

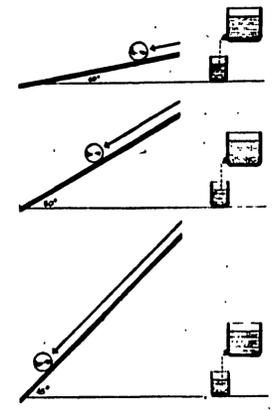
# LA GRANDE EREDITA' DI GALILEO



Galileo avanti all'Inquisizione

(Dalla 5. pagina)  
 impiegato a percorrerlo. In altre parole alla semplice osservazione occorre sostituire la misura quantitativa.  
 Anche oggi, e ancora di più ai tempi di Galileo, non è facile misurare con una certa esattezza la velocità con la quale un corpo lasciato cadere da una data altezza giunge al suolo. Più facile è invece misurare la distanza percorsa (basta misurare l'altezza rispetto al suolo del punto dal quale si fa cadere il corpo) e il tempo impiegato a percorrerla. Ma si tratta di tempi molto brevi e Galileo non possedeva cronometri di precisione per misurarli con buona approssimazione. Nel superare questa grave difficoltà Galileo dimostrò la sua genialità di sperimentatore: invece di far cadere i corpi liberamente, fece rotolare delle palle su un piano scalandato, al quale dava inclinazioni diverse (vedi disegno).  
 Per misurare i tempi si servì di un grosso recipiente pieno di acqua dal quale il liquido usciva attraverso un forellino sempre con la medesima velocità. Raccogliendo l'acqua in un bicchiere, si aveva un vero e proprio orologio: una quantità doppia di acqua indicava un tempo doppio, una quantità tripla un tempo tre volte più grande e così via. In tutti i casi, quale che fosse l'inclinazione data al piano, benché fosse diversa la velocità della palla, la proporzione fra lo spazio percorso e il quadrato del tempo impiegato a percorrerlo restava costante. Cioè, in tutti i casi, in un tempo doppio lo spazio percorso risultava quadruplo, in un tempo triplo lo spazio risultava nove volte maggiore e così via.  
 Basandosi sulle sue misure, Galileo giunse alla conclusione che la velocità di caduta dei corpi è direttamente proporzionale al tempo trascorso, mentre Aristotele e i suoi seguaci affermavano che la velocità di caduta è proporzionale allo spazio percorso. Si trattava di decidere fra queste due affermazioni.  
 Tanto in base alle idee di Galileo quanto in base a quelle di Aristotele si poteva ricavare una formula che permette di calcolare lo spazio che un corpo lasciato libero di cadere percorre in uno, due, tre, quattro, cinque secondi e così via. Naturalmente, essendo le due formule diverse, anche i risultati così calcolati saranno diversi.  
 A questo punto, la parola è alla verifica sperimentale: per sapere chi ha ragione, non c'è che da provare: l'esperienza dimostra che un corpo (meglio se piccolo e pesante in modo che si possa trascurare la resistenza dell'aria) lasciato cadere dall'altezza di 78,4 metri impiega 4 secondi a raggiungere il suolo, ne impiega 3 se è lasciato cadere da 44,1 metri e 2 se è lasciato cadere da 19,6 metri, in pieno accordo con la legge di Galileo e in contrasto con le conclusioni di Aristotele.  
 Possiamo ora riassumere il metodo sperimentale seguito da Galileo — metodo che è alla base della

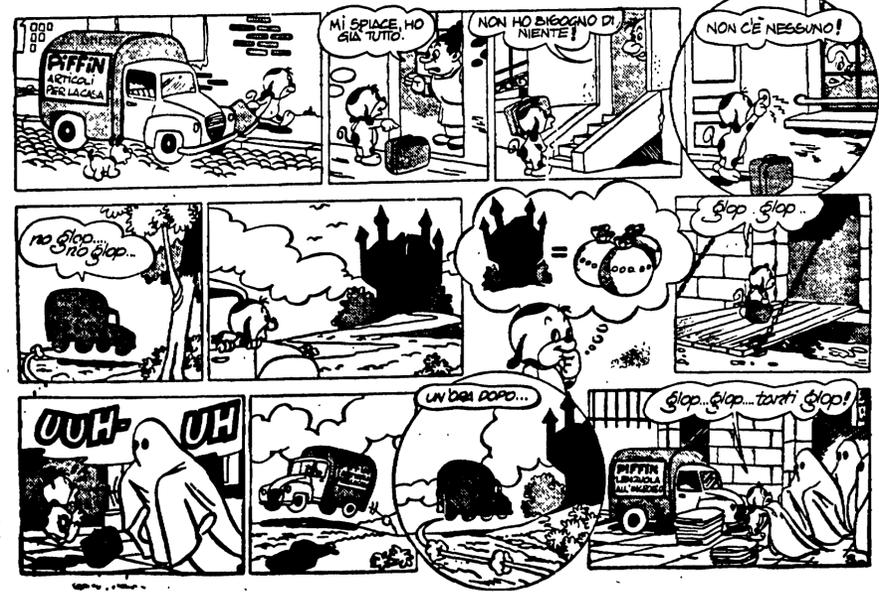
scienza moderna — nello studio della natura. Si osserva un fenomeno, si misurano tutte le grandezze che in esso hanno importanza (nel caso che abbiamo esaminato, la velocità, lo spazio, il tempo) e si studia quale è la formula che permette



L'esperienza galileiana del piano inclinato.

di calcolare una di queste grandezze conoscendo le altre, dopo di che si verifica la validità dei risultati ottenuti per mezzo dell'esperienza. Se l'esperienza conferma i risultati calcolati in base alla formula, vuol dire che la formula è giusta e rappresenta la legge naturale che regola il fenomeno studiato; se invece l'esperienza non concorda con i risultati calcolati, vuol dire che la conclusione alla quale si era giunti era sbagliata e occorre ricominciare daccapo.  
 Galileo applicò questo metodo, fondato su esperienze quantitative e sull'uso della matematica, allo studio di numerosi fenomeni fisici oltre che a quello della caduta dei corpi, raggiungendo risultati a tal punto notevoli che fanno di lui il fondatore della fisica moderna. Ma più ancora dei risultati raggiunti, che pure hanno avuto grandissima importanza nello sviluppo della fisica, è importante il metodo da lui impiegato nel raggiungerli. La validità di questo metodo è provata da più che tre secoli di sviluppo e di successi non solo della fisica, ma di tutta la scienza moderna e rappresenta la più preziosa eredità di Galileo. Il metodo galileiano ha aperto all'uomo la via maestra per la conoscenza e il dominio della natura, dal mondo infinitamente piccolo dell'atomo agli spazi immensi dell'universo.

## Le avventure di PIFFIN



## Giochi all'aperto



**LA BANDIERA** Si gioca in due squadre, che prendono posto in due campi divisi da una riga sulla quale si piazza il capo-gioco. Questi ha in mano una bandiera. I giocatori delle due squadre sono contrassegnati da un numero. Il capo-gioco chiama un numero a caso; i due ragazzi cui quel numero corrisponde debbono correre a prendere la bandiera e tornare al proprio posto. Chi ci riesce guadagna un punto. Vince la squadra che alla fine del gioco ha conseguito un maggior numero di punti.



**LE NAZIONI** I partecipanti al gioco si dispongono in circolo e ognuno prende il nome di una nazione. La nazione che, decisa a sorte, è la prima a parlare, dice: «Io...» (e aggiunge il suo nome di nazione) dichiara guerra a... (e dice il nome di un'altra nazione). Appena dichiarata guerra, la nazione aggredita, può chiedere aiuto ad un'altra nazione. La nazione chiamata salva quella che aggredisce e la raggiunge prima della nazione insequitrice, e il gioco ricomincia. Se invece la nazione aggredita viene raggiunta dall'insequitrice, paga pegno.



**STATUE BELLE E BRUTTE** I giocatori si nominano un capo-gioco e si schierano in fila davanti ad un muro. Il capo-gioco chiama a suo piacimento un concorrente fuori della linea e gli dice di assumere una posizione grottesca o strana, come una statua. Se il concorrente ride o si muove prima che il capo-gioco lo rimandi al posto, paga pegno.

## CIRCOLI DI AMICI

**CIRCOLO ATOMINO DI ROMA**  
 Renato Galbio, Alberto Botta ed io abbiamo fondato un circolo che ha nome «Atomino». Diffondiamo 9 copie del Pioniere ogni giovedì. Vorremmo sapere quanto costa la macchina più economica per stampare un giornale. (Laricci Barbani via S. Fabiano, n. 33, Roma).

Un giornale si può scrivere a mano usando la carta carbone (si ottengono 6-8 copie); con la macchina da scrivere (5-8 copie); con il ciclostile (che tira centinaia di copie. Il più economico costa sulle 35.000 lire, ma si può trovare in prestito); con il «Piccolo tipografo» (componendo a mano le parole lettera per lettera). Il piccolo tipografo si trova presso qualsiasi negozio di giocattoli e costa sulle duemila lire.

**CLUB DELLE AZZURRE DI MARINA DI CARRARA**  
 Ho fondato un club delle Azzurre, ma su 18 associate alle riunioni se ne presentano due o tre soltanto. Non so come fare a farle venire. (Pica Marinella, viale XX Settembre 297, Marina di Carrara).

Cara Marinella, il successo d'un Circolo dipende dalle attività che si compiono. Più le attività sono interessanti, più gli amici vi partecipano. La cosa migliore è che insieme ad alcune delle tue amiche più ingegnose tu predisponga un programma di giochi, lavori, gare, ecc. che possa interessare tutte le associate. Più le idee saranno divertenti e stimolanti, più il Circolo sarà attivo. Per suggerimenti pratici, leggi la risposta seguente.

**- CAPUOZZO DI PRESCICE - ATOMINO - DI SAN FERDINANDO**  
 Il Circolo Capuozzo di Prescice, e l'Atomino di San Ferdinando chiedono consigli per le attività da svolgere. Ecco alcuni suggerimenti.

**ATTIVITA' PER I CIRCOLI**  
 Indichiamo alcune attività che possono interessare i Circoli: giochi collettivi all'aperto e al chiuso (ogni settimana ne pubblichiamo diversi a pag. 7); lavori da fare insieme: cucito, ornamenti, raccolte di minerali, di conchiglie, cartoline, francobolli; costruzione di carrettini, aquiloni; corrispondenza e scambi con ragazzi di altri paesi e nazioni; gare di disegno e pittura (mandando poi i lavori al Pioniere che farà da giudice); gite in campagna, costruzione di tende e capanne; gare e tornei sportivi; formando squadre di calcio o di pallanuoto (che è un gioco facile, divertente, adatto anche alle bambine, e per il quale bastano un pallone e una rete); o una corda appesa fra due pali o due alberi).

**CORRISPONDENZA ITALIA**  
**ALFREDO CURCIO** (via Pietà Processione 20, Nicastro) desidera scambiare corrispondenza e cartoline.  
**GIANNINO DI GIOVANNANGILO** (via Eritrea 15, Roccasalonna - Chieti) di 15 anni, desidera corrispondere con ragazzi e ragazze dell'Abruzzo e Molise.  
**ACHILLE DALL'ARGINE** (Ronchi Paladino - Mantova), di 18 anni: corrispondenza soprattutto su cultura e sport.

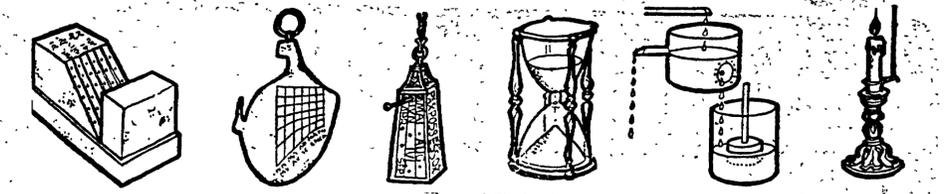
**BOLLINO DA RITAGLIARE E APPLICARE SUL TAGLIANDO**



# L'AVVENTUROSA STORIA DELL'UOMO

## L'OROLOGIO

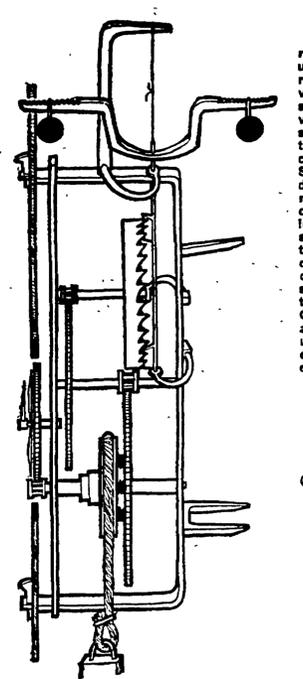
I progressi della meccanica compiuti in Europa alla fine del Medioevo permisero la costruzione di meccanismi sempre più precisi. Il risultato più notevole della meccanica di precisione europea di quell'epoca sono gli orologi a meccanismo installati su campanili, monasteri, palazzi comunali. Si trattava di pesanti meccanismi che oggi possono apparirci grossolani, ma la loro costruzione richiese più cura e abilità di quella necessaria per costruire altre macchine allora in uso. La costruzione di orologi a meccanismo può perciò essere considerata come il primo passo sulla via della «meccanica fine» che non possiede molti progressi successivi.



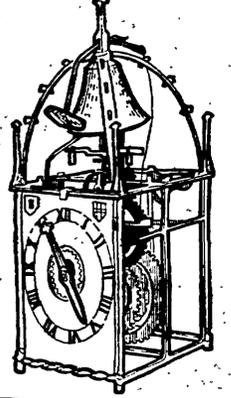
I primi sistemi per misurare il tempo si basarono probabilmente sull'osservazione dell'ombra di un grosso sasso o di un palo nelle varie stagioni e ore del giorno. Da questo primitivo modo di determinare l'ora, derivarono gli orologi solari o meridiani che ebbero larga diffusione nell'antichità, anche come orologi portatili, e che in alcune città esistono ancora. L'inconveniente

più grande degli orologi solari sta nel fatto che non sono utilizzabili di notte o con tempo nuvoloso. Per seguire lo scorrere delle ore durante la notte i popoli antichi si servirono dell'osservazione della posizione delle stelle. Più tardi, nell'età del bronzo, furono costruiti orologi ad acqua basati sul fatto che una certa quantità di acqua mettava

un tempo noto a passare attraverso un forellino praticato in un recipiente. sullo stesso principio si basavano la clessidra ad acqua o a sabbia. Nei conventi, per la misura del tempo furono anche usate candele appositamente fabbricate che si consumavano con velocità nota; bastava osservare quanto candela si era consumata per sapere quanto tempo era passato.



Il problema più difficile da risolvere nella costruzione di un orologio meccanico è assicurare la regolarità del suo movimento, altrimenti le lancette si muoverebbero a volte più veloci e a volte più lente. Questo problema fu ingegnosamente risolto verso la metà del 1300 con l'invenzione del bilanciere. Si trattava di una sbarretta dentata che con il suo movimento alternativamente bloccava una ruota dentata e collegata ad altri ingranaggi mossi da una molla o da pesi attaccati a corde o catene (in questo caso l'orologio si caricava tirando su i pesi e lasciando avvolgere la corda attorno ad un asse orizzontale). Ogni volta che il bilanciere si alzava, la ruota avanzava di un dente. Per regolare l'alzarsi e l'abbassarsi del bilanciere ad esso si applicavano dei pesi.



Fin dai primi tempi agli orologi meccanici fu collegato un martelletto che battendo su una campana suonava le ore; in questo modo, un solo orologio installato su una chiesa e sul palazzo comunale serviva per tutti i cittadini. Con il progredire della costruzione meccaniche agli orologi furono collegati dei fantocci che alle scese delle ore battevano sulla campana (come il Maurizio di Orvieto e i famosi Mori di Venezia) o apparivano e scomparivano.



Verso la metà del Cinquecento la meccanica di precisione aveva fatto tanti progressi che fu possibile costruire orologi sempre più piccoli. Si costruirono elegantissimi e raffinati orologi da tasca delle forme più diverse: a scatoletta, a forma di uovo, a forma di lente; al costruirli orologi minuscoli da portare come gioielli o da applicare sull'elsa delle armi da parata. Maestri nell'arte di costruire orologi minuscoli furono nel Cinquecento gli orologiai di Norimberga in Germania, poi quest'arte si diffuse in Francia, in Italia; più tardi la costruzione degli orologi si affermò nella Svizzera, divenendo una produzione tradizionale di questo paese.

Un perfezionamento decisivo nella costruzione degli orologi si ebbe notevolmente più tardi con l'uso del pendolo. Verso la fine del Cinquecento Galileo, allora giovanissimo, aveva osservato che le piccole oscillazioni di un pendolo hanno la stessa durata e si era anche reso conto del fatto che esse potevano essere utilizzate per scandire il tempo. Parecchi decenni dopo era tornato ad occuparsi dell'applicazione del pendolo all'orologio, ma la malfatta salute e la cecità gli avevano impedito di portare a compimento il progetto e come risultato dei suoi studi era rimasto un progetto (vedi disegno e schema a sinistra) molto preciso. Non si sa con certezza chi costruì per primo un orologio a pendolo, ma è sicuro che nel 1656 il fisico olandese Cristiano Huygens costruì un orologio a pendolo che funzionava in modo soddisfacente. Gli orologi a pendolo erano assai più precisi di tutti quelli fino ad allora costruiti e si diffusero rapidamente.

(continua)