

EVANGELISTA TORRICELLI



Lorenzo Lippi, Ritratto di Evangelista Torricelli, 1647 circa

Biografia

Evangelista Torricelli nacque a Roma nel 1608 da genitori romagnoli, Gaspare Ruberti, tessitore, e Giacomina Torricelli, originaria di Faenza.

Rimase orfano in tenera età e trascorse l'infanzia e l'adolescenza a Faenza, dove fu iniziato allo studio dallo zio materno, Gian Francesco Torricelli (Don Jacopo, monaco camaldolese), parroco di S.Ippolito, che curò la sua educazione primaria.

Frequentò poi la scuola dei Gesuiti, prima a Faenza e quindi a Roma, dove si avvicinò agli studi di matematica, che approfondì sotto la guida di Benedetto Castelli (1577-1644), padre benedettino, rinomato professore di matematica e idraulica al Collegio della Sapienza, e illustre discepolo di Galileo.

Nel 1632 Evangelista Torricelli scrisse a **Galileo Galilei** una lettera di risposta a sue richieste a Benedetto Castelli che, assente in quei giorni, aveva lasciato allo studente il compito di segretario; in tale lettera Torricelli colse l'occasione per presentarsi a Galileo, che egli ammirava grandemente come cultore di astronomia e di matematica. Il vivere da vicino le vicende del processo a Galileo indusse Torricelli a dedicarsi più strettamente alla matematica, nonostante padroneggiasse gli strumenti teorici e fosse un abile costruttore di cannocchiali.

Negli anni dal 1632 al 1641 egli lavorò e studiò a Roma con padre Castelli e poi divenne segretario di Giovanni Ciampoli, un alto prelato e intellettuale devoto a Galileo, che Torricelli seguì nei suoi incarichi governativi nelle Marche e nell'Umbria.

Nel 1641 Castelli presentò a Galileo, nel suo ritiro ad Arcetri, il manoscritto dell'opera di Torricelli dal titolo *De motu gravium*, suggerendogli di impiegarlo come discepolo e assistente. Così fu e il 10 ottobre 1641 Torricelli divenne assistente di Galileo e su domanda e insistenza di Galilei si trasferì nella sua abitazione.

Galileo morì pochi mesi dopo (l'8 gennaio del 1642). Alla sua morte, il granduca Ferdinando II de' Medici nominò Torricelli suo successore come matematico del Granducato di Toscana, carica che ricoprì fino alla morte, e divenne professore di matematica presso l'Accademia fiorentina.

Oltre all'attività di matematico e studioso di geometria, egli si dedicò alla fisica, studiando il moto dei gravi e dei fluidi e approfondendo l'ottica. Possedeva un laboratorio nel quale realizzava egli stesso lenti e telescopi. A causa della sua prematura scomparsa, non conosciamo i particolari del processo originale di lavorazione, poiché lo scienziato lo aveva coperto da segreto.

Torricelli si dedicò anche allo studio dei fluidi, giungendo a inventare il barometro a mercurio, chiamato "tubo di Torricelli" o "tubo da vuoto di Torricelli", prima della fine del 1644.

Nello stesso anno (1644) pubblicò l'opera in tre parti dal titolo *Opera geometrica* della quale *De motu gravium* costituisce la seconda parte.

Torricelli morì a Firenze a soli 39 anni, pochi giorni dopo aver contratto probabilmente una malattia (tifo oppure polmonite), e venne sepolto nella basilica di San Lorenzo.

Risultati di Torricelli in matematica

Essendo in diretto contatto con **Bonaventura Cavalieri**, iniziò a lavorare con la *Geometria degli indivisibili* e ben presto superò, secondo lo stesso Cavalieri, il suo maestro.

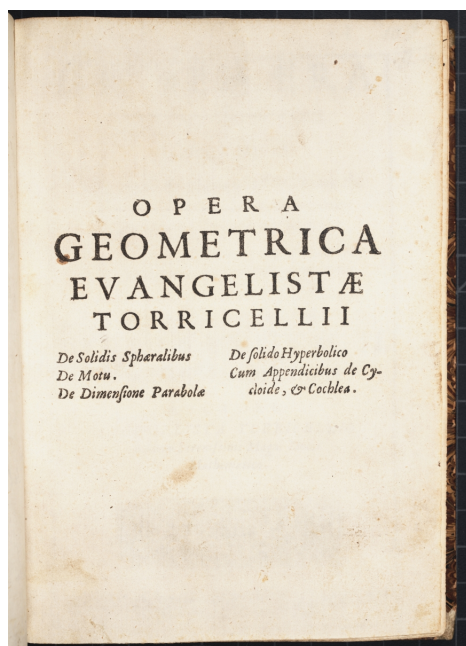
Fu abilissimo nell'utilizzarne le tecniche, cioè il metodo degli indivisibili, come anche il metodo d'esaustione, che erano in uso presso gli antichi, fra tutti il grande Archimede, di cui Torricelli fu entusiasta ammiratore: a lui dobbiamo la riscoperta nel Rinascimento del matematico siracusano.

Per il gusto di imitare i classici, Torricelli dimostrò in ventun modi diversi un teorema di Archimede: undici con il metodo d'esaustione, dieci con il metodo degli indivisibili.

Spesso i risultati ottenuti con la geometria degli indivisibili venivano poi confermati con altre dimostrazioni, a causa della controversia sulla loro fondatezza.

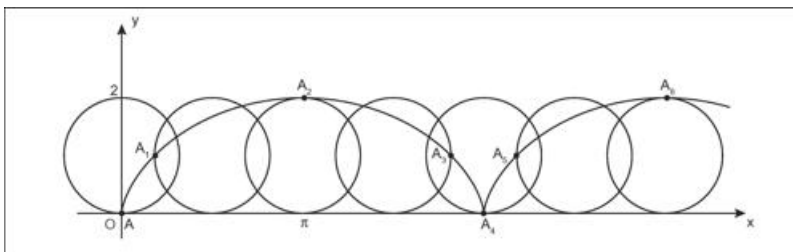
Il fatto interessante è che lo stesso Archimede aveva elaborato una sorta di *Geometria degli indivisibili*, ma non la riteneva rigorosa, e perciò dimostrava sempre i suoi risultati con il metodo d'esaustione.

Tutto ciò si è scoperto soltanto nel 1906, quando il filologo danese Heilberg scoprì un palinsesto con un'opera sconosciuta di Archimede, il *Metodo meccanico*, nel quale esponeva questi procedimenti.



Nel **1643** Torricelli inviò a Mersenne la quadratura della *cicloide*. Questa è la curva tracciata da un punto fisso su una circonferenza che rotola (senza strisciare) lungo una retta. La sua equazione parametrica è dunque

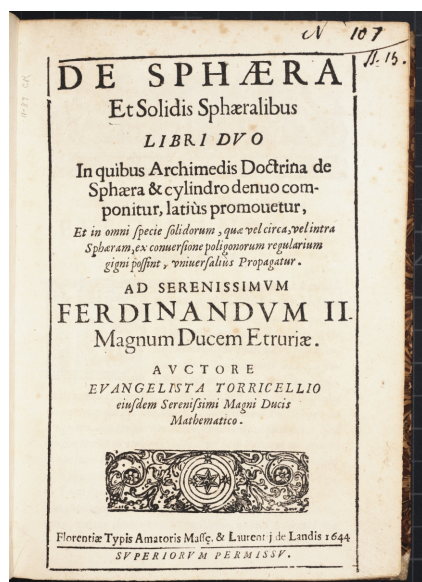
$$\begin{cases} x = r(t - \sin t) \\ y = r(1 - \cos t) \end{cases}$$



L'area sottostante la cicloide è pari a 3 volte l'area del cerchio generatore; tale equivalenza era già sospettata da Galileo, il quale, non riuscendo a misurare per via teorica l'area, la riscontrò per via fisica, pesando materialmente dei pezzi di metallo ritagliati secondo la sagoma della curva e della circonferenza generatrice. Galileo dedusse, così, per via empirica che il rapporto doveva essere prossimo a 3 : 1, ma rifiutò la sua prima intuizione forse ritenendo tale rapporto troppo semplice e anzi si convinse persino dell'erroneità della sua prima impressione dopo una serie di errori accidentali in successivi studi e misurazioni.

Torricelli ne diede una dimostrazione col Metodo degli indivisibili di Cavalieri.

Nel 1644 uscì, a spese del granduca di Toscana, il solo volume da lui pubblicato, dal titolo *Opera geometrica*, presto diffuso in Europa, lodato da Descartes, Pascal e Huygens, nel quale, oltre al citato scritto sul moto dei proiettili, erano trattate questioni di matematica col metodo degli indivisibili di Cavalieri.



La chiarezza dell'esposizione, insufficiente nella trattazione di Cavalieri, valse a diffondere il nuovo metodo, che precorreva immediatamente la moderna analisi infinitesimale.

Già Descartes aveva incontrato, attraverso Mersenne - portavoce di Galileo in Francia - la *spirale logaritmica*: i matematici francesi dell'epoca discutevano animatamente su questa "possibile traiettoria" di un grave sulla Terra. L'equazione in coordinate polari

$$r = ae^{b\theta}, \quad a, b \in \mathbb{R}^+$$

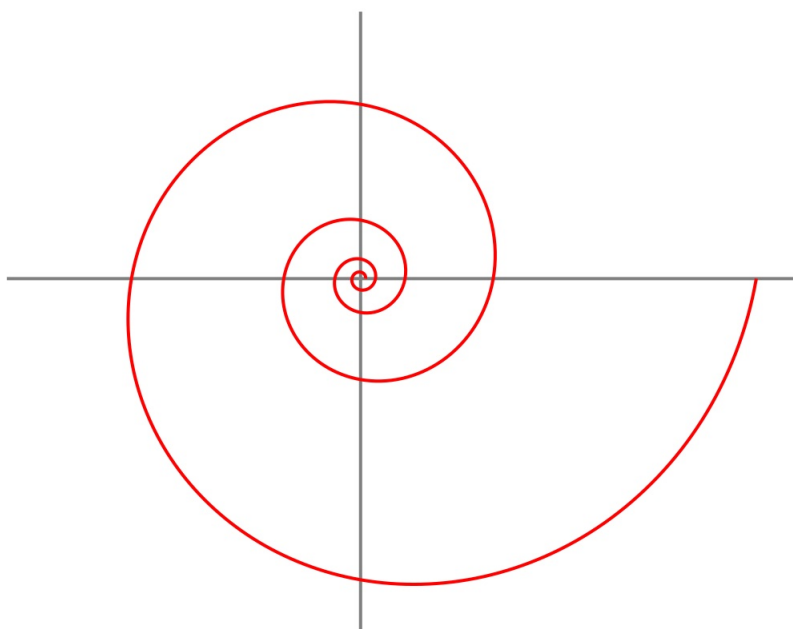
mostra che la distanza tra le spire cresce all'aumentare dell'angolo (mentre nella spirale archimedeana $r = a + b\theta$ è costante).

L'equazione equivalente

$$\theta = \frac{1}{b} \ln \left(\frac{r}{a} \right)$$

giustifica il nome "logaritmica".

Descartes che rifiutava decisamente di studiare le curve "meccaniche" (cioè "non-geometriche") la ignorò.



Toricelli nel **1645** ne rettificò con riga e compasso l'intero tratto compreso tra un punto qualunque della curva e il centro, cui la curva tende dopo infinite rivoluzioni.

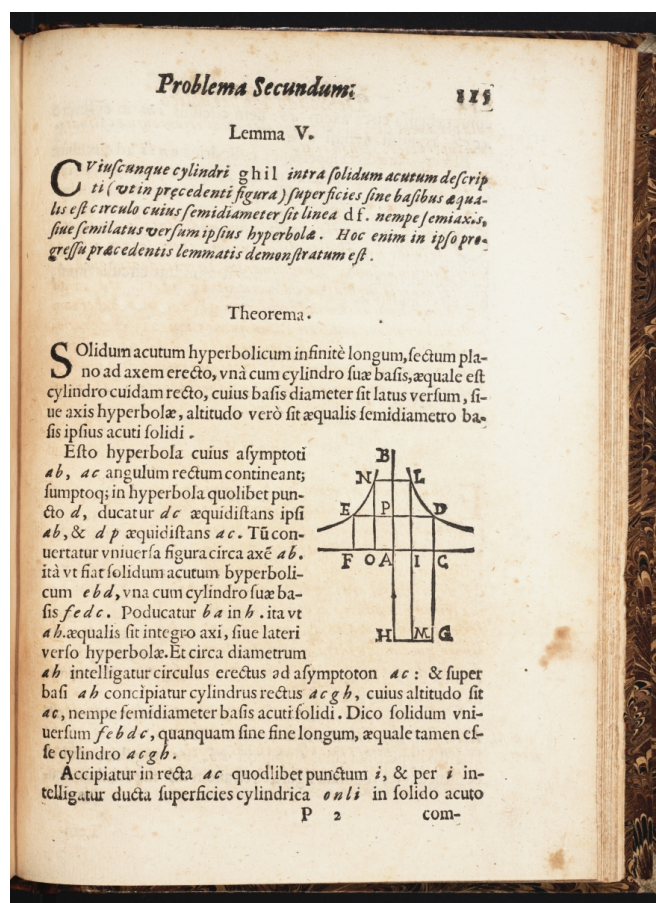
Toricelli estese la teoria di Cavalieri con l'introduzione degli *indivisibili curvi*; egli, cioè, confrontava due figure piane anche scomponendone una con un sistema di curve, in straterelli di spessore infinitesimo (indivisibili curvi) e l'altra con un sistema di rette parallele (indivisibili rettilinei): se ogni indivisibile curvo risulta equiesteso del corrispondente indivisibile rettilineo, le due figure hanno eguale area. Il principio si estende facilmente anche alle figure solide.

Oltre che a questi risultati di calcolo integrale, i suoi studi (in particolare quelli sul moto) lo portarono a notevoli risultati di calcolo differenziale: intuì il concetto di derivata e riconobbe implicitamente il carattere inverso delle operazioni d'integrazione e di derivazione, teorema enunciato esplicitamente da Barrow (e perciò detto di *Toricelli-Barrow*: fondamentale nel calcolo integrale, lega l'operazione di integrazione definita a quella di derivazione), ma la cui importanza fu riconosciuta soltanto da Newton.

La corrispondenza scientifica con scienziati italiani e francesi fu il mezzo di diffusione delle sue maggiori scoperte scientifiche e la causa di accese polemiche di priorità, tra le quali fu aspra quella con

Roberval a proposito della scoperta di alcune proprietà della cicloide (quadratura, centro di gravità, misura del solido generato dalla sua rotazione intorno alla base).

Torricelli è famoso per la scoperta del solido di rotazione infinitamente lungo detto *tromba di Gabriele*, da lui chiamato "solido iperbolico acutissimo", avente l'area della superficie infinita, ma il volume finito. Questo fu considerato per molto tempo un paradosso "incredibile" per molti, incluso lo stesso Torricelli, che cercò diverse spiegazioni alternative, anche perché l'idea di un secchio che è possibile riempire di vernice, ma impossibile da pitturare è senz'altro singolare.



Il solido in questione ha scatenato un'aspra controversia sulla natura dell'infinito, che ha coinvolto anche il filosofo Thomas Hobbes. In questa disputa alcuni hanno sostenuto che il solido conduceva all'idea di un "infinito completo".

Torricelli è stato pioniere anche nel settore delle serie infinite. Nella sua opera, *De dimensione parabolae*, Torricelli considerò una successione decrescente di termini positivi $a_0 > a_1 > a_2 \cdots > 0$ e ha mostrato che la corrispondente serie telescopica

$$(a_0 - a_1) + (a_1 - a_2) + \cdots$$

converge necessariamente ad $a_0 - L$, dove L denota il limite della successione; in questo modo riuscì a dare una dimostrazione della espressione per la somma della serie geometrica.