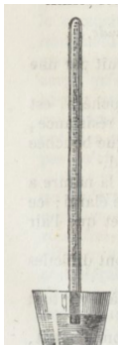


Il vuoto e la cicloide: Torricelli e Pascal

Esperienza di Torricelli, *venue d'Italie*, è ripetuta e ampliata da Pascal, 1646.

Una provetta lunga più di 76cm riempita di mercurio e rovesciata su una conca piena di mercurio **NON** si svuota al di sotto di $\sim 76\text{cm}$ e sopra appare 'vuota'.

Nelle *Nouvelles expériences touchant le vide*, **8 ottobre 1647**, P. descrive 8 esperimenti.



Conclude che nello spazio **in apparenza vuoto** non vi è alcuna sostanza **nota**

Quindi **conviene** di chiamarlo **vuoto**.

Non attribuisce il fenomeno al **peso dell'aria** (pressione) e **NON cita** Torricelli.

Già **~20/ott/1647 E. Noël**, gesuita, anziano rettore del “**Collège de Clermont**”, che **~ 35** anni prima era stato maestro di **Cartesio**, intende il vuoto di P. **letteralmente** e non come abbreviazione e lo **contesta**.

Aristotele: il vuoto è impossibile: non solo aborrito dalla natura ma non realizzabile

La tesi del Noël è :

la discesa del mercurio, creando vuoto apparente, 'fa violenza' al contenitore, e ne 'estrae aria purificata celata nei suoi pori'.

E visto il malinteso sulla definizione di vuoto, questa sarebbe una risposta.

Ma la tesi poggia su argomenti
(inaccettabili da P.) fra i quali cito:

c'è materia “perché vi passa la luce”:

puisque la lumière, ou plutôt l'illumination est un mouvement lumineux des rayons, composés des corps lucides qui remplissent les corps transparens, et ne sont mus lumineusement que par d'autres corps lucides, comme la poudre Daris [limatura di ferro] n'est remuée magnétiquement que par l'aimant: or cette illumination se trouve dans l'intervalle abandonné du vif-argent;

Altra prova del 'pieno', nella parte della provetta abbandonata dal mercurio, è data dalla inerzia del moto nella provetta:

inclinandola il mercurio occupa gradualmente e non istantaneamente lo spazio apparentemente vuoto.

Segno certo che l'inerzia è manifestazione della necessità di spostare la materia che occupa lo spazio, con conseguente rallentamento del moto.

Pascal 24-enne **risponde** al 66-enne Noël,
premettendo e spiegando:

'non si deve dare un giudizio positivo o
negativo senza che siano verificate
condizioni tali che appaia talmente chiaro e
distinto **che non si possa dubitarne**'.

Ripete la definizione di vuoto (**spazio privo
di qualsiasi materia nota**): che era stata
fraintesa dal Noël.

Critica le ragioni del Noël basate sulla **trasparenza alla luce** e sull'inerzia del moto del mercurio al riempimento del vuoto.

E commenta che si devono **prima definire lo spazio vuoto, la luce e il movimento**

Poi mostrare che la penetrazione della luce in uno spazio vuoto e il non istantaneo moto di un corpo in esso **sono proprietà in chiaro contrasto con lo spazio vuoto.**

Impartisce 'lezioni' quali: “non è molto difficile spiegare un effetto se si suppone la materia, le qualità e la natura delle qualità della sua causa”

Conclude .. on ne peut vous refuser la gloire d'avoir soutenu la physique péripatéticienne, aussi bien qu'il est possible de le faire ... et je trouve que votre lettre n'est pas moins une marque de la foiblesse de l'opinion que vous défendez, que de la vigueur de Votre esprit.

Noël risponde **immediatamente** qualificando la lettera di Pascal “**vraiment docte, claire et courtoise**”.

Accetta la definizione di Pascal di vuoto

Aderisce alla teoria di Cartesio (basata sui tre elementi costitutivi del 'mondo': “**fuoco**” o “**etere**”, “**aria**” e “**terra**”), [3].

Sostiene quindi come nella provetta **coesista un miscuglio di aria, fuoco e terra, come in qualsiasi materia** (da Cartesio).

Agli **assai accurati e precisi** esperimenti di Pascal, progettati per verificare fenomeni generali e basati sul **controllo rigoroso di ipotesi e dati**, ne contrappone uno suo.

Che proverebbe che l'elemento **aria è intrinsecamente contenuto nell'acqua** (da non confondere con l'aria, eventualmente, in soluzione).

A questo Noël fa seguire un'ingegnosa descrizione del termometro, basata sulla ricezione di **'particelle ignee'**.

È esempio, oltre alla luce, di esistenza e azione sulla materia da parte di enti invisibili ma certamente esistenti.

Ironizza: dire che non c'è materia nota è:

je ne sais pas quelle distance il y a entre Saturne et les étoiles; donc il n'y en a point.

Esamina poi le “**Nouvelles expériences ...**” attribuendole a **effetti del peso dell'aria.**

È una novità !

non attribuisce, a differenza della prima lettera, l'altezza del mercurio a **trazione dal corpo che riempie il vuoto** apparente, ma al **peso dell'aria** sul mercurio della conca.

Ritorna poi sulla sua **definizione di luce**, e delle sue proprietà e conclude acidamente:

Ceci est court, mais suffisant pour des personnes capables et intelligentes, comme celle à qui j'ai l'honneur d'écrire.

Il ripensamento di Noël induce a osservare che la **proposta della grande esperienza del Puy de Dôme**, di poco successiva, sia **la prima volta** in cui Pascal aderisce alla teoria del peso dell'aria:

le date rilevanti sono

- ~ 25/set/1647 (Cartesio raccomanda l'esperienza)
- 8/ott/1647 (le "Nouvelles.." non accennano all'aria)
- <10/nov/1647 (seconda lettera di Noël: ruolo dell'aria)
- 15/nov/1647 (proposta esperienza del Puy de Dôme)

Il silenzio sul ruolo dell'aria è forse dovuto alla **cautela** di Pascal: una teoria deve apparire **talmente chiara e distinta che non si possa dubitarne**.

Ma anche si può sostenere che **il crescente interesse** per la questione, e le **adesioni** più o meno chiaramente espresse da più parti, abbiano indotto Pascal (inizialmente **reticente** sul peso dell'aria, [6]) a **dichiarare le sue idee e affrontare la prova sperimentale**.

Certo l'**incoraggiamento di Cartesio**, la **posizione di Noël**, e l'adesione di alcuni accademici devono aver influito, *e.g.* [1].

Esiste **una terza possibilità**: Pascal si sarebbe convinto a **esporsi** sul ruolo del peso dell'aria **nei primi mesi del 1648**.

E per **non perdere la sua priorità**, in pericolo per la crescente accettazione delle idee sul peso dell'aria, avrebbe proposto la grande esperienza, **MA** la richiesta **sarebbe antedatata al 15 novembre 1647**, (la versione nota non è autografa, *e.g.* [6]).

Mentre la prima interpretazione del silenzio di Pascal è **convincente**, gli argomenti, pur dettagliati, per le **altre due**, [1, 6], **possono invitare ad approfondimenti**

La polemica sarebbe finita qui: per richiesta di Noël a Pascal di non rispondere. Ma **N. volle continuare pubblicamente.**

Nel maggio/1648 scrive l'opuscolo "*Le plein du vide*": ove vuol mostrare la "**falsità**" dei fatti di cui la Natura è **accusata** e le "**imposture**" delle relative testimonianze.

Senza nominare Pascal lo presenta implicitamente come responsabile.

Illustra nuovamente la sua teoria della luce con i suoi 'spiriti ignei' che proverebbero che nell'aria ci sia del fuoco, che se ne può separare in forma di 'aria sottile' (etere).

[È un riferimento quasi letterale alla teoria del "Traité de la lumière" di Cartesio.]

Riprende l'interpretazione dell'esperienza di Torricelli **attribuendo all'etere** tutte le proprietà utili a spiegare il fenomeno.

Lascia da parte il ruolo del peso dell'aria: esaminando in dettaglio alcune fra le 8 esperienze di Pascal e **regredisce** alle idee della prima lettera.

Pascal **reagirà:** scrivendo, **febbraio 1648** al matematico Le Pailleur, sottolinea che Noël ritorna all'azione sollevatrice della materia contenuta nel vuoto in quanto dotata di (**“legèreté mouvante”**) o **“leggerezza motrice”**.

Qui Pascal onora (1648) l'opera del 'grand Toricelli', citandolo per la prima volta.

Nel luglio/1651, V.Magni, cappuccino e matematico milanese, fu da un gesuita presentato come **esecutore** delle esperienze di Torricelli, e Pascal come plagiatario.

Pascal si difende dall'**accusa** presentando Torricelli, fisico e autore dell'esperienza, **tributando pieno riconoscimento alla sua originalità e lusinghieri commenti personali**

Resta la domanda: come mai (1647) nelle “*Nouvelles ...*” non è menzionato Torricelli, **certo noto** a Pascal dal 1646? [5, p.366]

Tutto cambia nel giugno/1658 quando si manifesta **rinnovato interesse** di Pascal per **Torricelli**, ora quale **matematico**.

È a seguito dell’iniziativa di indire un **concorso con premi** a chi risolverà, entro l’1/ottobre/1658, una serie di problemi sulla **cicloide**.

Cicloide (e problema della sua quadratura)

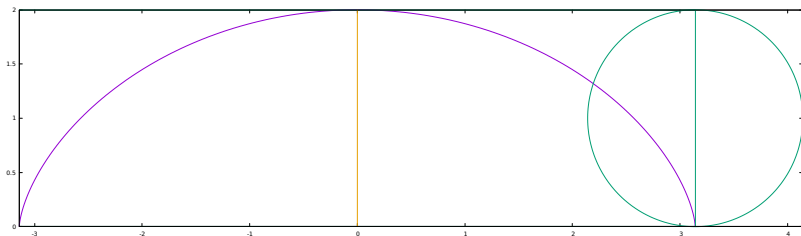


Figure: **cicloide** e **ciclo** generatore

Nel quadro si illustra la cicloide ('roulette') (in **bruno**) con base $[-\pi, \pi]$ e ciclo generante (in **verde**) di diametro 2. Trovarne l'area inclusa, ossia la **quadratura**.

Solo 10 giorni dopo la scadenza dei termini Pascal pubblica la **Histoire de la Roulette** articolata sui seguenti punti.

1) la definizione è attribuita a Mersenne: ma **Galileo** [4] la chiama **cicloide** dal 1599.

2) Ricorda che il celebre matematico **Roberval** ottenne la quadratura nel 1634 (richiesta da Mersenne dal ~ 1628) **ma non ne divulgò il valore se non nel 1638** (pur tacendo ancora sul metodo).

3) Presto **Fermat e Cartesio** confermano e pubblicano le loro soluzioni [quella di **Roberval** sarà divulgata dal discepolo **F.Du Verdu** solo nel giugno 1644, dopo la **soluzione di Torricelli**, (aprile 1643).

4) Afferma che nel 1638 il matematico J.de Beaugrand portò a Galileo le 2 prove senza nominarne gli autori e **Pascal azzarda:** 'forse cercando di esserne lui stesso' **accreditato come autore**', forse **da un sospetto** espresso da Roberval a Mersenne in una lettera del 1643.

In questa lettera **Roberval** aveva esaminato, su richiesta di Mersenne, risultati noti di Torricelli **sostenendo** che **molti erano contenuti nei suoi lavori**.

Il contenuto **pervenne** a **Torricelli** che scrisse a Roberval, ottobre 1643, intendendo che le sovrapposizioni, **ove esistenti**, erano dovute alla sua non conoscenza dei relativi risultati di **Roberval, Fermat e Cartesio**.

5) Nel 1644 **Torricelli** pubblicò la “**Geometria**” in cui, fra l’altro, calcolava l’area della cicloide,

6) La storia a questo punto sorprende; Pascal **adotta** gran parte di una ‘lettera’ **SENZA DATA** a volte impropriamente **presentata** come **risposta di Roberval** alla appena **citata lettera di Torricelli**

Qui **Roberval** inizia “**fuori tema**” e dice che, pur spettando a **Cavalieri** l’invenzione del metodo degli indivisibili, è pur vero che da anni lui **usava questo metodo**, **pur non avendolo pubblicato !**

E poi Roberval continua a lungo **accusando Torricelli ripetutamente di plagio**, elencando, con dettagli, **i propri risultati** su vari problemi di geometria (**molti anche contenuti nella 'Geometria' di Torricelli**).

7) E Pascal riferisce e fa suoi, **di fatto in modo acritico**, molte affermazioni di questa “lettera”, **durissima oltre misura**.

8) **Certamente** riferendosi anche a voci di corridoio circolate fin dall'arrivo a Parigi della “Geometria” di Torricelli, **insiste nell'accusarlo di disonestà e plagio**.

MA solo 10 anni prima e **ben dopo** le soluzioni (di **Fermat, Cartesio, Roberval e Torricelli**) riconosceva il faentino, con ammirazione, come “**le grand Toricelli**”!

9) Sostiene che Torricelli **avrebbe ottenuto possesso** delle carte, che **de Beaugrand** avrebbe dato a **Galileo**.

10) E, **senza prove**, afferma che Torricelli, atteso qualche tempo, **il crut qu'il y avoit assez de temps passé que la mémoire en fût perdue et ainsi il pensa en profiter.**

Pascal afferma ciò su base **facilmente** **riconducibile alla sola su citata “lettera”** (senza data) di Roberval e anche in **conflitto** con documenti allora disponibili.

11) Poi rincara: **“quindi”** Torricelli si **appropria** del risultato e attribuisce a **Galileo ciò che spetta a Mersenne** e **a se** **quello che spetta a Roberval**: ma nessun dato o citazione segue.

12) Aggiunge che il libro di Torricelli fu ricevuto, per la cicloide, come un argomento di risate: in Francia tutti erano consapevoli della quadratura già dal 1640.

13) Ammette che, a Roberval e Mersenne, Torricelli riconobbe priorità sulla quadratura: in una lettera esistente, ma non pubblicata

ce qui á été cause que par mes premiers écrits je parle de cette ligne [la cicloide] comme étant de Toricelli.

Come abbia dapprima creduto che “la
linea (cicloide) appartenesse a Torricelli”?

Pur essendo lui in Francia e vicino a tanti
che conoscevano, dal 1638 almeno, il
risultato di Roberval e, almeno nel 1644,
'ridevano' di Torricelli ?.

E se, alla pubblicazione di Torricelli
(1644), neppure lui conosceva a chi
'appartenesse la cicloide” perché
accusarlo?: come sottolineato dai primi
difensori di Torricelli.

14) Prima di procedere lancia una ultima critica a Torricelli: dice

... et ne pouvant plus passer, auprès de ceux qui savoient la vérité, pour auteur de la dimension de l'espace de la roulette ..

Torricelli propose calcolo del volume del solido ottenuto ruotando la cicloide attorno all'asse (maggio 1644).

Ma potè solo trovare un'approssimazione: dice Pascal e azzarda senza prove: ratus errorem illum a nemine refelli posse ne fornì il rapporto, $\frac{11}{18}$, al volume del cilindro circoscritto.

(15) Prontamente !! (**MA solo** nel gennaio 1646, **circa 1 anno e mezzo dopo** !)

Roberval inviò il valore x esatto

$$x = \frac{3}{4} - \frac{4}{3\pi^2} \neq \frac{11}{18}$$

Questo valore è comunicato nella **ultima e unica** lettera di Roberval certamente ricevuta da Torricelli, **ma NON il metodo**: bensì con un **insolente** (e ovvio):

“**Se** $\frac{11}{18}$ **fosse vero** allora π sarebbe $\frac{12}{\sqrt{15}}$ ”.

La *Histoire de la Roulette* si conclude con il riassunto di **'chi ha fatto cosa'**, secondo P..

Scaduti i termini del concorso, i lavori furono esaminati e **tutti i concorrenti** furono esclusi compreso il celebre **J.Wallis**, matematico a Oxford.

Poi nel gennaio 1659 Pascal pubblicò la sua promessa soluzione ai problemi del concorso e **Wallis** tornerà a commentare la storia della cicloide.

Wallis scrive una estesa critica e una accurata e strenua difesa di Torricelli.

Subito prega il **tres docte personnage** (Pascal) di non accusarlo di plagio qualora trovi, in quel che scrive, similitudini con i suoi scritti, 'come già fece per Torricelli dopo tanti anni dalla sua morte'.

Chiede anche di **non cercare di privarlo di risultati** da lui conseguiti qualora ottenuti anche da Pascal e Roberval i quali, pur non pubblicando i loro, **non sopportano che altri, ignari di questi, pubblichino i propri.**

Avrebbe preferito che l'Autore della
“**Historiette ...**” non avesse insultato
Torricelli: non vede **perché debba essergli
proibito di trovare l'area della cicloide.**

Domanda come mai avvenne a Pascal di
ignorare il lavoro di Roberval credendo
originale il contributo del faentino che a
Parigi, 1644, suscitava **l'ilarità** ?

E l'analisi di Wallis continua con altre
critiche al “molto celebre personaggio”.

Alle prime testimonianze 'pro Torricelli' l'allievo, **Carlo Dati**, ne documenta altre scrivendo a "**Filaete**" (per antonomasia Alessandro Filaete è l'"**amante del vero**") (1663).

Fra l'altro informa: **le carte di Galileo non furono consegnate a Torricelli**: 'furono sempre e sono ancora presso agli eredi'.

Da vari documenti e testimonianze di Dati emergono le ragioni di Torricelli e la sua **indipendenza scientifica** mentre, invece, si può addirittura parlare di **plagi da parte di Roberval, complice Mersenne**, su Torricelli.

Le accuse di plagio a Torricelli gettano un'ombra su Pascal che, giovane ma gravemente infermo, a 3 anni dalla fine, si era dedicato alla cicloide per distrarsi dalle sofferenze dovute all'infermità.

E non valutò appieno il peso delle accuse o la necessità di addurne prove,

Invece volle aderire **acriticamente** alle accuse di Roberval: avanzate in uno scritto, annunciato da Mersenne, [4, p.437]., in forma di “lettera”:
quasi certamente mai spedita, [2, 4],
e dalla quale Torricelli non aveva avuto modo di difendersi.

Versione estesa (con ulteriori commenti e
riferimenti) disponibile su
<https://roma1.infn.it/~gallavot/2023>
o a richiesta

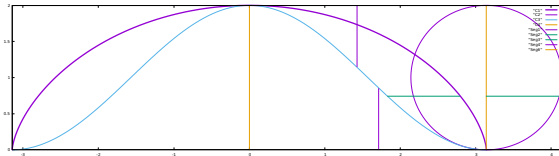


Figure: **cicloide, compagna, ciclo e indivisibili: un rebus**

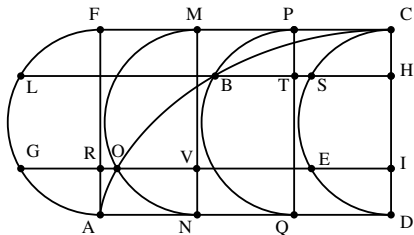


Figure: **Torricelli: 'III dimostrazione', con indivisibili**

Quoted references (more in the extended version)

- [1] C. Adam.
Pascal et Descartes: les expériences du vide (1646-1651).
Revue Philosophique de la France et de l'Étranger, 25:65–90, 1888.
- [2] C. Dati.
Lettera a Filaleti di Timauro Antiato: Della vera storia della cicloide e della famosissima esperienza dell'argento vivo.
Stella, <https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb30302136n>, Firenze, 1663.
- [3] R. Descartes.
Traité de la Lumière.
T. Girard (and Gallica frbpt6k5534491g), 1664.
- [4] G. Loria and G. Vassura.
Opere di Evangelista Torricelli, 4 Vol.
Montanari (e in <https://www.hathitrust.org/>), Faenza, 1919.
- [5] B. Pascal.
Oeuvres Complètes, volume 1,2, Commentées par M. Le Guern of *Bibliothèque de La Pléiade.*
Gallimard, Paris, 1998.
- [6] L. Rougier.
De Torricelli à Pascal.
Philosophia Scientiae, pages 1–189, 2010.