

DIESE FIRENZE
Didattica e Innovazione Scolastica
Centro per la formazione e l'aggiornamento

SCIENZA FIRENZE
UNDICESIMA EDIZIONE

Docenti e studenti a confronto su:

MICRO & MACRO
DUE APPROCCI ALLA VARIETÀ DEI FENOMENI NATURALI
La dimensione sperimentale nello studio delle scienze

Polo delle Scienze Sociali dell'Università di Firenze
Firenze, 10-11 aprile 2014

Terzo premio – Sezione Biennio

Titolo: Esperimento di Torricelli (rivisitazione). Approcci diversi, un'unica realtà

Studenti: Irene D'Aiuto, Lorena Lucia, Sara Nizzi, Alice Zallio

Classe: 2^a

Scuola: Liceo Scientifico "Sancta Maria Ad Nives" di Genova Pegli

Docente: Prof.ssa Sr Francesca Buffa

Motivazione: il nesso con il tema del concorso risulta debole: l'approccio micro, affidato a una simulazione al computer, è solo accennato. La realizzazione dell'esperimento che utilizza come liquido l'acqua al posto del mercurio ha richiesto un impegno considerevole anche di tipo tecnico/manuale. I risultati adeguatamente commentati sono presentati con chiarezza e precisione anche lessicale. Pertinenti i riferimenti storici e le citazioni.

ESPERIMENTO DI TORRICELLI (RIVISITAZIONE)



APPROCCI DIVERSI,
UN'UNICA REALTÀ

SOMMARIO:

INTRODUZIONE	2
DESCRIZIONE ESPERIMENTO	3
RACCOLTA DATI.....	5
ELABORAZIONE DATI	6
DISCUSSIONE	8
CONCLUSIONE	10
REFERENCES	11

INTRODUZIONE

Il progetto è nato durante lo studio e l'approfondimento dell'esperimento di Evangelista Torricelli (fisico e matematico italiano, 1608-1647) riguardante il calcolo della pressione atmosferica e dalla volontà di poter capire meglio come tutto funzionasse, fino ad arrivare a chiederci in che modo avremmo potuto anche noi ricalcolare il valore di essa.

Il tubo di Torricelli o barometro di Torricelli, fu il primo strumento realizzato appositamente per misurare la pressione atmosferica. È costituito da un tubo di vetro chiuso a un'estremità riempito di mercurio, posto in una vaschetta, anch'essa contenente mercurio, in modo da creare un sistema di vasi comunicanti.

È perciò stato possibile ipotizzare di riprodurre l'esperienza di laboratorio in modo da constatare l'universalità delle leggi fisiche.

In seguito ad un'accurata ricerca d'ambiente per giungere alla scelta dei materiali e cercando inoltre di seguire le fasi fondamentali dell'approccio operativo dei ricercatori, è stato ricalcolato il valore della pressione atmosferica, realizzato un modellino e verificata l'ipotesi precedentemente evidenziata.

La presente tesina vuole esplicitare le fasi del lavoro eseguito e riportare le riflessioni e le discussioni del gruppo, comparando i risultati ottenuti con l'esperimento di Torricelli:

- Progettazione, allestimento ed esecuzione dell'esperimento
- Calcolo della densità
- Studio dell'aspetto microscopico del fenomeno
- Confronto e discussione sui risultati ottenuti e attesi

Le osservazioni sono partite dall'aspetto macroscopico, cioè dalla valutazione e comprensione di ciò che accadeva, per arrivare a quello microscopico. Attraverso lo studio di quest'ultimo abbiamo potuto rappresentare tramite un modello particellare l'interfaccia aria-acqua e focalizzare la nostra attenzione sui gas che componevano quest'ultima e sulla struttura delle molecole dell'acqua.

Tutto questo è riconducibile alla finalità dell'attività di laboratorio, ossia mostrare che una legge fisica non è condizionata dai materiali utilizzati o dalle tecniche sperimentali seguite per ottenere determinate misure durante l'esperimento condotto dallo scienziato ideatore.

Per procedere con la realizzazione dell'esperimento simile a quello eseguito da Evangelista Torricelli bisogna avere chiari i seguenti **concetti teorici**, con i quali ci siamo confrontati: EQUIPOTENZIALITÀ TEORIA DEGLI ERRORI, FORZE CHE AGISCONO SUI LIQUIDI (gravità, pressione atmosferica), CONCETTI DI GEOMETRIA SOLIDA, CAPILLARITÀ, LEGGE DI STEVINO, TEORIA CINETICA DEI GAS(cenni), STRUTTURA MOLECOLARE DELL'ACQUA, LEGAMI INTER - E INTRAMOLECOLARI

DESCRIZIONE ESPERIMENTO

Sono stati effettuati 4 prove sperimentali

APPROCCIO MACROSCOPICO DEL FENOMENO

OBIETTIVO: riprodurre l'esperienza di laboratorio in modo da constatare l'universalità delle leggi fisiche

MATERIALI

I materiali necessari per la realizzazione dell'esperimento sono:

- Contenitore di plastica
- Colorante generico rosso per idraulica
"disperdibile nell'ambiente e non inquinante" → 2 gocce ogni ½ l
- Tubo: Diametro: 2 cm
Altezza :12 m
- ACQUA MINERALE : 3,25 l
- Metro : Portata: 1m
Sensibilità: 0,001m
- Imbuto
- Cannuccia
- Plastilina (scelta dopo lo svolgimento dei primi due esperimenti)
- Rubinetto di plastica per prodotti vinicoli



PROCEDIMENTO

Prendere il tubo e porlo all'altezza valutata tramite i calcoli precedentemente svolti. Porre un piccolo rubinetto idraulico di plastica all'estremità inferiore del tubo, in modo tale che essa sia tappata così che l'acqua fuoriesca solo alla fine dell'esperimento, al momento deciso. Iniziare a riempire il tubo d'acqua, miscelata al colorante, utilizzando un imbuto. Allo stesso tempo, per permettere all'aria di uscire più velocemente, così che nel tubo si crei il vuoto ed esso si riempia solamente d'acqua, utilizzare una cannuccia. Porre la cannuccia nell'apertura superiore del tubo, quella da cui si travasa l'acqua, e muoverla dall'alto verso il basso mentre il liquido viene versato nell'imbuto (facendo attenzione ad evitare che

ESPERIMENTO DI TORRICELLI (rivisitazione)

l'acqua entri nella cannuccia). Nel momento in cui il tubo è riempito completamente tappare anche l'estremità superiore utilizzando le dita, che devono essere poste dentro l'imbuto. Porre il tubo subito sopra la vasca perpendicolarmente e lasciare uscire l'acqua da sotto: essa scende per la forza di gravità.

Se si eseguono tutti i passaggi precedentemente spiegati l'acqua dovrebbe scendere solo in parte e rimanere all'interno dei 10,34 m di tubo. Questo accade perché oltre alla forza idrostatica agisce un'altra forza sull'acqua all'interno della bacinella: la pressione atmosferica. Essa bilancia la pressione contrapposta, all'interno del quale la pressione è nulla perché si era fatto il vuoto in precedenza.

Durante il nostro percorso di ricerca abbiamo dovuto prendere in considerazione diversi materiali e valutare il più adatto per il nostro esperimento. La ricerca dei liquidi è avvenuta in base alla loro densità. Inizialmente abbiamo cercato liquidi aventi densità molto simile al mercurio; essi però sono metalli o sostanze tossiche non utilizzabili nell'ambiente scolastico:

- **Argento** (Ag) : 10500 kg/m³
- **Piombo** (Pb) : 11340 kg/m³
- **Rame** (Cu) : 8920 kg/m³

Successivamente abbiamo preso in considerazione liquidi facilmente reperibili e abbiamo calcolato l'altezza raggiunta dal liquido secondo la legge di Stevino : $P = \rho gh$

Conoscendo il valore teorico della pressione atmosferica (101300 Pa), l'accelerazione di gravità (9,8 m/s²) e la densità del liquido, si può calcolare l'altezza h.

✓ **Aceto**

$$\rho (\text{densità}) = 1,05 \text{ g/cm}^3 = 1050 \text{ kg/m}^3$$

$$h (\text{del tubo}) = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{101300}{1050 \cdot 9,8} = \frac{101300}{10290} = 9,8445092 \text{ m} \rightarrow 9,84 \text{ m}$$

✓ **Miele**

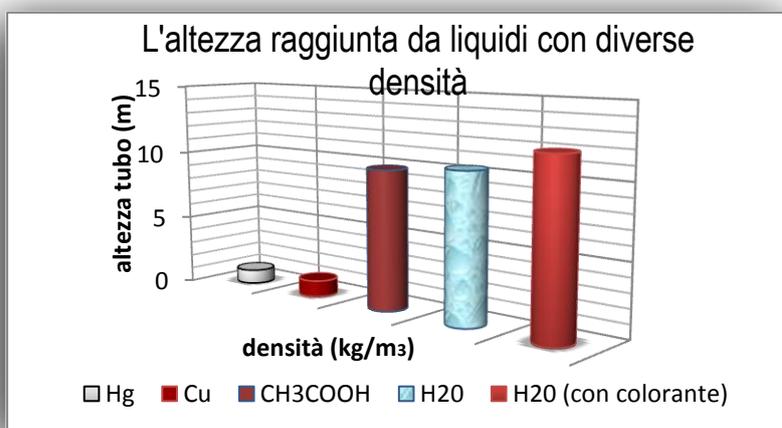
$$\rho (\text{densità}) = 1430 \text{ kg/m}^3$$

$$h (\text{del tubo}) = \frac{101300}{1430 \cdot 9,8} = 7,871 \text{ m}$$

✓ **Acqua**

$$\rho (\text{densità}) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$h (\text{del tubo}) = \frac{101300}{1000 \cdot 9,8} = 10,336734 \rightarrow 10,336 \text{ m}$$



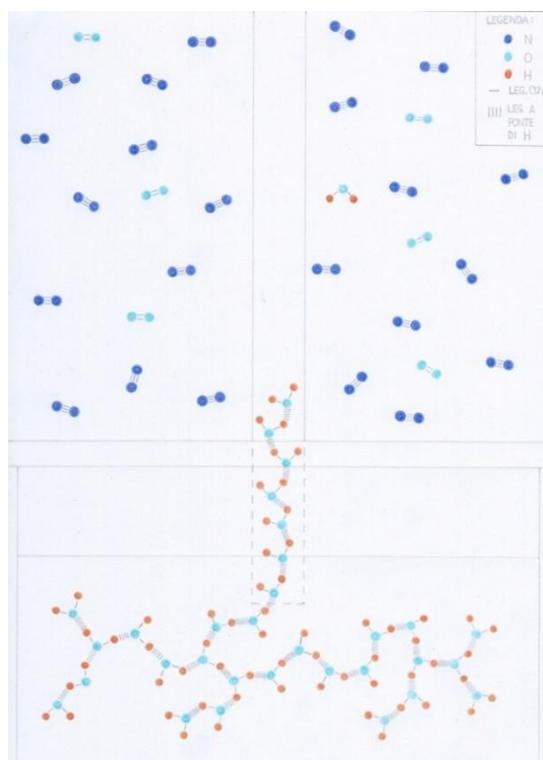
Come si può notare dal grafico l'acqua raggiunge un'altezza molto elevata, ma è stata ugualmente scelta per la sua facile reperibilità e non tossicità.

Grafico (1)

APPROCCIO MICROSCOPICO DEL FENOMENO

Per comprendere meglio in che modo avveniva il tutto abbiamo inoltre voluto ingrandire la situazione analizzata macroscopicamente e ingigantire ulteriormente la parte circostante il tubo e l'acqua contenuta nella bacinella. La situazione è stata rappresentata graficamente tenendo conto delle molecole gassose presenti nell'aria e l'acqua nel tubo. Lo studio a livello molecolare ha condotto ad approfondire i tipi di legame che interessano i composti presenti. E' stato pertanto affrontato un approfondimento, partendo dalle conoscenze scolastiche raggiunte nel presente anno di corso degli studi (biennio): quali legami intermolecolari e intramolecolari sono coinvolti e se ci sono possibili connessioni con l'aspetto macroscopico.

Abbiamo poi posto all'interno del modellino un numero di molecole, che rispettasse "indicativamente" la percentuale della presenza dei differenti gas nell'aria (78,08% azoto, 20,95% ossigeno, e per il restante 1% da altri gas). Sono stati però rappresentati solo i due gas presenti in maggior quantità: azoto e ossigeno.



E' stato progettato pertanto un modellino che rappresenti la situazione a livello microscopico per comprendere meglio visivamente le interazioni molecolari che avvengono e quali ulteriori fenomeni possono interessare.

Il disegno realizzato rappresenta graficamente la posizione delle molecole d'acqua contenuta nel tubo e delle molecole dei gas atmosferici in un istante particolare: è come se avessimo immortalato il tutto in una fotografia; in realtà la situazione è dinamica. Per comprendere meglio ciò che è visibile macroscopicamente si può porre l'attenzione su quello che accade nell'interfaccia tra aria e acqua, ossia sul livello della superficie di separazione che delimita il contorno di due differenti fasi, in questo caso la fase liquida da quella gassosa. Le molecole d'aria urtando tra loro esercitano sull'interfaccia una forza tale da impedire all'acqua di scendere ulteriormente. Per le molecole dell'aria si può applicare la teoria cinetica.

RACCOLTA DATI

Nei casi del nostro primo e secondo esperimento, non siamo stati in grado di valutare il valore dell'altezza entro la quale l'acqua era rimasta, perché essa era scesa tutta dentro la vaschetta. Si era verificato infatti un errore durante il riempimento del tubo e non si era creato il vuoto. L'aria entrava da una piccola fessura tra l'imbuto e l'apertura del tubo.

Nel terzo esperimento invece l'acqua è scesa correttamente e poi ha arrestato la sua discesa. Inizialmente si doveva segnare l'altezza della colonna d'acqua nel tubo, ma siamo stati impossibilitati dall'altezza di esso perché non potevamo misurare dal basso. Allora abbiamo usato una misurazione indiretta calando dalla finestra un filo avente all'estremità un peso (con la stessa modalità del filo a piombo) per misurare la porzione di tubo che stava al di sopra della colonna d'acqua. Dopo che il tubo si era svuotato, l'abbiamo posto orizzontalmente a terra e dopo aver misurato la lunghezza del filo l'abbiamo riportata sul tubo facendo un segno con la plastilina. Utilizzando un metro abbiamo misurato la restante parte del tubo, quella della colonna d'acqua, e abbiamo constatato che misurava

ESPERIMENTO DI TORRICELLI (rivisitazione)

8,77m. Ci siamo resi conto però della forte imprecisione data dalla modalità di misurazione che può aver portato errori sistematici.

Pertanto abbiamo valutato più opportuno tarare il tubo. Abbiamo utilizzando un metro estraibile della portata di 20 m e di sensibilità 0,001 m e abbiamo riportato sul tubo con un pennarello indelebile le varie lunghezze ad intervalli di 5 mm

Nello svolgimento del quarto esperimento abbiamo ritenuto più opportuno realizzare la prova all'interno della scuola. Infatti avevamo individuato nella tromba delle scale un luogo che ci avrebbe consentito di poter leggere il valore dell'altezza della colonna d'acqua senza compiere un errore di parallasse troppo elevato, ottenendo così una misura più attendibile.

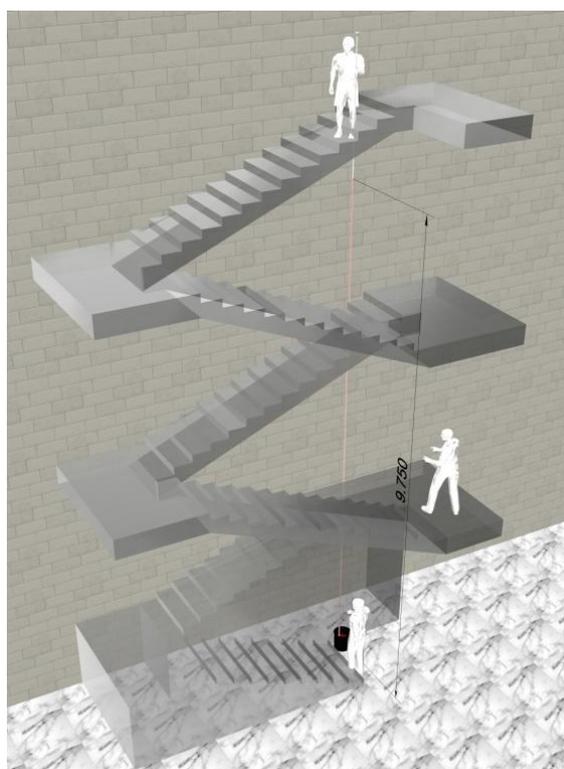
Pertanto nell'ultimo esperimento è stata effettuata la seguente lettura sul tubo:

$$h = 9,750 \pm 0,005 \text{ m}$$

Impossibilitati a fare fotografie all'interno dell'edificio abbiamo realizzato una rappresentazione virtuale della situazione.

Nello stesso giorno abbiamo registrato il dato della pressione atmosferica segnalato su un sito della stazione meteo di Genova Pegli: $P_a = 100210 \text{ Pa}$

Prima di passare all'elaborazione dati ci siamo soffermati sul calcolo della densità, perché in realtà il liquido usato era una soluzione di colorante in acqua e quindi ci siamo chiesti se la densità avesse potuto subire un cambiamento. Infatti si può



notare dal grafico (1) che il liquido formato dalla soluzione di acqua con colorante comporta un'altezza attesa maggiore rispetto all'acqua pura.

ELABORAZIONE DATI

IL CALCOLO DELLA DENSITÀ

Inizialmente abbiamo eseguito il calcolo della densità utilizzando il laboratorio della nostra scuola, abbiamo calcolato la densità del liquido usato per l'esperimento. $\text{Peso (cilindro)} = (36,02 \pm 0,01) \text{ g}$

Abbiamo effettuato l'ultima misura mettendo l' H_2O dentro un altro cilindro che pesava $(176,40 \pm 0,01) \text{ g}$

Quantità d'acqua	Peso totale	Peso H_2O	Densità
5 ml	$(40,70 \pm 0,01) \text{ g}$	$(4,68 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_1 = 0,936 \text{ g/ml}$
10 ml	$(45,83 \pm 0,01) \text{ g}$	$(9,81 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_2 = 0,981 \text{ g/ml}$
15 ml	$(51,05 \pm 0,01) \text{ g}$	$(15,03 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_3 = 1,002 \text{ g/ml}$
20 ml	$(56,20 \pm 0,01) \text{ g}$	$(20,18 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_4 = 1,009 \text{ g/ml}$
25 ml	$(61,31 \pm 0,01) \text{ g}$	$(25,29 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_5 = 1,0116 \text{ g/ml}$
40 ml	$(71,43 \pm 0,01) \text{ g}$	$(38,8 \pm 0,02) \text{ g}$	$\rho_6 = 0,970 \text{ g/ml}$

Stima del valore medio = $\frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5 + \rho_6}{6} = 0,985 \text{ g/ml}$

ESPERIMENTO DI TORRICELLI (rivisitazione)

Successivamente ci siamo rivolti al Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, dove, utilizzando strumenti con una sensibilità maggiore, abbiamo potuto ottenere risultati più attendibili.

Con l'aiuto del professor Mauro Brunoldi è stato possibile effettuare le misurazioni necessarie allo sviluppo della rielaborazione dell'esperimento.

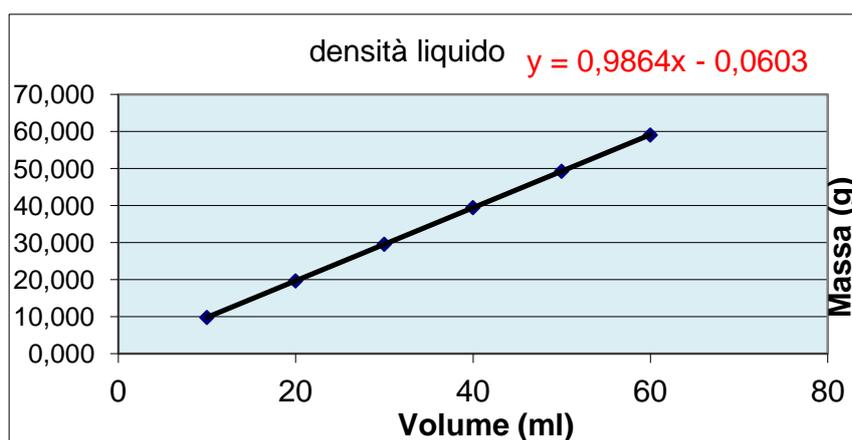
Per realizzare le misurazioni ci siamo serviti di:

- ✓ Bilancia (sensibilità = 1 mg)
- ✓ Pipetta (sensibilità = 1 ml)
- ✓ Bicchierino di plastica: peso = $(3,846 \pm 0,001)$ g
- ✓ Acqua con il colorante, il liquido che abbiamo usato nell'ultimo esperimento

Abbiamo effettuato 6 misurazioni di una certa quantità dello stesso liquido. Abbiamo pesato la tara, ossia il bicchierino di carta, dopodiché, servendoci della pipetta, abbiamo versato nel contenitore la quantità di liquido desiderata. Dopo ciascuna rilevazione abbiamo aggiunto il quantitativo scelto, per non perdere liquido durante la misurazione.

Le misure sono inserite nella tabella Excel sottostante. Da questa è stato rappresentato un grafico di dispersione con l'indicazione della retta di regressione, che conferma la relazione di proporzionalità diretta tra volume e massa: il coefficiente angolare calcolato è il valore della densità considerato.

misure	Massa peso lordo(g)	massa tara (g)	massa(g)	Volume (ml)	Densità (g/ml)
1	13,616	3,846	9,770	10	0,977
2	23,503	3,846	19,657	20	0,983
3	33,401	3,846	29,555	30	0,985
4	43,310	3,846	39,464	40	0,987
5	53,125	3,846	49,279	50	0,986
6	62,912	3,846	59,066	60	0,984



Pertanto la densità del liquido dell'esperimento è stimata: $0,986 \text{ g/ml} = 986 \text{ Kg/m}^3$. Avendo a disposizione la lunghezza della colonna d'acqua e la densità di quest'ultima abbiamo calcolato, secondo la legge di Stevino, la pressione idrostatica che equivale alla pressione atmosferica, avendo creato il vuoto nella parte superiore all'interno del tubo.

ESPERIMENTO DI TORRICELLI (rivisitazione)

$$P_a = 986,00 \cdot 9,81 \cdot 9,750 = 93734,55 \text{ Pa}$$

Trascurando gli errori sulla densità e sulla accelerazione di gravità abbiamo tenuto conto solo dell'errore dato dalla sensibilità della taratura del tubo

L'errore assoluto della pressione $\Delta P = 48,36 \text{ Pa}$

$$P_a = 93734 \pm 48 \text{ Pa}$$

DISCUSSIONE

1. CONFRONTO TRA GLI ESPERIMENTI

- I
e
II
- Questo esperimento è fattibile solo se si riesce a creare il vuoto nel tubo, abbiamo avuto bisogno quindi di un po' di plastilina, per eliminare la fessura tra l'imbuto e l'apertura del tubo.
- Inoltre durante il riempimento del tubo c'è stata un po' di perdita d'acqua dalla forza di 1 atmosfera, ossia $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, non è così semplice. il rubinetto risente di due atmosfere: una è la pressione che normalmente noi avvertiamo sul nostro corpo che è causata dalla presenza dell'atmosfera e l'altra è la pressione che si crea nel tubo. Sul rubinetto in questa condizione agisce la stessa pressione che agisce su un sub che si trova a 10 m sotto il livello del mare.
- III
- Anche nel terzo esperimento ci sono stati diversi errori accidentali, uno tra questi riguarda la misurazione della colonna d'acqua, infatti l'acqua è uscita dal tubo prima che noi potessimo prendere il segno che è stato preso a occhio e inoltre esso è stato rimosso accidentalmente, ampliando l'errore già presente.
- Inoltre il metro utilizzato aveva una portata inferiore alla lunghezza del tubo.
- Il valore della pressione che abbiamo ottenuto è inferiore rispetto a quello di Torricelli di $4100,58 \text{ Pa}$, questo può essere dovuto sia a una condizione di bassa pressione in cui ci trovavamo sia a causa degli errori di procedimento.
- IV
- A differenza degli esperimenti precedenti abbiamo ridotto l'errore di parallasse essendo il tubo facilmente raggiungibile da qualsiasi nostra posizione, in questo modo abbiamo potuto rilevare l'altezza effettiva.
- Durante la discesa del liquido abbiamo notato che esso si era fermato ad un'altezza di m 10 per un breve intervallo di tempo, dopo di che ha iniziato a scendere costantemente fino al raggiungimento dell'altezza da noi rilevata, dove si è infine stabilizzata per qualche minuto. Inoltre il liquido è sceso ulteriormente prima dell'apertura del rubinetto. Pensiamo che tutto ciò sia dovuto all'entrata dell'aria nella parte superiore del tubo che era chiusa manualmente.
- Confrontando i dati della densità da noi ottenuti con quelli ricavati all'Università abbiamo constatato che la nostra misurazione è stata accurata.

2. CONFRONTO CON LA TEORIA

Il progetto iniziale ipotizzava l'applicabilità della teoria cinetica per tutte le molecole coinvolte nell'esperimento; il confronto con essa ci ha condotto invece a distinguere la fase gassosa dell'atmosfera, dove la teoria cinetica può essere applicata, dalla fase liquida dell'acqua, poiché in quest'ultima le molecole non sono totalmente libere, ma legate tra loro tramite legami a ponte di idrogeno. Tali molecole però si muovono in continuazione rompendo e creando sempre nuovi legami intermolecolari.

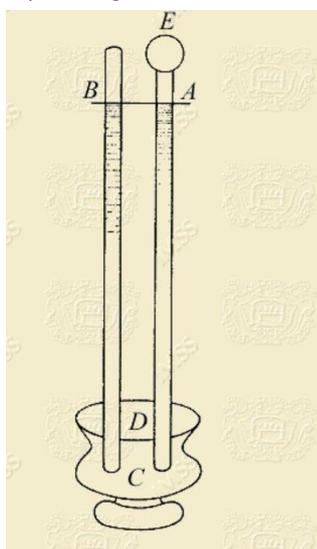
3. CONFRONTO CON LA LETTERATURA SCIENTIFICA

Durante il nostro percorso di ricerca abbiamo confrontato il nostro metodo e i nostri risultati con quelli di Evangelista Torricelli. Egli dimostrò la possibilità del vuoto in natura, scoprì e misurò la pressione atmosferica con lo strumento che inizialmente fu chiamato tubo di Torricelli, che prese poi il nome di barometro. Durante questo lavoro abbiamo ritrovato due lettere scritte da Torricelli nelle quali spiega i suoi esperimenti.

Citazione tratta dalla lettera inviata in data 11 giugno 1644 all'allievo Michelangelo Ricci:

"...Noi habbiamo fatti molti vasi di vetro et anco come i seguenti, segnati A et B, grossi e di collo lungo due braccia, questi pieni d'argento vivo, poi serratagli con un dito la bocca e rivoltati in un vaso dove era l'argento vivo C, si vedevano votarsi e non succeder niente nel vaso che si votava; il collo però AD restava sempre pieno all'altezza d'un braccio e 1/4, et un dito di più.

Per mostrar che il vaso fusse perfettamente voto, si riempiva la catinella sottoposta d'acqua fino in D et alzando il vaso a poco a poco, si vedeva, quando la bocca del vaso arrivava all'acqua, descender quell'argento vivo dal collo, e riempirsi con impeto orribile d'acqua fino al segno E affatto. Il discorso si

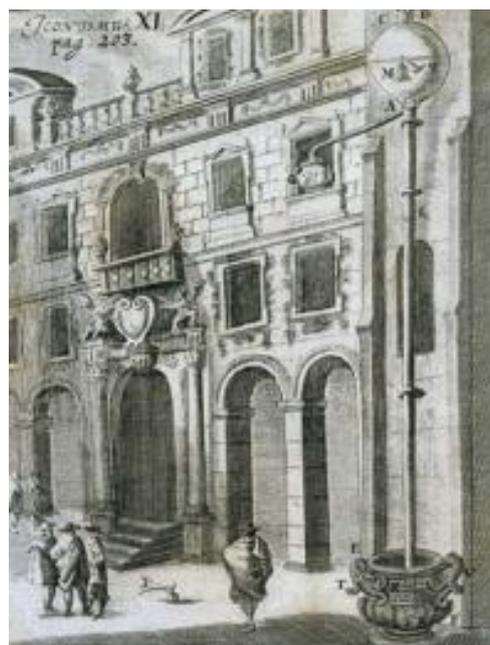


faceva mentre il vaso AE stava voto e l'argento vivo si sosteneva benché gravissimamente nel collo AC, questa forza, che regge quell'argento vivo contro la sua naturalezza di ricader giù, si è veduto fino adesso che sia stata interna nel vaso AE, o di vacuo, o di quella roba sommamente rarefatta; ma io pretendo, che la sia esterna e che la forza venga di fuori. Su la superficie del liquore che è nella catinella gravita l'altezza di cinquanta miglia d'aria; però qual meraviglia è se nel vetro CE, dove l'argento vivo non ha inclinazione, nè anco repugnanza per non esservi nulla, entri e vi s'innalzi fin tanto, che si equilibri colla gravità dell'aria esterna, che lo spinge?.."

Di seguito riportiamo un'altra citazione, tratta sempre dallo stesso testo, nella quale Torricelli spiega ciò che succede quando il liquido impiegato nell'esperimento è l'acqua

"...L'acqua poi in un vaso simile, ma molto più lungo, salirà quasi fino a diciotto braccia, cioè tanto più dell'argento vivo, quanto più l'argento vivo è più grave dell'acqua, per equilibrarsi con la medesima cagione che spinge e l'uno e l'altro..."

In effetti abbiamo scoperto dalla letteratura scientifica che già Gasparo Berti, scienziato di origine mantovano, precedentemente aveva effettuato un esperimento molto simile al nostro, utilizzando strutture autocostruite per studiare l'ascesa dei liquidi dei tubi. In particolare nel cortile della sua casa aveva eretto un tubo di piombo alto 12 metri e lo aveva riempito d'acqua. Aveva poi immerso l'estremità inferiore in una vasca d'acqua. Lasciata l'acqua del tubo libera di defluire la colonna si era fermata alla solita altezza di 10.5 metri, come previsto anche da Galileo.



CONCLUSIONE

Dall'analisi macroscopica e microscopica siamo arrivati alle seguenti conclusioni:

1. La pressione atmosferica esercita un effetto macroscopico che impedisce la completa fuoriuscita del liquido dal tubo.
2. Il valore calcolato risulta inferiore rispetto a quello indicato dalla stazione meteo locale. Questo lo imputiamo ad errori accidentali di misura e al fatto di aver usato una soluzione acquosa e quindi meno idonea del mercurio.
3. Dal nostro esperimento abbiamo ottenuto un dato che in apparenza ci sembrava contraddittorio: la densità della soluzione acquosa era inferiore a quella dell'acqua distillata. Lo studio microscopico ci ha consentito di ipotizzare che tale dato potrebbe essere supportato da un leggero aumento di volume della soluzione per la presenza del colorante che solubilizzandosi induce la rottura di legami idrogeno dell'acqua. Questo potrebbe essere per noi stimolo, provocazione per un' ulteriore ricerca.
4. Questa nostra esperienza ci ha portato ad alcune considerazioni in riferimento alla ricerca scientifica.

Abbiamo sperimentato che si può indagare la realtà anche con materiale facilmente reperibile e che esperimenti che ci permettono di ritrovare nei fenomeni naturali leggi universali possono essere riprodotti anche in ambiente scolastico.

Abbiamo capito che la ricerca scientifica cresce insieme a noi ed è un'amica difficile. Spesso non comprendiamo e non riusciamo a trovare una spiegazione alle nostre domande. Con l'esperimento di Torricelli abbiamo potuto capire come le leggi fisiche siano applicabili in ogni circostanza e perciò universali, anche utilizzando materiali e misure differenti rispetto a quelle dell'esperimento iniziale. Sicuramente con una maggiore attenzione durante il procedimento avremmo potuto ottenere risultati più vicini a quello dell'esperimento originale. D'altronde quanti scienziati hanno passato la loro vita a verificare le loro ipotesi con ripetuti tentativi spesso fallimentari?

“La realtà esiste e risponde alle nostre domande restituendoci la verità.” [M.Bersanelli]
Noi abbiamo posto alla natura una domanda uguale a quella di Torricelli, ma diversa nello spazio e nei modi, eppure la pressione atmosferica ha comunque provocato il suo effetto perché quella è la risposta della natura.

Quello che pensavamo non potesse accadere in realtà si è realizzato sotto i nostri occhi lasciandoci meravigliati. Abbiamo provato lo stupore che pensiamo appartenga allo scienziato che indaga la realtà

REFERENCES

Bibliografia:

- Elvidio Leupia Palmieri e Maurizio Parrotto, "Osservare e capire la terra", Ed. Zanichelli
- Parodi-Ostili, "Fisica"
- F. Gabici - F. Toscano "Scienziati di Romagna" – Ed. Sironi

Sitografia:

www.alparavenna.it

www.chimicaonline.it

www.imss.fi.it

www.sapere.it

www.sis.ge.it

www.Treccani.it

<http://it.wikipedia.org/wiki>

www.sapere.it

www2.pv.infn.it

www.fmboschetto.it/didattica

www.personalpages.to.infn.it

www.science.unitn.it/~fisica1