

# La macchina a vapore

## MATERIALE UTILIZZATO:

Per la dilatazione termica dei gas tramite siringhe:

- Siringa di plastica
- Siringa di vetro
- Bicchiere con acqua calda
- Bicchiere con acqua fredda
- Tubicino di gomma

Per la caldaia a vapore con una lattina:

- lattina da 33 cl
- spillone
- pinza
- martello
- fil di ferro (che useremo poi come sostegno)
- siringa
- acqua
- contenitore di una candelina
- gessetti
- alcol
- pipetta e un bicchierino
- stecchino e un accendino

Per la barchetta a vapore “fai da te”:

- Lattina da 33cl
- Colla
- Cannucce di plastica
- Tappo di un contenitore in polisterolo
- Fil di ferro
- Elastici
- Nastro adesivo
- Lumino

## PREMESSA TEORICA:

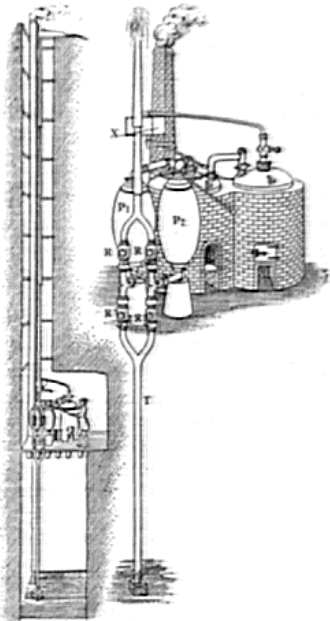
Prima di procedere con l'esperienza è necessario comprendere il significato di macchina a vapore, in quanto è ciò su cui ci baseremo per metà dell'esperienza. Infatti inseriremo una breve ricerca sulla macchina a vapore all'interno della premessa teorica per arrivare a comprendere come nacque, quindi la sua storia e anche le varie applicazioni della macchina a vapore.

Dunque possiamo passare alla ricerca partendo dalle origini : chi fu l' inventore della macchina a vapore?

Un precursore nella costruzione di macchine a vapore fu Thomas Savery, un capitano inglese che ottenne nel 1698 un vantaggioso brevetto reale per macchine che sfruttassero *the impellent force of fire* ovvero la forza impellente del fuoco.

Savery concepì e realizzò in realtà solamente un tipo di pompa idraulica. Ma tramite questa pompa si otteneva una bassissima efficienza termodinamica, e la macchina non era molto utile per il drenaggio di miniere profonde, che invece era una esigenza molto sentita nell'Inghilterra di quegli anni, e che ne aveva ispirato la costruzione.

Alcune macchine di Savery furono però effettivamente realizzate, nei primi anni del Settecento, anche se non furono molto efficaci a livello pratico. Per questo motivo gli storici non considerano quella di Savery come la prima macchina a vapore, la cui invenzione viene più frequentemente associata al nome di un altro inglese, Thomas Newcomen.



Questa accanto era il prototipo della macchina a vapore di Thomas Savery

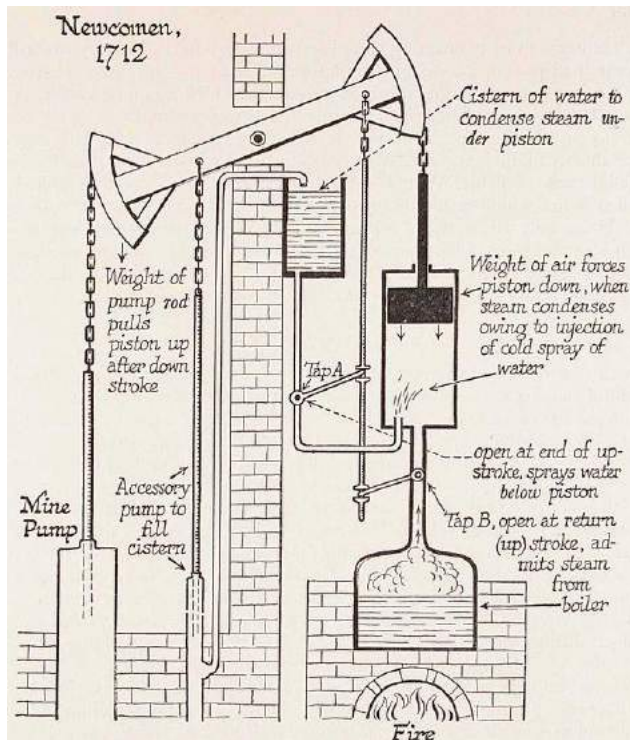
### *Thomas Newcomen*

Della vita di Newcomen abbiamo poche informazioni, ma sappiamo che egli lavorò già in giovane età, come apprendista in una bottega di fabbro, probabilmente a Exeter, che non è molto distante dal suo luogo di origine.

Verso il 1703 gli riuscì di impiantare una sua attività di fabbro e commerciante di ferramenta nella sua città, entrando in società con un idraulico e vetraio. Un testimone di quei tempi riporta che l'idea della sua macchina a vapore gli venne durante i suoi frequenti viaggi nella vicina Cornovaglia, come fornitore di attrezzi e materiali di ferro alle numerose miniere di quella regione. I prototipi del suo motore a vapore furono realizzati dopo il 1705, e lo sviluppo dell'idea richiese diversi anni.

Non è noto se Newcomen avesse in precedenza collaborato con Savery, né da dove gli provenissero le conoscenze necessarie a concepire e costruire la sua macchina. È comunque noto che l'esistenza del brevetto concesso a Savery, che aveva una lunga durata e copriva tutte le macchine in grado di sollevare acqua con la «forza del fuoco», lo costrinse a mettersi d'accordo con quest'ultimo.

La macchina di Newcomen sfruttava come quella di Savery la depressione che si otteneva facendo condensare del vapore d'acqua. Si trattava dunque di una macchina a vapore di tipo «atmosferico», dato che il lavoro utile non veniva compiuto dalla espansione del vapore in pressione, ma dalla pressione atmosferica, che agiva su un pistone scorrevole all'interno di un cilindro.



Questo a sinistra è lo schema di funzionamento della macchina a vapore di Newcomen.

### Proviamo a spiegare in breve il funzionamento della macchina:

Dallo schema si può notare che la caldaia era costituita da una sorta di pentola chiusa molto grande, costruita in lamiera chiodata, posta su un focolare a carbone. In questo recipiente si produceva del vapore a bassissima pressione, che tramite una valvola veniva immesso nel cilindro, costruito in ottone.

Il pistone che scorreva nel cilindro era poi collegato, tramite una catena e un grosso bilanciere di legno, a un'asta o catena più lunga che azionava una pompa, anch'essa a pistone, posizionata in basso nella miniera, in modo da non avere problemi di dislivello. Sopra al pistone veniva mantenuto un battente d'acqua, per limitare le perdite: ciò era possibile perché superiormente il pistone era libero.

All'inizio del ciclo l'apertura di una valvola provocava l'immissione del vapore caldo, e nel contempo il pistone risaliva nel cilindro per il peso dell'asta della pompa. Quando il pistone era giunto al punto più alto, all'interno del cilindro veniva automaticamente immesso, tramite una valvola azionata dai cinematismi della macchina, uno spruzzo di acqua fredda che provocava l'immediata condensazione del vapore e la creazione di una depressione, che di conseguenza consentiva alla pressione atmosferica di spingere il pistone in basso, sollevando di conseguenza l'acqua nella pompa.

Poi il ciclo si ripeteva in maniera automatica, al ritmo di circa 12-15 volte al minuto, tramite leveraggi e meccanismi che rappresentarono forse il contributo più originale dato da Newcomen allo sviluppo di questa macchina.

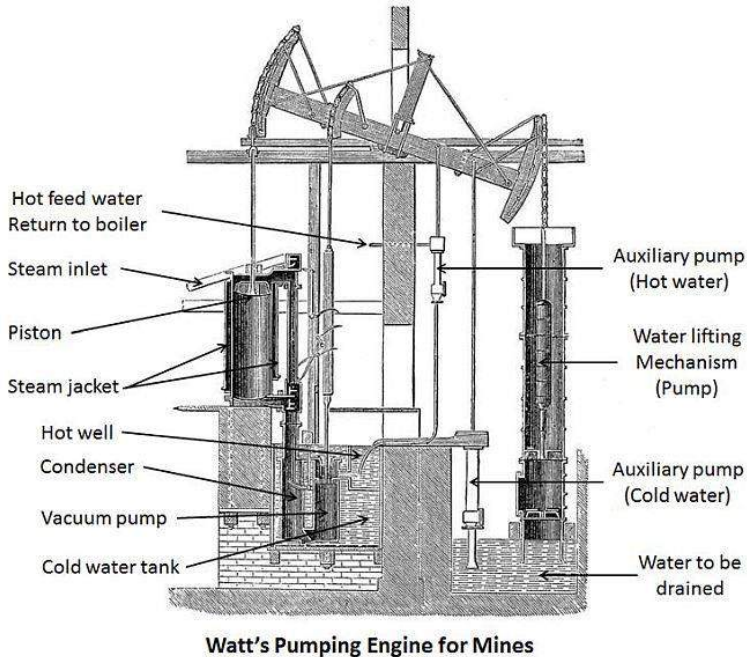
Le macchine di Newcomen rimasero sulla scena per molti decenni, tanto che le ultime erano ancora in servizio nel 1790; però, essendo poco efficienti vennero progressivamente abbandonate e sostituite dalle macchine a vapore più evolute sviluppate da James Watt.

## James Watt

Watt aveva cominciato la sua carriera come meccanico di precisione e costruttore di strumenti matematici e scientifici per la locale Università.

Nel 1764 gli fu affidata la riparazione di un modello di macchina di Newcomen che veniva usata durante le lezioni; eseguendo questo pensò di poter riuscire a perfezionare la macchina, fino ad arrivare ad un primo brevetto, nel 1769.

Questa era la prima macchina a vapore di James Watt:



Watt's Pumping Engine for Mines

## Proviamo a spiegare in breve il funzionamento della macchina:

Le prime macchine di Watt avevano una struttura abbastanza simile a quelle di Newcomen, ed erano ancora di tipo atmosferico.

Il cilindro veniva però tenuto sempre caldo da una camicia esterna dove fluiva il vapore: inoltre superiormente era chiuso da un coperchio, attraverso il quale passava l'asta che trasmetteva il moto. La condensazione del vapore che creava la depressione non avveniva all'interno del cilindro ma in un condensatore separato.

Esso era mantenuto in depressione, con una pompa, ed a bassa temperatura con acqua fredda esterna. Dopo che l'immissione di vapore caldo aveva fatto sollevare il pistone, la valvola di ammissione del vapore veniva chiusa e contemporaneamente si apriva un'altra valvola che metteva in comunicazione il cilindro con il condensatore.

Dato che esso era in depressione, il vapore veniva subito aspirato e, condensando, sia per via di uno spray di acqua fredda, sia per via delle pareti fredde, creava un vuoto parziale nel cilindro, il cui stantuffo era a questo punto spinto verso il basso.

In un secondo tempo Watt aggiunse, in questa fase, una ulteriore immissione di vapore, a pressione leggermente superiore a quella atmosferica, nella parte superiore del cilindro, in modo da mantenerlo ancora più caldo: questo vapore compiva anche un certo lavoro aggiuntivo, in aiuto alla pressione atmosferica. Watt introdusse anche altri miglioramenti, in particolare un migliore accoppiamento meccanico fra cilindro e pistone.

Dopo la realizzazione della prima macchina a vapore, Watt continuò a perfezionarsi e infatti le sue macchine conseguirono molto successo solo dopo il 1777. Fu proprio grazie alle macchine di Watt che si iniziò a progettare la locomotiva a vapore.

Ora che abbiamo visto la storia della macchina a vapore, vediamo le sue applicazioni, e quindi come fu indispensabile nella vita quotidiana di quei tempi, ma anche al giorno d'oggi.

Ecco ad esempio alcuni dei suoi impieghi:

- 1) Estrazione del carbone
- 2) Battelli a vapore
- 3) Trasporti ferroviari
- 4) Meccanizzazione nell'agricoltura
- 5) Le macchine utensili
- 6) Produzione semilavorati

1\_ Il continuo aumento della richiesta del carbone fossile, sostitutivo del carbone di legna, portò l'estrazione nelle miniere sempre più in profondità creando molti problemi fra cui quello derivante dalla presenza dell'acqua delle falde sotterranee. I sistemi precedenti usati per sollevare l'acqua tramite secchi sollevati da meccanismi mossi da animali, mulini a vento o ad acqua, risultarono insufficienti.

Fu Newcomen, con la sua macchina a pressione atmosferica, successivamente perfezionata da Watt, a risolvere adeguatamente il problema.



2\_ Prima dell'applicazione del vapore, i battelli e le navi, costruiti in legno, erano mossi generalmente con traino animale, lungo i fiumi e i canali, e dalle vele, per viaggi in mare. Fu Papin che fece il primo esperimento con la macchina a vapore di James Watt seguito, nel 1736, da Hulls e d'Auxiron. E' interessante sapere che durante il XVIII sec. Perier riuscì a muovere una barca a vapore nella Senna. Qualche anno dopo d'Abbans risalì la Saona con un battello a pale di 182 tonnellate. Dopo 18 anni (1801) Sygminton costruì un rimorchiatore a due scafi nei quali girava una ruota a pale mossa dalla macchina a vapore di Watt.

Nel 1819 Savannah attraversò l'oceano con una nave a motore ausiliario a vapore (era un veliero). Il "Great Britain" attraversò l'atlantico con uno scafo di ferro ed elica.



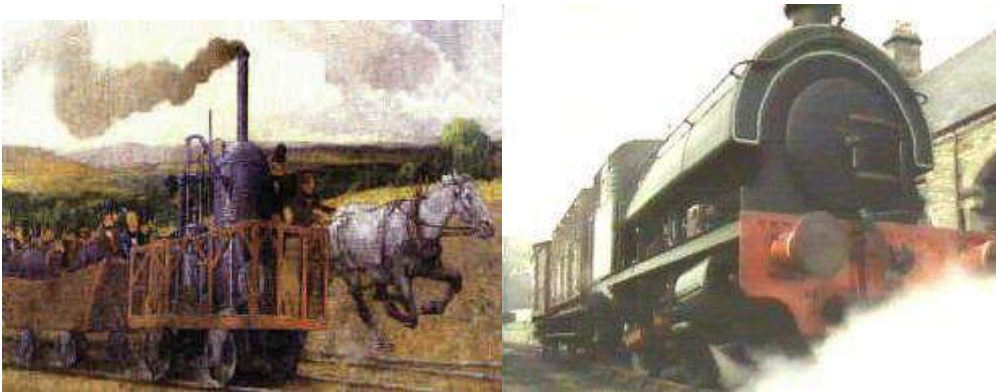


3\_ I primi esperimenti sulla macchina a vapore di J. Watt nella locomotiva incominciarono nel 1797 con Trevithick che realizzò un modello di locomotiva che, nel 1804, fece muovere su rotaie a una velocità di 8 Km l'ora. Sempre lui nel 1808 fece una locomotiva con un vagone, che però era troppo pesante per muoversi sulle rotaie.

Nel 1812, Blenkinsop mise in funzione la prima locomotiva ad uso pratico, collegando la città con la vicina miniera.

Nel 1825 Stephenson inaugurò il primo treno pubblico per passeggeri e merci sulla ferrovia Stokton-Darlington.

Il treno era troppo lento, così si preferirono per i tratti più lunghi i treni a cavalli. Il problema della resistenza delle rotaie che tendevano a deformarsi per l'eccessivo peso dei treni venne risolto da Stephenson nel 1830, anno in cui il tratto Manchester-Liverpool adottò solo la trazione a vapore eliminando il traino animale.



4\_ Il nuovo sistema tecnico, basato sulla macchina a vapore e sull'uso dell'acciaio e del carbone, provocò un processo di meccanizzazione determinando un rapidissimo sviluppo industriale che partì dall'Inghilterra e si diffuse in tutta l'Europa occidentale. Il primo settore manifatturiero che in Inghilterra vide l'impiego della macchina a vapore come "macchina motrice", fu quello tessile. In poco tempo la macchina di Watt trovò applicazione negli altri settori della produzione economica, compresa l'agricoltura.



Trattore a vapore

*La macchina a vapore fornisce il movimento alle trebbiatrici*

5\_ In piena Rivoluzione Industriale vengono inventate le macchine utensili moderne. Esse si rendono necessarie per costruire i nuovi macchinari in ferro: macchine a vapore, locomotive, telai meccanici, ecc. Gli inventori delle macchine utensili furono soprattutto inglesi. Fino al 1770 circa le macchine per lavorare i metalli erano poche e grossolane, simili a quelle usate nel Medioevo. Nelle fabbriche le macchine utensili erano mosse da una **macchina motrice a vapore "centralizzata"** che forniva energia a tutto il sistema: il movimento veniva distribuito alle varie macchine operatrici mediante alberi, pulegge e cinghie.

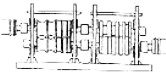


Esempio di settore produttivo che faceva uso della macchina motrice a vapore "centralizzata"

6\_ L'acciaio, prima di essere utilizzato come materia prima nei processi di produzione, viene trasformato in un'ampia varietà di semilavorati. La lavorazione dell'acciaio migliora la qualità del metallo. Le macchine che trasformano mediante deformazione plastica del materiale, e dunque senza asportazione di truciolo, sono il maglio, la pressa, il laminatoio, la trafilatrice, l'estrusore. Ovviamente per far funzionare tutti gli attrezzi in grado di modificare il metallo, era proprio una macchina a vapore.



Ecco un esempio di pressa mossa dalla macchina a vapore.



Ora che abbiamo chiarito il significato di macchina a vapore e ne abbiamo visto il funzionamento, possiamo passare all'esecuzione dei vari esperimenti.

### ESECUZIONE DELL'ESPERIMENTO:

Partiamo dal primo esperimento del primo video che consisteva nell'osservare la dilatazione termica di gas e vapori con siringhe di plastica e vetro.

Per poter svolgere l'esperimento, prima di tutto è necessario staccare la gommina dallo stantuffo della siringa di plastica, affinché occupi meno spazio.

In seguito si collegano le siringhe con il tubicino e si posiziona lo stantuffo della siringa di vetro a metà, ed è necessario tenerla orizzontalmente. Dopo di che occorre "tappare" la siringa di plastica con la gommina e inserire la siringa di plastica nel recipiente di acqua calda: lo stantuffo della siringa di vetro si muove, l'aria contenuta nelle siringhe si sta dilatando.



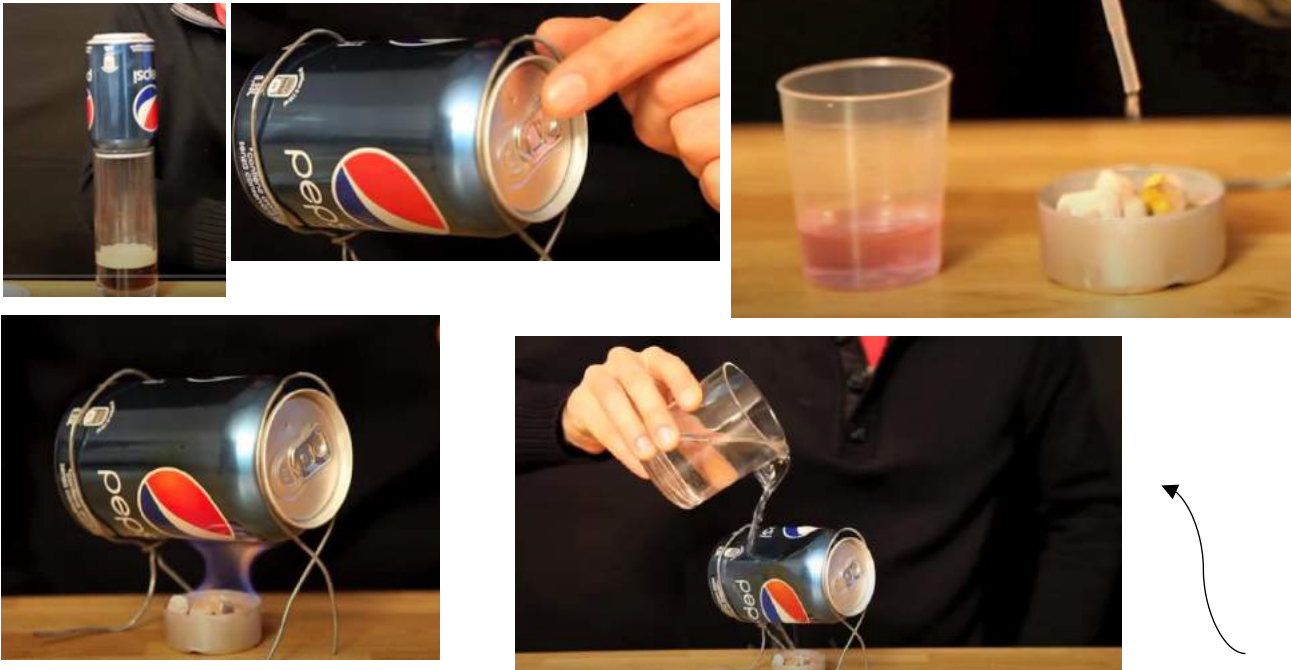
Si può notare dalle immagini sovrastanti, che nell'acqua calda il gas si dilata, infatti si nota che lo stantuffo tende ad allontanarsi verso sinistra, quindi verso l'esterno e invece quando la siringa è immersa in acqua fredda esso si comprime (infatti lo stantuffo si sposta verso destra). Questa è una proprietà generale dei gas: la pressione o il volume sono proporzionali alla temperatura.

Il secondo esperimento che abbiamo visto nel primo video è quello riguardante la caldaia a vapore con una lattina da 33cl.

Vediamo come procedere:

Prima di tutto è necessario creare un piccolo foro nella lattina, vicino alla della linguetta, servendosi di uno spillone e un martello. Successivamente si svuota il contenuto della lattina a parte. Per rendere il processo di svuotamento più veloce, si può capovolgere la lattina col buco verso il basso e "gonfiarla" di aria usando la siringa con ago. In seguito è necessario piegare il fil di ferro affinché possa stare incastrato intorno alla lattina e sostenerla. Dopo bisogna versare un po' d'acqua la lattina e incastrare la lattina nei suoi sostegni di fil di ferro. In questo modo abbiamo creato la nostra

caldaia. Per poter portare l'acqua ad ebollizione, è necessario scaldare la lattina sulle fiamme. Per farlo abbiamo disposto i gessetti nel piccolo recipiente di alluminio e li abbiamo cosparsi di alcol. Essi se ne impregnano perché porosi, finché l'alcol in eccesso comincia a formare un laghetto nel piccolo contenitore. Dopo aver spostato il contenitore con gessetti e alcol sotto la lattina-caldaia, abbiamo acceso il fuoco sotto la caldaia aiutandoci con uno stecchino. Teoricamente il fuoco fa bollire l'acqua e dopo un po' il "vapore" comincia a uscire dal forellino. Dopo qualche minuto è appunto uscito il getto di vapore dal buchino, infatti ponendo una girandola davanti al foro, essa ha iniziato a girare. Ciò ci dà un'immagine della forza del vapore.



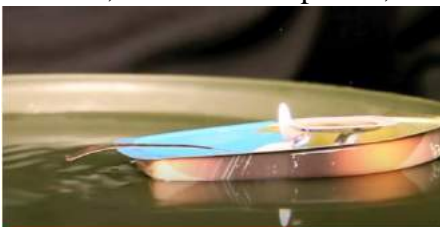
Se spegniamo il fuoco e versiamo sulla lattina dell'acqua fredda, il vapore all'interno condensa e ritorna al volume liquido iniziale, quindi la lattina si accartoccia.

Un altro esperimento che abbiamo visto nel primo video, è quello sulla barchetta a vapore.

Comunque in quanto l'abbiamo incontrato anche nel secondo video, spiegheremo in breve il primo:

Abbiamo riempito il serbatoio d'acqua, tramite una pipetta, finché l'acqua traboccava dai tubicini.

Dopo aver appoggiato la barchetta sulla superficie dell'acqua abbiamo acceso la candelina reggendola col cucchiaino e abbiamo appoggiato il cucchiaino-candelina sul fondo della spingendolo finché la fiamma della candela si posizionasse sotto il serbatoio-caldaia. Dopo aver fatto ciò, la barchetta è partita, muovendosi sulla superficie dell'acqua.



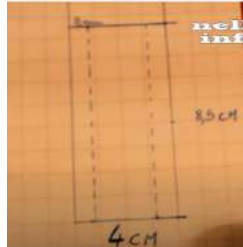
La barchetta è allo stesso tempo macchina a vapore, motore a scoppio e motore a reazione. Il vapore occupa un volume maggiore rispetto all'acqua liquida, quindi espandendosi va ad occupare i tubicini. In questo modo spinge l'acqua fuori dai tubicini e spinge avanti la barchetta. Quando il vapore viene a contatto con l'acqua fredda, torna indietro, quindi l'acqua rientra e in questo modo si realizza un ciclo. Proprio grazie a questo principio, la barchetta si muove.

Nel terzo ed ultimo esperimento, abbiamo visto come costruire una barchetta a vapore "fai da te" con oggetti reperibili facilmente.



**COME PROCEDERE:**

Prima di tutto, tagliamo le due estremità della lattina in modo tale che ci rimanga solo un cilindro aperto sulle due estremità. Successivamente, dopo averla tagliata a metà, è necessario piegarla, seguendo sempre la metà della lattina, lasciando uno spazio di 2 millimetri nella parte superiore e fissando il tutto con dello scotch. Mettendo la lattina sotto un libro pesante, riusciremo ad appiattirla: In seguito pieghiamo la lattina seguendo le istruzioni seguenti:



In modo da ottenere questa forma:



Aiutandoci con la punta di una penna, allarghiamo l'estremità rimasta aperta e inseriamo 4 cm di cannucchia all'interno dell'apertura. Con della colla indurente, facciamo aderire bene i lembi che erano rimasti aperti e fissiamo le cannucce posizionate precedentemente.



In seguito prendiamo 10 cm sulle cannucce (partendo con lo zero del righello che coincide con l'ultima tacca della piegatura della cannucchia) e tagliamo entrambe le cannucce a questa distanza. Successivamente creiamo un foro sulla parte superiore del contenitore in polistirolo aiutandoci con un taglierino e inseriamo al suo interno le due cannucce fissandole con degli elastici:



Incliniamo il rettangolino di lattina di 45° fissandolo in quella posizione con il fil di ferro, in questo modo:



Dopo di che incolliamo il lumino sotto il nostro rettangolo di lattina:



Ora inseriamo un po' d'acqua all'interno delle due cannucce aiutandoci con un'altra cannuccia:



Accendendo il lumino (ovviamente dopo aver posto in acqua la nostra barchetta a vapore), la barchetta che abbiamo costruito si muove. Ciò avviene per lo stesso principio dell'esperimento spiegato in precedenza, ovvero: il calore del lumino scalda le gocce d'acqua trasformandole in vapore. Il vapore spinge fuori dalla cannuccia facendo fare un piccolo scatto in avanti, ma in quell'istante, il vapore avvicinandosi all'acqua fredda si ricondensa.. creando bassa pressione nel contenitore di alluminio. La bassa pressione risucchia nuove goccioline di acqua nel contenitore e il ciclo si ripete finchè non finisce o l'acqua o la cera.

### CONCLUSIONI:

Grazie a questa esperienza siamo riusciti a comprendere quanto il vapore sia effettivamente fondamentale nella creazione di vari sistemi e oggetti utili anche nell'uso quotidiano. Abbiamo compreso il significato di macchina a vapore partendo dalle origini fino alle sue applicazioni vedendo vari esempi dell'utilizzo del vapore, come appunto la lattina-caldiaia, o le due siringhe. Tramite l'ultimo esperimento, abbiamo imparato a costruire una barchetta a vapore in grado di mettersi in moto. E ancora una volta, nonostante la distanza, sebbene non abbiamo eseguito fisicamente questi esperimenti "fai da te", tramite l'aiuto della tecnologia ci è sembrato quasi di averlo fatto!

### FONTI:

Reinventore.it-youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=TqaOKjSIaCw>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ye-vVFUirA-> youtube

ilsussidiario.net

ungaretti.racine.ra.it