanto meravigliosa fa sì che non ci sia niente al di sopra del potere di Vostra Maestà, così come niente è al di sopra della sua mente, e per ciò sarà ammirata nei secoli futuri. Regnate, dunque, straordinaria principessa, in maniera del tutto nuova; assoggettate al vostro genio tutto ciò che non è sottoposto alle vostre armi: possiate regnare, per diritto di nascita, per una lunga serie di anni e su tante provincie trionfanti, ma regnate su tutta la terra sempre con la forza del vostro merito. Per quanto mi riguarda, non essendo nato sotto il vostro primo potere, voglio che tutto il mondo sappia che mi glorio di vivere sotto il secondo; ed è per dimostrare ciò che oso levare lo sguardo verso la mia regina, offrendole una prima prova della mia devozione. Ecco, MIA SIGNORA, cosa mi spinge a porgere codesto dono alla Vostra Maestà, per quanto indegno di essa. La mia debolezza non ha fermato la mia ambizione. Io immagino che, sebbene il solo nome di Vostra Maestà sembri allontanare da sé tutto ciò che non le si confà, ella non rifiuti, tuttavia, tutto ciò che le è inferiore, altrimenti la sua grandezza rimarrebbe senza omaggio, e la sua gloria senza encomio. Ella si contenta di ricevere un prodotto del duro lavoro della mente, senza esigere che sia una mente grande come la sua. È grazie a codesta condiscendenza ch'ella si degna di comunicare con il resto degli uomini. Tutte queste considerazioni insieme mi fanno dichiarare, con tutta la sottomissione di cui è capace uno dei più grandi ammiratori delle sue valorose qualità, che nulla desidero con tanto ardore che essere considerato da Vostra Maestà, MIA SIGNORA, l'umilissimo, devotissimo, fedelissimo servitore, BLAISE PASCAL.

PRIVILEGIO DEL RE.

PER LA MACCHINA ARITMETICA (1649).

Luigi, per grazia di Dio, re di Francia e di Navarra, ecc., salve. Il nostro carissimo e beneamato signor Pascal ci ha messi a conoscenza che, sull'esempio del signor Pascal, suo padre, nostro consigliere e presidente della nostra Corte degli Aiuti in Alvernia, avrebbe avuto, sin dall'infanzia, una particolare inclinazione per le scienze matematiche, nell'ambito delle quali, grazie a studi e osservazioni, ha prodotto diverse invenzioni, in modo particolare una macchina che permette di svolgere ogni sorta di computo: addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni e tutte le altre operazioni dell'aritmetica, sia con numeri interi sia con numeri frazionari, senza doversi servire della penna o dei gettoni, ma con un metodo molto più agevole, più semplice da apprendere, più rapido nell'esecuzione, e meno faticoso per la mente di tutti gli altri metodi di calcolo in uso fino ad oggi; oltre a codesti vantaggi, ha anche quello di eliminare ogni rischio di errore, che nei calcoli è la condizione più importante. Di questa macchina egli ne avrebbe costruito oltre cinquanta modelli, tutti

diversi, alcuni composti di aste o lamine diritte, o ricurve, o con catene, altri con ingranaggi concentrici, o eccentrici, altri ancora con movimenti in linea retta, o circolari, o ancora di forma conica o cilindrica, e infine altri ancora, diversi sia nella materia sia nella forma e nel movimento. In tutti questi modi diversi, l'invenzione principale e il movimento essenziale consistono in ciò: ogni rotella o asta di un ordine, spostandosi di dieci unità aritmetiche, fa spostare quella successiva di un'unità soltanto. Dopo tutti questi esperimenti, in cui egli ha investito molto tempo e denaro, è giunto infine alla costruzione di un modello finito, infallibile a detta dei più esimi matematici del nostro tempo, i quali lo hanno onorato universalmente della loro approvazione e ritenuto di grande utilità per la gente. Tuttavia, dal momento che il suddetto strumento è di facile contraffazione da parte di alcuni artigiani, e che però è impossibile che essi riescano a riprodurlo con quel grado di correttezza e perfezione perché sia di qualche utilità, senza la guida del suddetto Pascal, o di una persona che abbia una conoscenza perfetta dell'artificio del suo movimento, c'è da temere che, se venisse permesso a tutti di cimentarsi nella costruzione di copie della macchina, i difetti che si incontrerebbero inevitabilmente per colpa di tali artigiani, renderebbero questa invenzione tanto inutile quanto invece una buona costruzione la rende efficace. Per questo motivo egli desidererebbe che noi diffidassimo gli artigiani e tutte le altre persone dal costruire o commissionare il suddetto strumento senza il suo consenso, e ci supplica, perciò, di concedergli le lettere a tal scopo necessarie. E poiché il suddetto strumento ha, attualmente,



un prezzo eccessivo, che lo rende, per il suo alto costo, di fatto inutile al pubblico, e poiché egli spera di poter ridurre tale prezzo in modo che sia alla portata di tutti, cosa che cerca di realizzare con l'invenzione di un movimento più semplice ma egualmente efficace, alla ricerca del quale lavora in continuazione, insegnando anche a poco a poco il mestiere agli artigiani ancora poco avvezzi; tutte codeste cose richiedono un tempo che non può essere stabilito.

PER QUESTI MOTIVI, desiderando gratificare e favorire il suddetto Pascal figlio, considerate le sue capacità in diverse scienze, in modo particolare in quelle matematiche, e per invitarlo a tenerci informati dei suoi progressi; e tenendo conto del notevole sollievo che codesta macchina offre a coloro che sono impegnati in grandi calcoli, nonché in ragione dell'eccellenza di tale invenzione, con la presente, firmata di nostro pugno, noi abbiamo concesso e concediamo d'ora innanzi, al suddetto signor Pascal figlio e a coloro che saranno da egli autorizzati, di commissionare o costruire, con quegli artigiani, quella materia e quella forma ch'egli solo autorizzerà, in ogni luogo del nostro dominio il suddetto strumento che egli stesso ha inventato per contare, calcolare, svolgere addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni e tutte le altre operazioni dell'aritmetica senza penna né gettoni. Inoltre, facciamo espresso divieto a tutti, artigiani e altre persone, di ogni sorta e condizione, di costruire, commissionare, vendere e distribuire codesta macchina in ogni luogo del nostro dominio senza il consenso del suddetto signor Pascal figlio - o di coloro da egli autorizzati - col pretesto di migliorarne o modificarne la materia, la forma o il disegno, o i suoi diversi modi di utilizzo, sia che venga assemblata con rotelle eccentriche o concentriche o parallele, che si muovano solo in un verso o in entrambi, o con aste verticali o altre cose. [Facciamo espresso divieto] di esporre, vendere, in codesto regno, qualsiasi contraffazione anche a tutti gli stranieri, mercanti o di altra professione, e anche nel caso in cui [lo strumento] sia stato prodotto oltre i confini. Tutti i contravventori saranno puniti con un'ammenda di tremila "lire",³ da pagarsi senza deroghe [in ragione di]: un terzo a noi, un terzo all'Hôtel-Dieu di Parigi e un terzo al suddetto signor Pascal o a coloro che ne avranno diritto; [saranno inoltre puniti] con confisca degli strumenti contraffatti, con il pagamento di tutte le spese, i danni e gli interessi. In virtù della presente, ordiniamo, perciò, che tutti gli artigiani che costruiranno o creeranno i suddetti strumenti vi facciano apporre dal signor Pascal, o da chi ne avrà diritto, il contrassegno da essi scelto per certificare di averli esaminati e riconosciuti senza difetti. Disponiamo che tutti gli strumenti per cui non si siano osservate codeste formalità siano confiscati, e che sia soggetti alle suddette pene e ammende a coloro che li avranno costruiti o che ne saranno in possesso. A ciò saranno obbligati in virtù della presente, o di copie di essa, debitamente collazionate da uno dei nostri amati e fedeli segretari consiglieri, e alle quali si dovrà prestare fede come all'originale. Ordiniamo che il contenuto della presente sia rispettato pienamente e pacificamente, e non tollereremo che venga fatto impedimento a coloro i quali godono dei diritti in essa citati. Ordiniamo al nostro primo sergente o ufficiale giudiziario di provvedere all'esecuzione della presente, con tutte le notifiche necessarie senza bisogno di ulteriori permessi. Tale infatti è il nostro volere: nonostante tutti gli editti, ordinanze, dichiarazioni, decreti, regolamenti, privilegi, statuti e loro conferme, clamori di folla, "carta normanna" e altre lettere a ciò contrarie, con la presente noi deroghiamo agli stessi e alle disposizioni in essi contenute. Emesso a Compiègne, il ventiduesimo giorno di maggio, nell'anno di grazia milleseicentoquarantanove, e settimo del nostro regno. *Firmato* LUIGI. *Più in basso* la REGINA REGGENTE, sua madre, presente. Dal re, Phelypeaux, *gratis*. L'originale in pergamena, sigillato dal gran sigillo in cera gialla.

³ Nel testo: "livres".

2. Bibliografia essenziale

I testi originali:

B. Pascal, *Oeuvres complètes*, Texte établi, présenté et annoté par Jacques Chevalier, Paris Gallimard, 1954

<http://www.archive.org/stream/uvresdeblaisepas00pasc#page/n13/mode/2up> (cercare con il motore di ricerca “machine arithmétique”)

<http://www.bibnum.education.fr/calculinformatique/calcul/la-pascaline-la-%C2%AB%C2%A0machine-qui-rel%C3%A8ve-du-d%C3%A9faut-de-la-m%C3%A9moire%C2%A0%C2%BB>

<http://abu.cnam.fr/cgi-bin/go?machine3>

A. Bausola, *Introduzione a Pascal*, Bari, Laterza, 1973

R. Rossellini, *Blaise Pascal* (film per la TV, 1971)

P. Serini (a cura di), *Pascal, Blaise. Pensieri*, Torino, Einaudi, 1967.

3. Pascal e la macchina aritmetica (per gli insegnanti e per gli studenti)

Breve biografia



Blaise Pascal, nasce a Clermont - Ferrand in Francia il 19 giugno 1623, quasi quattrocento anni fa. Avendo perso la madre all'età di tre anni, viene allevato dal padre che lo spinge allo studio delle scienze e soprattutto della matematica.

Blaise è molto precoce.

A sedici anni scrive un saggio di matematica importante ancora oggi, e a diciotto costruisce una macchina calcolatrice per aiutare il padre che nel 1639 era stato nominato sovrintendente in Normandia (Nord della Francia) e doveva eseguire calcoli complicati relativi alla riscossione delle tasse.

Nel 1646 si avvicina alla religione (prima conversione). Nonostante le cattive condizioni di salute il giovane Blaise continua i suoi studi su questioni di matematica e di fisica. Dopo la morte del padre (1651) e l'entrata della sorella nel Convento di Port-Royal (1652) si impegna ancora di più nelle ricerche scientifiche e inizia un periodo di vita mondana molto intensa, frequentando compagnie di giovani emancipati e dediti ai piaceri della vita.

Nel 1654 il suo interesse per la religione diventa una vera vocazione che lo spinge a ritirarsi nel convento di Port-Royal in cerca di una maggiore spiritualità. Le pagine filosofiche e di meditazione scritte in questo periodo costituiscono la sua opera più famosa: *Pensieri di Pascal sulla religione e su alcuni altri argomenti*.

Un rapido peggioramento della malattia porta Blaise alla morte a soli trentanove anni il 19 agosto 1662.

Per quanto abbia avuto una vita breve Pascal diede contributi importanti sia in vari settori della matematica, sia nella filosofia. Alcuni risultati di fisica e di matematica che studierete più avanti portano il suo nome.

Gli studi scientifici insieme agli studi filosofici condussero Pascal a riflettere sul valore della "ragione", come capacità di svolgere ragionamenti a partire da certe premesse, da un lato, e su

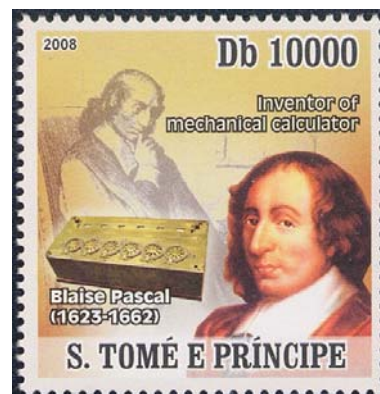
sentimento e intuizione (“cuore”), dall’altro. Gli uomini devono usare entrambe queste due facoltà se vogliono capire non solo il mondo della scienza e della natura, ma anche tutta la realtà umana. Uno dei *Pensieri* più famosi di Pascal è il seguente:

“Il cuore ha le sue ragioni che la ragione non conosce”.

La macchina

A quel tempo i calcoli si eseguivano con l’abaco usando i gettoni, o con carta e penna come facciamo noi. Per facilitare e rendere più veloce il lavoro del padre il giovane Blaise incomincia a pensare ad una macchina da calcolo.

Ne costruisce ben 50 modelli diversi per rendere perfetta la sua invenzione. Nella dedica al Cancelliere Séguier enumera tutte le difficoltà tecniche da lui incontrate e pure gli ostacoli alla costruzione della macchina: incapacità degli operai, contraffazioni, e altro ancora.



La macchina aritmetica viene presentata al Cancelliere (dal film di Roberto Rossellini)

Parla Pascal:

“..., continuando a perfezionarla, ho realizzato vari esemplari e, ritrovando in tutti un qualche difetto, o la difficoltà di operare, o la rigidità dei movimenti, o la tendenza a rovinarsi troppo facilmente con il tempo o con il trasporto, ho avuto la pazienza di produrre oltre cinquanta modelli, tutti diversi, alcuni in legno, altri in avorio ed ebano, altri ancora in rame, prima di

giungere alla realizzazione della macchina che oggi presento”.⁴

Il modello definitivo risale al 1645. La *Pascalina*, come fu chiamata all’epoca, destò ammirazione e diede grande notorietà al giovane Pascal.

Parla Pascal:

“... il più ignorante ne trarrà vantaggio quanto il più esperto; lo strumento supplisce alle carenze dell'ignoranza o dell'inesperienza”

“Tu sai anche che con il metodo della penna si è costantemente obbligati a riportare o prendere in prestito i numeri necessari, e sai quanti errori si possono insinuare in tutti questi riporti e prestiti, a meno che non si abbia una lunga esperienza, e che non si faccia molta attenzione, cosa che affatica la mente in breve tempo. La mia macchina libera colui che la utilizza da questo tormento; con un uso attento, essa supplisce alle mancanze della memoria, senza riporti né prestiti ed esegue da sola le operazioni si desiderano, senza nemmeno doverci pensare”.



Blaise spiega al padre il funzionamento della macchina aritmetica (dal film di Roberto Rossellini)


Pascal ottenne anche un *Privilegio* del re di Francia che concedeva solo a lui e alle persone da lui autorizzate il diritto di costruire la macchina, e vietava le contraffazioni e puniva i trasgressori con una multa salata di 3000 “lire francesi”. La macchina costava piuttosto cara, 100 “lire francesi”, più di 8000 euro.⁵


⁴ La traduzione dei passi che seguono è libera.

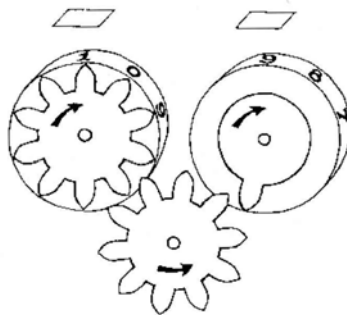
⁵ *Oeuvres*, cit., p. 348.

Attualmente si conoscono in Francia 7 macchine aritmetiche costruite fra il 1644 e il 1653. La più antica è conservata al *Conservatoire National des Arts et Métiers* di Parigi.


Come funziona:

La *Pascalina* funziona con un sistema di 6 ruote su cui sono incise le cifre da 0 a 9. 
Le ruote rappresentano le unità, le decine, le centinaia e così via.

Queste ruote sono collegate con ingranaggi a ruote dentate. Ciascuna ruota muovendosi di 10 unità (10 scatti) fa muovere quella vicina di 1 scatto. 

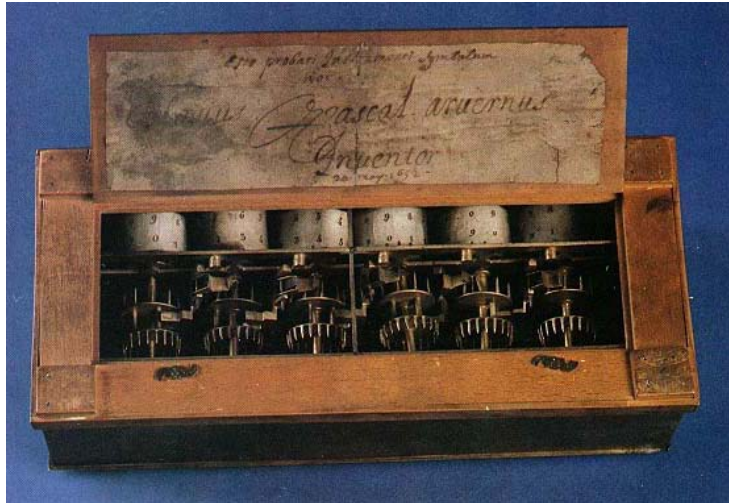


In questo modo i riporti si fanno automaticamente.

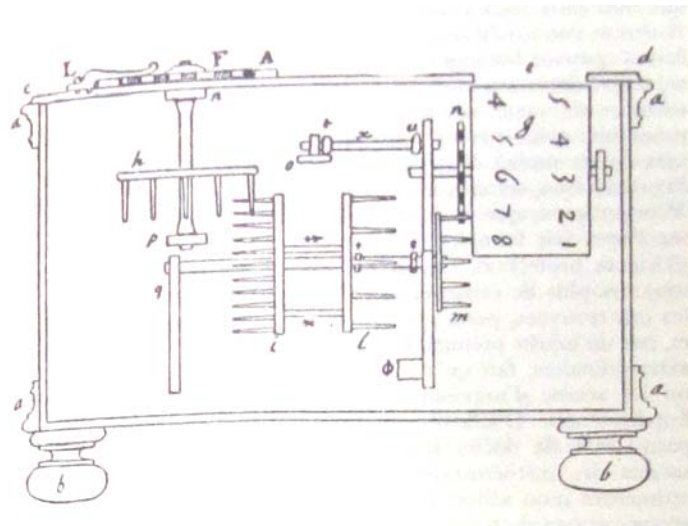
Il risultato dell'operazione (addizione o sottrazione) si legge nelle finestrelle 



La *Pascalina* vista dall'alto



La Pascalina (aperta) conservata presso il *Conservatoire National des Arts et Métiers* di Parigi



La Pascalina aperta, vista di profilo in modo da mettere in evidenza il funzionamento



Un altro esemplare di Pascalina



La Pascalina “Zero+1” di Quercetti

Prima di effettuare le operazioni occorre fare in modo di avere tutti 0 nelle piccole finestre della macchina.



L'addizione:

Si voglia addizionare **20** con **81**.

Comporre i numeri uno dopo l'altro, il risultato si legge nelle finestrelle.

Per comporre il 20 basta mettere il dito nello spazio fra i raggi 2 e 3 della seconda ruota e ruotare fino a che si arriva al fermo alla base della ruota. Questa rotazione fa comparire il numero 2 nella seconda finestrella a destra. Così ora macchina mostra il numero **000020**.

Per comporre il 81 basta mettere il dito nello spazio fra i raggi 8 e 9 della seconda ruota e ruotare. Poiché $8 + 2 = 10$ gli ingranaggi della Pascalina fanno muovere di 1 la terza ruota, mentre la seconda si azzerà, così la macchina, dopo aver composto la prima cifra di 81, mostra il numero **000100**. Ora per comporre 1 si metta il dito nello spazio fra i raggi 1 e 2 della prima ruota e ruotarla fino al fermo.

Così ora macchina mostra il numero **000101** che è il risultato finale.

Una riflessione di carattere più generale:

Nella lettera con cui Pascal offre la macchina aritmetica alla regina Cristina di Svezia osserva che vi sono due tipi di autorità, quella che deriva da potere politico e quella che deriva dalla conoscenza, e afferma che :

“Questa seconda forma di comando mi pare di un ordine tanto più elevato, quanto le menti sono superiori rispetto ai corpi; e anche più giusto poiché questo tipo di comando si può ottenere e conservare solo per merito, mentre l'altro lo può derivare dalla nascita o dalla buona sorte”

La sottrazione:

Le rotelle della Pascalina potevano muoversi in una sola direzione: questo implica che non era possibile eseguire la sottrazione semplicemente ruotando le rotelle nella direzione opposta, ma era necessaria una procedura che riducesse le sottrazioni ad addizioni. Per far questo Pascal utilizzava il complemento a 9 e dunque le particolari proprietà del numero 9.

Il procedimento può sembrare complicato, ma in realtà è molto semplice. Vediamolo su un esempio.

Si voglia eseguire la seguente sottrazione: $72 - 23$ [1]

Cerco il complemento a 9 di 23: $99 - 23 = 76$ (NB. È molto semplice calcolare il complemento a 9 di qualunque numero, per quanto grande, perché 9 è la cifra più alta nel nostro sistema di numerazione).

Eseguo l'addizione: $72 + 76 = 148$

In buona sostanza ho eseguito questa operazione: $72 + (99 - 23)$, o il che è lo stesso $(72 - 23) + 99$, dunque per ottenere il risultato di [1] basterà sottrarre 99 da 148, operazione che è sempre molto semplice data la natura del numero 9, cioè basterà togliere 100 da 148 e aggiungere 1: $1 + 48 = 49$.

Altro esempio: $1735 - 237$ [2]

$999 - 237 = 762$

$1735 + (999 - 237) = 1735 + 762 = 2497 = (1735 - 237) + 999$

Per ottenere il risultato di [2] basterà ora sottrarre 999 da 2497, cioè basterà togliere 1000 da 2497 e aggiungere 1: $1497 + 1 = 1498$.

Alcune indicazioni bibliografiche e sitografiche

P. GIANGRANDI, *Numeri e macchine. Breve storia degli strumenti di calcolo*, Nucleo di ricerca in didattica della matematica, Università di Udine, 2000

H. GLENN, D. A. JOHNSON, *Strumenti per calcolare*, Bologna, Zanichelli, 1965

- Uso della macchina in classe

<http://www.dm.unito.it/semdidattica/2010/presentazioni/bart4.pdf>

- Simulazione della macchina in attività

http://therese.eveilleau.pagesperso-orange.fr/pages/truc_mat/textes/pascaline.htm

- Presentazione del film di Roberto Rossellini *Blaise Pascal*

<http://www.lalimonaia.pisa.it/v2/attivita/uspls2004/pascal.php>

- La macchina aritmetica

<http://areeweb.polito.it/didattica/polymath/ICT/Htmls/Informazioni/Antologia/Pascal.htm>

http://calmeca.free.fr/calculmecanique_php/Fr/Fichiers_Blaise_Pascal/Fichiers_historique/Pascaline_histoire_fr.php