

reinventore

tradizione e rivoluzione nell'insegnamento delle scienze



Istruzioni dettagliate per la costruzione dell'orologio mostrato nel video

L'orologio medievale

prodotto da Reinventore con il contributo del MIUR
per la diffusione della cultura scientifica (legge 6/2000).

Gli esperimenti mostrati riguardano la **Scienza Antica** e la **Meccanica**:

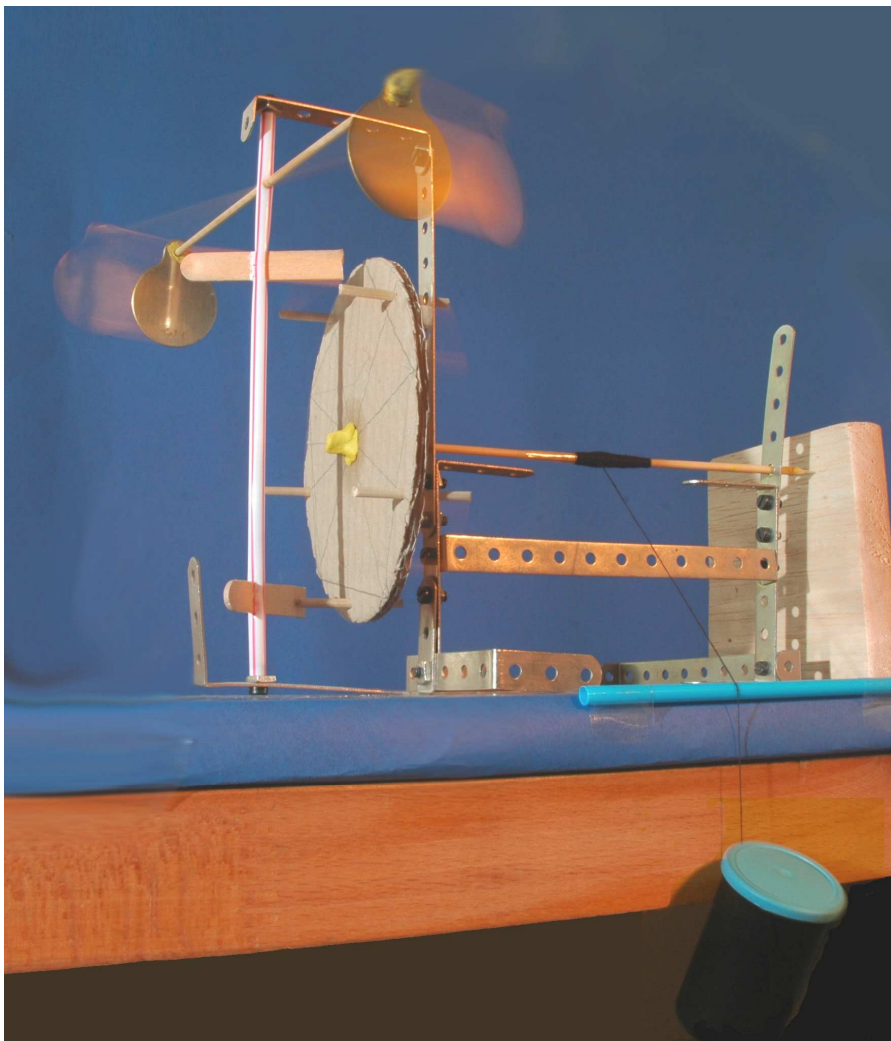
- 1) Introduzione e funzionamento
- 2) Cosa serve
- 3) La costruzione

L'orologio medievale - Esperimenti

1. Introduzione e funzionamento

“Avete mai veduto un orologio medievale in azione? Potrà sembrare incredibile a chi non lo ha veduto, ma dal ritmico e continuo vibrare di quella specie di spiritello della barra del bilanciante, dal guizzare della serpentina, mentre le altre parti sembrano immobili, consegue una sensazione di cosa viva da restare incantati. È uno spettacolo che non ci si stanca di stare a guardare: infinitamente più suggestivo che non l'oscillare di un pendolo o il veloce vibrare dei bilanciери moderni. Il mondo umanistico ne fu estasiato e percosso di meraviglia” [1].

La meraviglia suscitata da questo congegno, così ben descritto dallo storico dell'orologeria Antonio Simoni, è ulteriormente aumentata dal fatto di averlo costruito personalmente a partire da materiali semplici. L'uso dei materiali semplici insegna in modo impareggiabile che le leggi esatte della fisica non appartengono a un mondo astratto o ad arcani laboratori specializzati, ma si mostrano e si possono incontrare nel mondo di tutti i giorni. L'orologio è dunque un esempio potente dell'*imparare scienza facendo scienza con materiali semplici* [2].



l'orologio medievale realizzato con materiali semplici

Possiamo individuare tre parti nel meccanismo di funzionamento dell'orologio meccanico:

- un peso che cade (nel nostro caso un rullino fotografico, o una penna) (di qui il nome *orologio a trascinamento di peso*)
- un sistema ruotante composto da *albero* (uno stecchino) + ruota detta *corona* (fatta di cartone) + *denti* della corona (fatti con stuzzicadenti, nel nostro caso 5).
- un sistema oscillante avanti e indietro composto da *verga* (una cannuccia) + due *palette* (stecchini di ghiacciolo) + *bilanciere* o *foliot* (stecchino) + due pesi mobili sul foliot (nel nostro caso due pezzi di portachiavi) (di qui il nome *orologio a verga e foliot*).

La caduta del peso attaccato a un filo per cucire fa ruotare l'albero e la corona. Un dente della corona – poniamo quello in alto – spinge la palette superiore, facendo ruotare la verga e foliot, fino ad un certo angolo in cui – essendosi spostata la palette – il dente può avanzare liberamente. Questo processo è detto *scappamento*. Nel frattempo, la rotazione di verga e foliot ha portato la palette inferiore a scontrarsi con uno dei denti della corona. I moti di corona e foliot, e la caduta del peso, sono dunque immediatamente stoppati. Poi la corona trascinata dal peso riprende la sua marcia, spingendo verga e foliot tramite la palette inferiore, stavolta nella direzione opposta alla precedente, fino a che si ha di nuovo lo scappamento. Il movimento di verga e foliot ha portato nuovamente la palette superiore tra i denti della corona, e il processo dunque si ripete, con la corona che svolge le sue rotazioni, regolata da verga e foliot che oscillano avanti e indietro, fin quando il peso non tocca terra.

Il modello proposto in figura esemplifica il meccanismo di funzionamento, ma si possono aggiungere ulteriori alberi e ruote dentate interconnessi tra loro, con lancette e quadranti (*"mostre"*) per marcare lo scorrere del tempo. Il telaio proposto è costruito con i pezzi del Meccano, e la verga (cannuccia) è collocata in posizione grazie a due viti sporgenti. *Foliot* e palette sono semplicemente infilati in ritagli nella cannuccia, mentre albero e denti (soprattutto nel caso in cui le masse appese e il peso trascinate siano considerevoli) possono essere fissati alla corona tramite Pongo. Chiaramente, tante altre soluzioni sono possibili: per esempio, per fare il telaio ci siamo anche serviti della scatola di cartone di un'altra grande invenzione medievale, la pastasciutta.



Immagini dell'orologio costruito con una scatola di pastasciutta anziché meccano

L'orologio medievale - Esperimenti

2. Cosa serve

Materiali per un orologio:

- cannuccia (da usare come verga)
- 2 stecchini (foliot e albero)
- 1 stecchino da ghiacciolo per fare le due palette
- 2 anelli o medagliette di portachiavi (o altro) da usare come pesi mobili sul foliot
- 2 viti e dadi da usare come perni per la cannuccia
- cartone (la corona)
- stuzzicadenti (denti della corona) (altrimenti si può fare in cartoncino)
- filo
- pezzi di meccano (o scatola di cartone) per fare il telaio

Si possono aggiungere:

- altri stecchini (per ulteriori ruote e ingranaggi)
- rullini, stecchini, o altro per fare gli ingranaggi
- pongo per fissare i denti e l'albero alla corona, e i pesetti al foliot

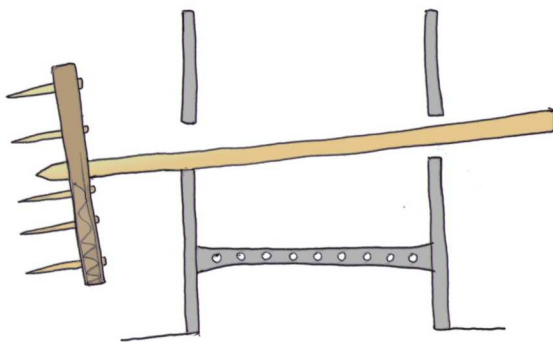


Un'altra immagine dell'orologio costruito con una scatola di pastasciutta

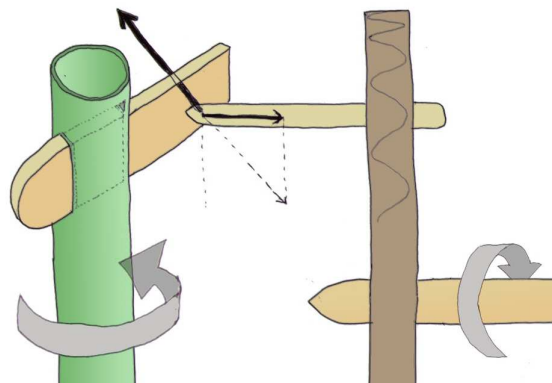
L'orologio medievale - Esperimenti

3. la Costruzione

Nella costruzione sono incorporati principi fisici e problemi da risolvere. Per esempio, leve ed equilibrio, e il fatto che il sistema corona-albero può essere sbilanciato dalla parte della corona. O azione-reazione, e il fatto che mentre i denti spingono le palette le palette a loro volta spingono i denti e tutto il sistema corona-albero. Durante la costruzione e la messa a punto ogni studente incontra questi problemi ed elabora la loro soluzione.



Il possibile sbilanciamento del sistema corona-albero per via della massa della corona.



Azione-Reazione tra la paletta della verga-foliot e il dente della corona.

Ci sono inoltre numerosi aspetti matematico-geometrici: la costruzione della corona dentata e il numero di denti (che deve essere dispari); l'angolo tra le palette (che è anche l'angolo di scappamento); la relazione tra quest'ultimo, il numero dei denti e la sovrapposizione tra palette e denti. Queste relazioni matematiche, inizialmente individuate a tavolino e nella riflessione, si ripresentano durante la costruzione e nel funzionamento, e vengono verificate, controllate, aggiustate.

Una fase molto istruttiva è la calibrazione, che mette in contatto con temi come la precisione, la ripetibilità, la stabilità. Per questo, i tempi vengono misurati: ogni studente ha un cronometro, o nel telefonino o nell'orologio. La calibrazione è una fase quantitativa poiché si va ad agire, soprattutto, sulla massa di ciò che cade trascinando il sistema, sulle masse appese al bilanciere e sulla loro posizione. Le masse vengono quindi pesate, scelte, variate. L'attività è immediatamente finalizzata al buon funzionamento dell'orologio.

[1] **Simoni**, Antonio 1965, *Orologi Italiani dal Cinquecento all'Ottocento* (Milano: Vallardi).

[2] **Doherty**, Paul 2005, *Learning Science by Doing Science with Simple Materials*, Girep Seminar, Lubiana. Si veda Paul Doherty, Don Rathjen & the Exploratorium Teacher Institute "Gli Esperimenti dell'Exploratorium" a cura di Pietro Cerreta (Zanichelli 1997). Tra gli snack (versioni semplici degli exhibit) proposti di recente dal Teacher Institute c'è anche una versione dell'orologio a scappamento di Leonardo, "A Simple Escapement Mechanism" in Exploratorium Teacher Institute at CSTA 2007, "Timing is Everything: an Escapement and a Motion Timer".