

# The authorship of the Principle of Inertia (La paternità del Principio d’Inerzia)

Luca Nicotra<sup>1</sup>

Parte II

La prima parte è pubblicata in «Science & Philosophy» Volume 10(1), 2022

## Abstract

According to some currents of modern historiography, Galilei's propensity for circular motion would have led him to consider this and not rectilinear motion as “natural motion”; therefore the principle of inertia could not be fully attributed to Galileo, which he would never have formulated. The question of the authorship of the principle of inertia certainly weighs on both nationalistic elements and returns of antigaleism, while the question of its not explicit formulation as a principle is due to ignorance of the type of organization that Galileo intended to give to the exposition of his physics. The author, after having hinted at possible prodromes of the principle of inertia and having reported the adverse opinions of illustrious historians of science (A. Koyré, I. B. Cohen, P. M. Duhem, P. Rossi, G. Holton), through a careful analysis of the Galilean writings, conducted on the digital versions with the help of text analysis programs, firmly reaffirms Galileo's authorship of the principle of inertia and the consequent principle of classical relativity.

**Keywords:** Inertia, natural motion, Principle of Classical Relativity.<sup>2</sup>

## Sunto

Secondo alcune correnti della storiografia moderna, la propensione di Galilei per il moto circolare lo avrebbe portato a ritenere come “moto naturale” questo e non il moto rettilineo; quindi a Galileo non si potrebbe attribuire pienamente il

---

<sup>1</sup>Ingegnere meccanico. Presidente dell’A. P. S. “Arte e Scienza”, Direttore responsabile di: «Periodico di Matematica», «Bollettino dell’Accademia di Filosofia delle Scienze Umane», «ArteScienza»; Rome, Italy; luca.nicotra1949@gmail.com.

<sup>2</sup>Received on November 28, 2022. Accepted on December 20, 2022. Published on December 30, 2022. doi: 10.23756/sp.v10i1.966. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©Nicotra. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

Principio d’Inerzia, che non avrebbe nemmeno mai formulato. Sulla questione della paternità del Principio d’Inerzia gravano certamente sia elementi nazionalistici sia ritorni di antigaleleismo, mentre la questione di una sua non esplicita formulazione come principio è dovuta all’ignoranza del tipo di organizzazione che Galileo intendeva dare all’esposizione della sua fisica. L’autore, dopo aver accennato a possibili prodromi del Principio d’Inerzia e aver riportato le avverse opinioni di illustri storici della scienza (A. Koyré, I. B. Cohen, P. M. Duhem, P. Rossi, G. Holton), attraverso un’attenta analisi degli scritti galileiani, condotta sulle versioni digitali con l’aiuto di programmi di analisi del testo, riafferma con decisione la paternità di Galileo del Principio d’Inerzia e del conseguente Principio di Relatività Classica.

**Parole chiave:** Inerzia, moto naturale, Principio di Relatività Classica.

## 1. Altre formulazioni del Principio d’Inerzia

Riprendiamo l’incipit della Giornata Quarta dei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti alla meccanica ed i movimenti locali*,<sup>3</sup> considerato la formulazione più completa del Principio d’Inerzia da parte di Galilei,<sup>4</sup> essendo chiaramente presenti i suoi due elementi caratteristici: la rettilineità del moto e la velocità costante (moto equabile e perpetuo):

*Mobile quoddam super planum horizontale proiectum mente concipio, omni secluso impedimento: iam constat, ex his quae fusius alibi dicta sunt, illius motum aequabilem et perpetuum super ipso plano futurum esse, si planum in infinitum extendatur; si vero terminatum et in sublimi positum intelligamus, mobile, quod gravitate praeditum concipio, ad plani terminum delatum, ulterius progrediens, aequabili atque indelebili priori lationi superaddet illam quam a propria gravitate habet deorsum propensionem, indeque motus quidam emerget compositus ex aequabili horizontali et ex deorsum naturaliter accelerato, quem projectionem voco.*

In esso è chiaro il riferimento ad altre volte in cui “più diffusamente” («*ex his quae fusius alibi dicta sunt*») Galileo ha trattato lo stesso argomento, ovvero c’è l’allusione ad altre “applicazioni” o “formulazioni operative”, nelle sue opere, del Principio d’Inerzia. Si tenga presente che quella appena citata

---

<sup>3</sup> Nel seguito: *Discorsi*.

<sup>4</sup> Si tenga sempre presente quanto detto nella Prima Parte del presente scritto a proposito delle formulazioni “operative” del Principio d’Inerzia da parte di Galileo (Nicotra, 2022, pp. 85-86; Drago, 1997) ben diverse da formulazioni teoretiche quali quella data da Isaac Newton.

### *La paternità del principio d'inerzia*

compare nei *Discorsi*, ultima opera di Galilei, pubblicata nel 1638. In effetti, è possibile trovare, in altre opere di Galileo, altri riferimenti al Principio d'Inerzia (Caffarelli, 2006), tuttavia non tutti ugualmente chiari e completi.

Oltre quello sopra ricordato, il più chiaro è contenuto nella Giornata Sesta dei *Discorsi* (Giornata aggiunta: *Della Forza della Percossa*<sup>5</sup>). Qui Galileo utilizza un apparato meccanico<sup>6</sup> in cui due masse uguali, sospese a una carrucola, si equilibrano, permettendo di realizzare un moto verticale con velocità costante (Favaro, 1890-1909, Vol. VIII, *Discorsi*, pp. 332-333):

*... voglio che ci figuriamo un solido grave, per esempio di mille libre di peso, il quale posi sopra un piano che lo sostenti; voglio poi che intendiamo una corda a cotal solido legata, la quale cavalchi sopra una carrucola fermata in alto, per buono spazio, sopra detto solido. Qui è manifesto, che aggiungendo forza traente in giù all'altro capo della corda, nel sollevar quel peso si averà sempre una egualissima resistenza, cioè il contrasto di mille libre di gravità; e **quando da quest'altro capo si sospenda un altro solido egualmente pesante come il primo, verrà da essi fatto equilibrio; e stando sollevati, senza che sopra alcuno sottoposto sostegno si appoggino, staranno fermi, né scenderà questo secondo grave alzando il primo, salvo che quando egli abbia qualche eccesso di gravità.***

E più avanti ecco una nuova “formulazione” del Principio d'Inerzia, altrettanto importante perché afferma la sua validità anche nel caso del moto verticale, ponendo in evidenza i due casi di quiete e di moto rettilineo uniforme conseguenti all'annullamento della risultante delle forze esterne. Se già nella Giornata Quarta è evidente l'inerzia rettilinea, fuori di ogni dubbio lo è nella Giornata Sesta, dove l'unico moto preso in considerazione è quello rettilineo lungo i due bracci della carrucola (Favaro, 1890-1909, Vol. VIII, *Discorsi*, p. 336-337):

---

<sup>5</sup> Per molto tempo l'opera *Della Forza della Percossa* rimase inedita. L'ultimo e devoto discepolo di Galilei, Vincenzo Viviani (1622-1703) riuscì a copiarne un manoscritto posseduto dal figlio di Galileo, Vincenzio, in cui riconobbe la mano di Marco Ambrogetti, il sacerdote fiorentino di cui lo Scienziato pisano si servì come amanuense, per la dettatura delle sue lettere durante la reclusione ad Arcetri. Tuttavia Viviani non ritenne di inserirlo nella raccolta delle *Opere di Galileo Galilei* da lui curate per l'editore fiorentino Carlo Manolessi a Bologna nel 1655-56. Soltanto nell'edizione fiorentina delle *Opere* di Galileo del 1718 quello studio di Galilei sulla dinamica degli urti verrà inserito, come Sesta Giornata dei *Discorsi*, con il titolo *Della Forza della Percossa*. Gli esperimenti descritti da Galileo probabilmente furono eseguiti a Padova prima del 1610, ma Galileo scrisse la Sesta Giornata nel 1638. Alcuni esperimenti, però, potrebbero essere stati eseguiti ad Arcetri nel 1637-1639 (Caffarelli, 2010a).

<sup>6</sup> Detto “Macchina di Galileo”, di cui 150 anni dopo fu costruita una versione simile da George Atwood nel 1784 (Macchina di Atwood).

Luca Nicotra

*E qui mi pare che accada per appunto quello che accade ad un mobile grave e perfettamente rotondo, il quale, se si porrà sopra un piano pulitissimo ed alquanto inclinato, da per sé stesso naturalmente vi scenderà, acquistando sempre velocità maggiore; ma se, per l'opposito, dalla parte bassa si vorrà quello cacciare in su, ci bisognerà conferirgli impeto, il quale si anderà sempre diminuendo e finalmente annichilando; ma se il piano non sarà inclinato, ma orizzontale, tal solido rotondo, postovi sopra, farà quello che piacerà a noi, cioè, se ve lo metteremo in quiete, in quiete si conserverà, e dandogli impeto verso qualche parte, verso quella si moverà, conservando sempre l'istessa velocità che dalla nostra mano averà ricevuta, non avendo azione né di accrescerla né di scemarla, non essendo in tal piano né declività né acclività; et in simile guisa i due pesi eguali, pendenti da' due capi della corda, ponendogliene in bilancio, si quieteranno, e se ad uno si darà impeto all'in giù, quello si andrà conservando equabile sempre. E qui si dee avvertire che tutte queste cose seguirebbero quando si movessero tutti gli esterni ed accidentari impedimenti, dico di asprezza e gravità di corda, di girelle e di stropicciamenti nel volgersi intorno al suo asse, ed altri che ve ne potessero essere.*

Alessandre Koyré (1939, *Galilée et la loi de l'inertie*, parte III) contesta a Galileo di considerare sempre come forza soltanto la gravità, a differenza di Newton che ha saputo generalizzare il concetto di forza. Giustamente Roberto Vergara Caffarelli obietta: «Ma quali erano le altre forze in Newton, se non l'attrito nelle sue varie forme?» (Caffarelli, 2006). D'altra parte, quali altre forze a quell'epoca avrebbe potuto considerare Galilei?

Galileo in *Della Forza della Percossa* illustra ben quattro diversi esperimenti che si possono effettuare con la sua "Macchina", come sintetizza Vergara Caffarelli (2006):<sup>7</sup>

*a) si dà una spinta a un peso: i due pesi si muovono insieme in moto uniforme con la velocità impressa con la spinta. Così Galileo dimostra la validità sperimentale del principio d'inerzia anche quando il moto è verticale, perché - spiega - è nulla la somma delle forze agenti su ogni massa;*

*b) si appoggia uno dei due pesi uguali sopra un banchetto, si solleva l'altro ad un'altezza prefissata e poi lo si lascia cadere: quando la corda diventa tesa, si ha - come la chiama Galileo - una «strappata». L'altro peso, tirato dalla corda, impedisce al primo di continuare il moto accelerato. I due pesi, insieme, procedono con moto uniforme, come nell'esperimento precedente;*

---

<sup>7</sup> Il Principio di Inerzia è stato dimostrato sperimentalmente il 7 novembre 2005 con la Macchina di Galileo ricostruita da Roberto Vergara Caffarelli e collaboratori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - sezione di Pisa (Caffarelli, 2010b).

### *La paternità del principio d'inerzia*

c) si aggiunge un peso alla massa di quello appoggiato, si solleva l'altro peso e lo si lascia cadere, come prima: quando la corda diventa tesa, il peso maggiore sale fino ad un'altezza, che dipende dal peso aggiunto e dalla velocità massima raggiunta in caduta libera dal peso sollevato. Il loro moto, dopo la «strappata», è uniformemente ritardato, fino all'altezza massima, e poi accelerato in senso inverso. Calcolando la velocità raggiunta dal peso che cade, immediatamente prima della «strappata», e misurando la velocità dei due pesi, subito dopo la «strappata», **si può verificare la conservazione della quantità di moto.** Galileo non riuscì a dimostrare questa legge, che pure è ricordata spesso nei suoi scritti in varie maniere, perché, non potendo misurare la velocità massima raggiunta prima della strappata, fa ricorso ad un risultato teorico, che non è valido in quella situazione;

d) Galileo aggiunge una piccola massa ad una delle due, porta questa massa in alto e la lascia cadere. Osserva un moto accelerato, ma molto lento perché c'è solo il peso della massa aggiunta a muovere tutte le masse: **prima chiara evidenza della differenza tra massa inerziale e massa gravitazionale.**

Altri accenni (Caffarelli, 2006) al Principio d'Inerzia, ma molto meno espliciti e completi, sono presenti sia nel *De motu* (circa 1590) sia nel trattatello delle *Mecaniche* (1593).

Molto esplicito, invece, quello contenuto Nella *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti* del 1613 (Favaro, 1890-1909, Vol. V, pp. 134-135):

***Imperò che mi par di osservare che i corpi naturali abbino naturale inclinazione a qualche moto, come i gravi al basso, il qual movimento vien da loro, per intrinseco principio e senza bisogno di particolar motore esterno, esercitato, qual volta non restino da qualche ostacolo impediti; a qualche altro movimento hanno ripugnanza, come i medesimi gravi al moto in su, e però già mai non si moveranno in cotal guisa, se non cacciati violentemente da motore esterno; finalmente, ad alcuni movimenti si trovano indifferenti, come pur gl'istessi gravi al movimento orizzontale, al quale non hanno inclinazione, poi che ei non è verso il centro della Terra, né repugnanza, non si allontanando dal medesimo centro: e però, rimossi tutti gl'impedimenti esterni, un grave nella superficie sferica, e concentrica alla Terra sarà indifferente alla quiete, ed ai movimenti verso qualunque parte dell'orizzonte; ed in quello stato si conserverà, nel qual una volta sarà stato posto; cioè se sarà messo in stato di quiete, quello conserverà, e se sarà posto in movimento, v.g. verso occidente, nell'istesso si manterrà: e così una nave per essemplio avendo una sol volta ricevuto qualche impeto per il mar tranquillo, si moverebbe continuamente intorno al nostro globo senza cessar mai, e postavi con quiete, perpetuamente quieterebbe, se***

Luca Nicotra

*nel primo caso si potessero rimuovere tutti gl'impedimenti estrinseci, e nel secondo qualche causa motrice esterna non gli sopraggiungesse.*

In quest'ultimo caso, nell'esempio della nave, effettivamente si potrebbe parlare di una "inerzia circolare": manca il moto rettilineo del Principio d'Inerzia, ma rimane affermata la costanza della velocità scalare in assenza di una forza netta.<sup>8</sup> Una "imprecisione" che però è ravvisabile anche nell'opera celeberrima di Isaac Newton (1687, 2001), che subito dopo aver formulato la *Lex I (Axiomata Sive Leges Motus)*, ovvero il Principio d'Inerzia, così lo spiega con esempi:

*Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus,<sup>9</sup> cujus partes cohaerendo perpetuo retrahunt sese a motibus rectilineis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus suos & progressivos & circulares in spatiis minus resistentibus factos conservant diutius.*

*(I proiettili persevererebbero nei loro moti, se la resistenza dell'aria non li ritardasse, e la forza di gravità non li spingesse verso il basso. Un cerchio le cui parti correndo perpetuamente si ritraggono l'un l'altra dal moto rettilineo, non cesserebbe di ruotare, se l'aria non lo ritardasse alquanto. I Pianeti e le Comete – che sono corpi più grandi muoventisi in spazi meno resistenti – conservano per maggior tempo i loro moti progressivi o circolari).*

Gli ultimi due esempi (il gioco del Trochus e le orbite planetarie) sono di moto circolare per illustrare il Principio d'Inerzia! Come mai non si è mai parlato di una "inerzia circolare" per Newton?

Nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano* (1632)<sup>10</sup> c'è un altro riferimento incompleto al Principio d'Inerzia. Ritroviamo l'esempio, più volte utilizzato da Galileo, di un mobile posto su due diversi piani: uno inclinato e l'altro non inclinato. Quando il mobile è sul piano inclinato si muove di moto uniformemente accelerato verso il basso per effetto della forza peso, mentre per farlo risalire occorre applicare una forza che lo farà muovere di moto uniformemente ritardato. A questo punto Salviati chiede a Simplicio cosa accadrebbe se invece il mobile fosse posto su una superficie non inclinata: «Ora ditemi quel che accaderebbe del

---

<sup>8</sup> Si potrebbe, però, parlare ancora di moto rettilineo intrinseco riferito allo spazio bidimensionale delle superficie sferica: la retta in tale spazio è vista come circonferenza (o suo arco) nello spazio tridimensionale estrinseco.

<sup>9</sup> Il *trochus*, tradotto in "cerchio", cui allude Newton era un giocattolo (di cui parla anche Ovidio) simile ai cerchi utilizzati dai bambini ai nostri tempi.

<sup>10</sup> Nel seguito: *Dialogo*.

### *La paternità del principio d'inerzia*

*medesimo mobile sopra una superficie che non fusse né acclive né declive*». Da notare che mentre prima Galileo, per bocca di Salviati, parla di un “piano” inclinato ora invece parla di una “superficie” non inclinata (*né acclive né declive*). E la superficie non inclinata che porta a far considerare a Simplicio è la superficie sferica della Terra e non il piano orizzontale ad essa tangente, perché è l’unica rispetto alla quale la forza peso del mobile (orientata verso il centro della Terra lungo il suo raggio) è ovunque bilanciata dalla reazione vincolare: «*Adunque una superficie che dovesse esser non declive e non acclive, bisognerebbe che in tutte le sue parti fusse egualmente distante dal centro. Ma di tali superficie ve n'è egli alcuna al mondo?*» Ora Galileo dà all’inclinazione (*declive, acclive*) un significato non geometrico ma fisico! Se fosse geometrico dovrebbe considerare il piano tangente alla superficie terrestre ovvero il piano “orizzontale”, mentre invece acquista il significato fisico di una superficie (non più un piano) lungo la quale permane l’annullamento della forza peso e della reazione vincolare e quindi lungo la quale il mobile non sarebbe soggetto né al moto accelerato né a quello ritardato del caso del piano inclinato. E questa superficie «*né acclive né declive*», come correttamente risponde Simplicio, è «*quella del nostro globo terrestre*». Per illustrare cosa accadrebbe su una tale superficie Galileo, purtroppo, ricorre ancora una volta all’esempio della nave: «*Adunque una nave che vadia movendosi per la bonaccia del mare, è un di quei mobili che scorrono per una di quelle superficie che non sono né declivi né acclivi, e però disposta, quando le fusser rimossi tutti gli ostacoli accidentarii ed esterni, a muoversi, con l'impulso concepito una volta, incessabilmente e uniformemente*». Dunque, un altro caso di “inerzia circolare”, direbbe Koyré! Si potrebbe, però, ripetere l’osservazione della distinzione fra rettilineità estrinseca ed intrinseca.

Ecco di seguito l’intero brano tratto dal *Dialogo* (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 173-174):

SALV. Parmi dunque sin qui che voi mi abbiate esplicati gli accidenti d'un mobile sopra due diversi piani; e che nel piano inclinato il mobile grave spontaneamente scende e va continuamente accelerandosi, e che a ritenervelo in quiete bisogna usarvi forza ; ma sul piano ascendente ci vuol forza a spignervelo ed anco a fermavelo, e che 'l moto impressogli va continuamente scemando, si che finalmente si annichila. Dite ancora di piu che nell'un caso e nell'altro nasce diversità dall'esser la declività o acclività del piano, maggiore o minore; si che alla maggiore inclinazione segue maggior velocità, e, per l'apposito, sopra 'l piano acclive il medesimo mobile cacciato dalla medesima forza in maggior distanza si muove quanto l'elevazione è minore. Ora ditemi quel che accaderebbe del medesimo mobile sopra una superficie che non fusse né acclive né declive.

*Luca Nicotra*

SIMP. Qui bisogna ch'io pensi un poco alla risposta. **Non vi essendo declività, non vi può essere inclinazione naturale al moto, e non vi essendo acclività, non vi può esser resistenza all'esser mosso**, talché verrebbe ad essere indifferente tra la propensione e la resistenza al moto: **parmi dunque che e' dovrebbe restarvi naturalmente fermo**. Ma io sono smemorato, perché non è molto che 'l signor Sagredo mi fece intender che così seguirebbe.

SALV. Così credo, **quando altri ve lo posasse fermo; ma se gli fusse dato impeto verso qualche parte, che seguirebbe?**

SIMP. Seguirebbe il muoversi verso quella parte.

SALV. Ma di che sorte di movimento? di continuamente accelerato, come ne' piani declivi, o di successivamente ritardato, come negli acclivi?

SIMP. Io non ci so scorgere causa di accelerazione né di ritardamento, non vi essendo né declività né acclività.

SALV. Sì. Ma se non vi fusse causa di ritardamento, molto meno vi dovrebbe esser di quiete: **quanto dunque vorreste voi che il mobile durasse a muoversi?**

SIMP. **Tanto quanto durasse la lunghezza di quella superficie né erta né china.**

SALV. **Adunque se tale spazio fusse interminato, il moto in esso sarebbe parimente senza termine, cioè perpetuo?**

SIMP. Parmi di sì, quando il mobile fusse di materia da durare.

SALV. Già questo si è supposto, mentre si è detto che si rimuovano tutti gl'impedimenti accidentari ed esterni, e la fragilità del mobile, in questo fatto, è un degli impedimenti accidentari. Ditemi ora: quale stimate voi la cagione del muoversi quella palla spontaneamente sul piano inclinato, e non , senza violenza, sopra l'elevato?

SIMP. Perché l'inclinazione de' corpi gravi è di muoversi verso 'l centro della Terra, e solo per violenza in su verso la circonferenza; e la superficie inclinata è quella che acquista vicinità al centro, e l'acclive discostamento.

**SALV. Adunque una superficie che dovesse esser non declive e non acclive, bisognerebbe che in tutte le sue parti fusse egualmente distante dal centro.** Ma di ta li superficie ve n'è egli alcuna al mondo?

SIMP. Non ve ne mancano: **ècci quella del nostro globo terrestre**, se però ella fusse ben pulita, e non, quale ella è, scabrosa e montuosa; ma vi è quella dell'acqua, mentre è placida e tranquilla.

**SALV. Adunque una nave che vadia movendosi per la bonaccia del mare, è un di quei mobili che scorrono per una di quelle superficie che non sono né declivi nè acclivi, e però disposta, quando le fusser rimossi tutti gli ostacoli accidentarii ed esterni, a muoversi, con l'impulso concepito una volta, incessabilmente e uniformemente.**

## **2. Il significato del “moto naturale” in Galilei**

Naturale, riferito al moto, può avere due significati: uno esclusivamente fisico e l'altro metafisico. Nel primo caso naturali sono i moti che è dato osservare in natura, senza chiedersi la ragione ultima della loro esistenza limitandosi a comprenderne soltanto le cause efficienti. Nel secondo caso, invece, naturali sono i moti che avvengono per una causa prima, che è frutto di una convizione metafisica.

Per Galileo il significato di moto naturale è metafisico: i moti naturali sono quelli che la natura consente per mantenere i corpi nei loro luoghi naturali, stabiliti dalla Natura per realizzare un ordine finale. In tale ottica il moto rettilineo (o retto, come lo chiama Galileo) non può essere naturale, perché allontanerebbe i corpi dai loro luoghi propri, e in particolare non sarebbe possibile il moto rettilineo prolungato all'infinito (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 43-44):

*... quello che si muove di moto retto, muta luogo; e continuando di muoversi, si va più e più sempre allontanando dal termine ond'ei si partì e da tutti i luoghi per i quali successivamente ei va passando; e se tal moto naturalmente se gli conviene, adunque egli da principio non era nel luogo suo naturale, e però non erano le parti del mondo con ordine perfetto disposte: ma noi supponghiamo, quelle esser perfettamente ordinate: adunque, come tali, è impossibile che abbiano da natura di mutar luogo, ed in conseguenza di muoversi di moto retto. In oltre, essendo il moto retto di sua natura infinito, perché infinita e indeterminata è la linea retta, è impossibile che mobile alcuno abbia da natura principio di muoversi per linea retta, cioè verso dove è impossibile di arrivare, non vi essendo termine prefinito...*

Soltanto nella fase di creazione dell'universo la Natura, forse, potrebbe aver utilizzato il moto rettilineo per permettere ai corpi di raggiungere, percorrendo la via più breve (quindi rettilinea), le loro posizioni finali, ovvero i luoghi naturali (Ivi):

*... si potrebbe favoleggiare che fusse avvenuto del primo caos, dove confusamente ed inordinatamente andavano indistinte materie vagando, per le quali ordinare la natura molto acconciamente si fusse servita de i movimenti retti [...] nè altro è l'acquisto suo se non l'avvicinarsi al luogo desiderato, cioè dove l'inclinazione naturale lo tira; e là si condurrà egli per la più breve, cioè per linea retta ...*

Ma una volta raggiunti i luoghi naturali, il moto rettilineo non è più necessario, anzi sarebbe dannoso, perché li allontanerebbe da essi (Ivi):

*... dopo l'ottima distribuzione e collocazione è impossibile che in loro resti naturale inclinazione di più muoversi di moto retto, dal quale ora solo ne seguirebbe il rimuoversi dal proprio e natural luogo, cioè il disordinarsi.*

Questo il brano completo (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 43-44):

*SALV. Stabilito dunque cotal principio, si può immediatamente concludere che, se i corpi integrali del mondo devono esser di lor natura mobili, è impossibile che i movimenti loro siano retti, o altri che circolari: e la ragione è assai facile e manifesta. Imperocchè **quello che si muove di moto retto, muta luogo; e continuando di muoversi, si va più e più sempre allontanando dal termine ond'ei si partì e da tutti i luoghi per i quali successivamente ei va passando; e se tal moto naturalmente se gli conviene, adunque egli da principio non era nel luogo suo naturale, e però non erano le parti del mondo con ordine perfetto disposte: ma noi supponghiamo, quelle esser perfettamente ordinate: adunque, come tali, è impossibile che abbiano da natura di mutar luogo, ed in conseguenza di muoversi di moto retto. In oltre, essendo il moto retto di sua natura infinito, perché infinita e indeterminata è la linea retta, è impossibile che mobile alcuno abbia da natura principio di muoversi per linea retta, cioè verso dove è impossibile di arrivare, non vi essendo termine prefinito; e la natura, come ben dice Aristotile medesimo, non intraprende a fare quello che non può esser fatto, nè intraprende a muovere dove è impossibile a pervenire. E se pur alcuno dicesse, che se bene la linea retta, ed in conseguenza il moto per essa, è produttibile in infinito, cioè interminato, tuttavia però la natura, per così dire, arbitrariamente gli ha assegnati alcuni termini e dato naturali istinti a' suoi corpi naturali di muoversi a***

### *La paternità del principio d'inerzia*

*quelli, io risponderò che ciò per avventura si potrebbe favoleggiare che fusse avvenuto del primo caos, dove confusamente ed inordinatamente andavano indistinte materie vagando, per le quali ordinare la natura molto acconciamente si fusse servita de i movimenti retti, i quali, sì come movendo i corpi ben costituiti gli disordinano, così sono acconci a ben ordinare i pravamente disposti; ma dopo l'ottima distribuzione e collocazione è impossibile che in loro resti naturale inclinazione di più muoversi di moto retto, dal quale ora solo ne seguirebbe il rimuoversi dal proprio e natural luogo, cioè il disordinarsi. Possiamo dunque dire, il moto retto servire a condur le materie per fabbricar l'opera, ma fabbricata ch'ell'è, o restare immobile, o, se mobile, muoversi solo circolarmente; se però noi non volessimo dir con Platone, che anco i corpi mondani, dopo l'essere stati fabbricati e del tutto stabiliti, furon per alcun tempo dal suo Fattore mossi di moto retto, ma che dopo l'esser pervenuti in certi e determinati luoghi, furon rivolti a uno a uno in giro, passando dal moto retto al circolare, dove poi si son mantenuti e tuttavia si conservano: pensiero altissimo e degno ben di Platone, intorno al quale mi sovviene aver sentito discorrere il nostro comune amico Accademico Linceo; e se ben mi ricorda, il discorso fu tale. Ogni corpo costituito per qualsivoglia causa in istato di quiete, ma che per sua natura sia mobile, posto in libertà si moverà, tutta volta però ch'egli abbia da natura inclinazione a qualche luogo particolare; chè quando e' fusse indifferente a tutti, resterebbe nella sua quiete, non avendo maggior ragione di muoversi a questo che a quello. Dall'aver questa inclinazione ne nasce necessariamente che egli nel suo moto si anderà continuamente accelerando; e cominciando con moto tardissimo, non acquisterà grado alcuno di velocità, che prima e' non sia passato per tutti i gradi di velocità minori, o vogliamo dire di tardità maggiori: perchè, partendosi dallo stato della quiete (che è il grado di infinita tardità di moto), non ci è ragione nissuna per la quale e' debba entrare in un tal determinato grado di velocità, prima che entrare in un minore, ed in un altro ancor minore prima che in quello; anzi par molto ben ragionevole passar prima per i gradi più vicini a quello donde ei si parte, e da quelli a i più remoti; ma il grado di dove il mobile piglia a muoversi è quello della somma tardità, cioè della quiete. Ora, questa accelerazion di moto non si farà se non quando il mobile nel muoversi acquista; nè altro è l'acquisto suo se non l'avvicinarsi al luogo desiderato, cioè dove l'inclinazion naturale lo tira; e là si condurrà egli per la più breve, cioè per linea retta. Possiamo dunque ragionevolmente dire che la natura, per conferire in un mobile, prima costituito in quiete, una determinata velocità, si serva del farlo muover, per alcun tempo e per qualche spazio, di moto retto. Stante questo discorso, figuriamoci aver Iddio creato il corpo, v. g., di Giove, al quale abbia determinato di voler conferire una tal velocità, la quale egli poi debba conservar perpetuamente uniforme: potremo con Platone dire che gli desse di muoversi da principio di moto retto ed accelerato, e che poi,*

Luca Nicotra

*giunto a quel tal grado di velocità, convertisse il suo moto retto in circolare, del quale poi la velocità naturalmente convien esser uniforme.*

Nei *Frammenti attenenti al Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* Galilei, per bocca di Salviati, ribadisce, con vari esempi, che tutti i moti naturali non sono retti ma circolari (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, in calce al *Dialogo*, p. 545):

*SALV. Io dico che nissuna cosa si muove naturalmente di moto retto. Cominciamo a ricercar discorrendo: i moti di tutti i corpi celesti son circolari; le navi, i carri, i cavalli, gli uccelli, tutti si muovon di moto circolare intorno al globo terrestre; i moti delle parti degli animali son tutti circolari: ed in somma noi ci riduciamo a non trovare altro che “gravia deorsum et levia sursum”<sup>11</sup> sembrino muoversi rettamente; ma nè di questi siamo sicuri, se prima non si dimostra che il globo terrestre stia immobile.*

In particolare Galileo si sofferma, altrove, sui movimenti degli arti negli animali e nell'uomo che sono tutti circolari (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 283-284):

*SALV. .... Voi primieramente ammettete per vero che la natura abbia fatti gli articoli, le flessure e snodature a gli animali, acciocchè si possano muover di molti e diversi movimenti; ed io vi nego questa proposizione, e dico che **le flessioni son fatte acciocchè l'animale possa muovere una o più delle sue parti, restando immobile il resto, e dico che** quanto alle spezie e differenze de' movimenti, quelli **sono** di una sola, cioè **tutti circolari**: e per questo voi vedete, tutti i capi de gli ossi mobili esser colmi o cavi; e di questi, altri sono sferici, che son quelli che hanno a muoversi per tutti i versi, come fa nella snodatura della spalla il braccio dell'alfiere nel maneggiar l'insegna, e dello strozziere nel richiamar co 'l logoro il falcone, e tal è la flessura del gomito, sopra la quale si gira la mano nel forar col succhiello; altri son circolari per un sol verso e quasi cilindrici, che servono per le membra che si piegano in un sol modo, come le parti delle dita l'una sopra l'altra, etc. Ma senza più particolari incontri, un solo general discorso ne può far conoscer questa verità; e questo è, che di un corpo solido che si muova restando uno de' suoi estremi senza mutar luogo, il moto non può esser se non circolare: e perchè nel muover l'animale uno delle sue membra non lo separa dall'altro suo conterminale, adunque tal moto è circolare di necessità.*

---

<sup>11</sup> In latino e in corsivo nell'originale in volgare: i corpi pesanti verso il basso (*gravia deorsum*) e i corpi leggeri verso l'alto (*levia sursum*).

### *La paternità del principio d'inerzia*

Ma Simplicio obietta che non tutti i moti degli animali sono circolari:

*SIMP. Io non l'intendo per questo verso; anzi veggio io l'animale muoversi di cento moti non circolari e diversissimi tra loro, e correre e saltare e salire e scendere e notare e molt'altri.*

E Galileo risponde che è vero, ammettendo, questa volta, che non tutti i moti naturali sono circolari, poiché diversi sono i movimenti delle singole parti (circolari) e dell'intero corpo (rettilinei):

*SALV. Sta bene: ma cotesti son moti secondarii, dependenti da i primi, che sono de gli articoli e delle flessure. Al piegar delle gambe alle ginocchia e delle cosce a i fianchi, che **son moti circolari delle parti, ne viene in conseguenza il salto o il corso, che son movimenti di tutto 'l corpo, e questi posson esser non circolari.** Ora, perchè del globo terrestre non si ha da muovere una parte sopra un'altra immobile, ma il movimento deve esser di tutto il corpo, non ci è bisogno di flessure.*

Certamente c'è una imprecisione da parte di Galileo nel voler identificare nel moto circolare qualunque moto avvenga in natura. Le orbite ellittiche dei pianeti ne sono una prova. Ma questa è un'altra questione, che si collega al particolare fascino che certamente Galileo nutriva per il cerchio, figura geometrica perfetta per lui, sia come matematico sia come filosofo sia come critico d'arte (Panofsky, 1956).

Tutta la controversia sulla supposta inerzia circolare di Galileo si basa sulla sua affermazione del moto circolare come moto naturale. Ma tale controversia svanisce nel nulla ove si rimuova l'attribuzione di "naturale" al moto rettilineo uniforme, peraltro non presente nella formulazione di Newton del Principio d'Inerzia, così come in qualunque altra formulazione successiva.

"Naturale" attribuito al moto rettilineo uniforme è un'arbitraria estrapolazione metafisica. La ragione, già detta, è che tale moto, avvenendo in assenza di una forza netta, viene interpretato come una "disposizione naturale" della materia. Ma questa attribuzione nasconde una interpretazione metafisica che dovrebbe essere estranea alla fisica, secondo quanto già affermato da Newton con la sua famosa frase «*Hypotheses non fingo*».<sup>12</sup> Il fisico deve limitarsi ad affermare che sperimentalmente è ragionevole affermare che in condizioni di assenza di una forza netta un corpo permane nel suo stato di quiete, se inizialmente vi si trova, o in quello di moto rettilineo uniforme se già è in moto. Questo è il Principio d'Inerzia e quanto asserisce "operativamente" Galileo nelle Giornate Quarta e Sesta dei *Discorsi*, che non è in contraddizione con le sue ripetute affermazioni che gran parte dei moti naturali sono circolari,

---

<sup>12</sup> Contenuta nello *Scholium Generale* della seconda edizione dei *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* del 1713.

in quanto la qualifica di moto naturale a quello rettilineo uniforme non compete alla fisica, è un arbitrario sconfinamento nella metafisica, in contrasto con il monito newtoniano.

Pertanto, tutta la polemica di Koyré e altri, relativa alla supposta inerzia circolare di Galileo, è priva di senso.

Quanto poi alla stessa attribuzione metafisica del “naturale” nel significato di “spontaneo” al moto rettilineo uniforme, su quali argomentazioni poggia? Cosa sappiamo dell’origine dell’inerzia? Secondo la prima spiegazione, dovuta a Ernst Mach nel 1893 e poi formulata da Einstein come *Principio di Mach*, l’inerzia di ogni corpo sarebbe il risultato della sua interazione con il resto dell’universo e in particolare con le stelle (Nicotra, 2022, p. 88). Dunque non sarebbe una disposizione intrinseca della materia ma il risultato di una moltitudine enorme di interazioni che si equilibrano. C’è da chiedersi: sono proprio identiche le situazioni in cui un corpo non è sottoposto ad alcuna forza e, invece, lo è ad  $n$  forze la cui risultante sia nulla? La spiegazione di Mach sembra attribuire l’inerzia a quest’ultimo caso. D’altra parte, mentre è possibile ottenere sperimentalmente il moto rettilineo uniforme equilibrando  $n$  forze su di esso applicate e mantenerlo fin tanto che tale equilibrio permane, non è possibile ottenerlo con un corpo non sottoposto ad alcuna forza: il corpo rimarrebbe fermo. Ma poi è realmente possibile un tal caso? Cioè realizzare un ambiente fisico privo di alcuna interazione?

Da ultimo non sono forse da trascurare alcune riflessioni sulla presenza dell’infinito in fisica, concetto che è contenuto nella formulazione del Principio d’Inerzia. È ben noto che in fisica il concetto di infinito, pur ponendo molti interessanti interrogativi, non trova cittadinanza: ogni esperienza fisica è necessariamente limitata nel tempo e nello spazio. In tale spirito, ciò che noi giudichiamo moto rettilineo prolungato all’infinito nel tempo e nello spazio in realtà potrebbe essere una estrema approssimazione di un moto circolare con raggio di curvatura talmente grande da essere mascherato dagli inevitabili errori di misura della “rettilineità”. Galileo accenna a tale possibilità. Inoltre, anche ammettendone la reale esistenza, è plausibile muovere nei riguardi del moto rettilineo perpetuo affermato nel Principio d’Inerzia, la stessa obiezione lecitamente posta al V postulato di Euclide (postulato delle parallele): nessun esperimento potrà mai né confermarlo né confutarlo, perché richiederebbe un processo infinito, quindi sperimentalmente irrealizzabile. Dunque, come non si potrà mai compiutamente dimostrare che esistono realmente rette parallele, perché ciò richiederebbe una verifica *ad infinitum* irrealizzabile, così chi ci può dare la certezza che veramente, in assenza di forza netta ad esso applicata, un corpo continui “sempre”, *ad infinitum*, a muoversi secondo una retta e con velocità scalare costante? Non ha forse ragione Galilei, quando afferma (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 43-44):

## *La paternità del principio d'inerzia*

*E se pur alcuno dicesse, che se bene la linea retta, ed in conseguenza il moto per essa, è produttibile in infinito, cioè interminato, tuttavia però la natura, per così dire, arbitrariamente gli ha assegnati alcuni termini e dato naturali istinti a' suoi corpi naturali di muoversi a quelli ...*

### **3. Galileo e il principio di relatività**

Gli storici che attribuiscono a Galilei l'errore della circolarità, nel suo Principio d'Inerzia, disconoscono pure, per lo stesso motivo, la sua paternità nei riguardi del Principio di Relatività Classica,<sup>13</sup> espresso per bocca di Salviati nella Giornata Seconda del *Dialogo*, nel quale Galileo riprende, come laboratorio per le sue esperienze, la nave già utilizzata da Bruno (1584), che diventa il «*gran navilio*» (Favaro, 1890-1909, Vol. VII, *Dialogo*, pp. 212-213):

*Riserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animalletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vadia versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso: e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animalletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza; i pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi; le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi, gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a piè giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti. Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vassello sta fermo non debbano succeder così, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; **ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti, né da alcuno di quelli potrete comprender se la nave cammina o pure sta ferma**: voi saltando passerete nel tavolato i medesimi spazii che prima, né, perché la nave si muova velocissimamente, farete maggior salti verso la poppa che verso la prua, benché, nel tempo che voi state in*

---

<sup>13</sup> Questo asserisce che in un sistema di corpi non soggetto a forze esterne o soggetto a forze esterne a risultante nulla (sistema isolato) le leggi della meccanica rimangono invariate rispetto a qualunque sistema di riferimento in moto rettilineo uniforme o quiescente, e quindi non è possibile con nessuna esperienza meccanica decidere se il sistema si muove o è fermo. Nel principio di relatività classica si utilizza ancora il concetto di quiete assoluta, poi rimosso dalla Relatività di Einstein.

Luca Nicotra

*aria, il tavolato sottopostovi scorra verso la parte contraria al vostro salto; e gettando alcuna cosa al compagno, non con più forza bisognerà tirarla, per arrivarlo, se egli sarà verso la prua e voi verso poppa, che se voi fuste situati per l'opposito; le gocciole cadranno come prima nel vaso inferiore, senza caderne pur una verso poppa, benché, mentre la gocciola è per aria, la nave scorra molti palmi; i pesci nella lor acqua non con più fatica noteranno verso la precedente che verso la susseguente parte del vaso, ma con pari agevolezza verranno al cibo posto su qualsivoglia luogo dell'orlo del vaso; e finalmente le farfalle e le mosche continueranno i lor voli indifferente verso tutte le parti, né mai accaderà che si riduchino verso la parete che riguarda la poppa, quasi che fussero stracche in tener dietro al veloce corso della nave, dalla quale per lungo tempo, trattenendosi per aria, saranno state separate; e se abbruciando alcuna lagrima d'incenso si farà un poco di fumo, vedrassi ascender in alto ed a guisa di nugoletta trattenervisi, e indifferente muoversi non più verso questa che quella parte.*

Galileo stesso “spiega” il Principio di Relatività proprio ricorrendo al Principio d’Inerzia, dal quale soltanto può derivare (Ibidem, p. 214):

***E di tutta questa corrispondenza d'effetti ne è cagione l'esser il moto della nave comune a tutte le cose contenute in essa ed all'aria ancora, che per ciò dissi io che si stesse sotto coverta; ché quando si stesse di sopra e nell'aria aperta e non seguace del corso della nave, differenze più e men notabili si vedrebbero in alcuni de gli effetti nominati: e non è dubbio che il fumo resterebbe in dietro, quanto l'aria stessa; le mosche parimente e le farfalle, impedito dall'aria, non potrebbero seguir il moto della nave, quando da essa per spazio assai notevole si separassero; ma trattenendovisi vicine, perché la nave stessa, come di fabbrica anfrattuosissima, porta seco parte dell'aria sua prossima, senza intoppo o fatica seguirebbon la nave, e per simil cagione veggiamo tal volta, nel correr la posta, le mosche importune e i tafani seguir i cavalli, volandogli ora in questa ed ora in quella parte del corpo; ma nelle gocciole cadenti pochissima sarebbe la differenza, e ne i salti e ne i proietti gravi, del tutto impercettibile.***

Certamente la spiegazione data («E di tutta questa corrispondenza d'effetti ne è cagione l'esser il moto della nave comune a tutte le cose contenute in essa ed all'aria ancora») non è esplicitamente ricondotta al Principio d’Inerzia ma lo è in maniera sottaciuta. Oggi diremmo che «l'esser il moto della nave comune a tutte le cose contenute in essa» non è altro che una conseguenza del fatto che anche su tutto ciò che è contenuto all'interno della nave (Galileo lo specifica puntualmente: «per ciò dissi io che si stesse sotto coverta») non agisce nessuna forza netta in grado di mutarne il moto rettilineo uniforme condiviso con la nave. Pertanto, non essendoci moti relativi fra gli oggetti

### *La paternità del principio d'inerzia*

all'interno della nave, le loro posizioni reciproche rimangono le stesse che nel caso della nave in quiete. Dunque, nessuna esperienza meccanica è in grado di distinguere se la nave sta ferma o si muove di moto rettilineo uniforme.

Secondo Paolo Rossi, tuttavia, Galilei non avrebbe mai formulato il principio di relatività classica (Rossi, 2006, p. 216):

*Quel principio che è noto nei manuali come il principio della relatività galileiana (in base alle osservazioni meccaniche compiute all'interno di un sistema<sup>14</sup> non si può decidere se il sistema stesso sia in quiete o in moto rettilineo uniforme) non corrisponde a quello effettivamente formulato da Galilei che intendeva mostrare mediante quella sua dottrina l'impossibilità, per un osservatore collocato sulla Terra, di percepire il moto di rotazione della Terra medesima. [...] Il moto «non fluttuante in qua e in là», nell'esempio galileiano della nave, vuol dire moto retto o diritto o procedente lungo il medesimo meridiano terrestre, ed è una forzatura tradurre «non fluttuante» con “rettilineo” (che è termine altrove e più volte impiegato da Galilei). La differenza non è lieve, perché il principio classico di relatività implica il concetto di un moto rettilineo uniforme e l'accettazione del principio d'inerzia (per il quale ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme finché non intervenga una forza a modificare tale stato). Questo principio, che è alle radici della dinamica moderna, non fu mai formulato da Galilei proprio a causa dell'azione esercitata sulla sua fisica dalle sue convinzioni cosmologiche.*

Inoltre, osserva Paolo Rossi, Galilei per il «*gran navilio*» non avrebbe considerato un moto rettilineo e uniforme perché:

*Il moto «non fluttuante in qua e in là», nell'esempio galileiano della nave, vuol dire moto retto o diritto o procedente lungo il medesimo meridiano terrestre, ed è una forzatura tradurre «non fluttuante» con “rettilineo” (che è termine altrove e più volte impiegato da Galilei).*

Tuttavia, l'interpretazione del termine «*non fluttuante*» data da Paolo Rossi non è anch'essa una ancor maggiore forzatura? Dove, Galilei, definisce il moto retto come «*procedente lungo il medesimo meridiano terrestre*»? D'altra parte, perché mai avrebbe dovuto considerare il caso particolarissimo di una nave che si muova lungo un meridiano? Inoltre, se avesse voluto significare “circolare”, per indicare il moto lungo la superficie sferica terrestre, perché avrebbe dovuto usare «*non fluttuante*» in luogo di circolare, termine, già da lui numerose altre volte usato? Galilei usa il termine “moto circolare” 66 volte nel *Dialogo* e 4 volte ne *Il Saggiatore*.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Paolo Rossi dimentica di specificare che il sistema deve essere isolato.

<sup>15</sup> Vedi Appendice.

Rossi afferma che Galileo ha più volte impiegato altrove il termine “rettilineo”, ma dove e in quali contesti? Nel *Dialogo*, “rettilineo” è utilizzato 3 volte, ma non riferito al moto.<sup>16</sup> Nei *Discorsi* non è presente. È certamente utilizzato in altre opere di Galileo (21 volte), ma sempre in scritti di geometria e mai riferito al moto.<sup>17</sup> Inoltre l’espressione “moto rettilineo” non figura mai sia nel *Dialogo* sia ne *Il Saggiatore* sia nei *Discorsi*.

Risultato negativo anche per le occorrenze di espressioni del tipo “moto lungo (o secondo) un meridiano”; la parola “meridiano” compare 32 volte nel *Dialogo*, ma non riferita al moto.<sup>18</sup>

Quanto all’espressione “moto retto” (che secondo Rossi significherebbe per Galilei “moto lungo un meridiano”) essa è utilizzata 52 volte nel *Dialogo* e 25 nel *Saggiatore*<sup>19</sup> al posto di “rettilineo” nel senso di lungo una retta, come risulta chiaro in più contesti, per esempio nella Giornata 1.28 del *Dialogo*:

\SAGR.\... ma di già abitato da noi. Che se il \*moto retto\* è semplice per la semplicità della linea retta, e...

Oppure ne *Il Saggiatore* - 10.5:

[...] manchevole la scusa del Sarsi, perché non solamente il \*moto\* veramente \*retto\* apparisce per linea retta.

Dunque, Galileo, senza possibilità di alcun dubbio, utilizza l’espressione “moto retto” per indicare il moto “lungo una retta”, e la retta cui si riferisce è certamente quella euclidea, in quanto non è pensabile che intendesse per retta un meridiano, perché altrimenti avrebbe anticipato di oltre un secolo la geometria non-euclidea ellittica! Ma sappiamo bene che Galileo non è un antesignano dei geometri non-euclidei.

## 4. Conclusioni

Certamente le “formulazioni” del Principio d’Inerzia che è possibile rintracciare nell’immensa opera galileiana non hanno la cristallina chiarezza e incisività della formulazione contenuta nei *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* di Newton (1687, 2001), per le ragioni già dette nella prima parte di questo scritto (Nicotra, 2022, Drago, 1997) sulla impostazione delle opere di Galilei, orientata non alla esposizione sistematica delle ricerche

---

<sup>16</sup> Vedi Appendice.

<sup>17</sup> 10 volte nel Vol.II, 6 volte nel Vol. XVI, 5 volte nel Vol. XVIII dell’Edizione Nazionale (Favaro, 1890-1909).

<sup>18</sup> Vedi Appendice.

<sup>19</sup> Vedi Appendice.

### *La paternità del principio d'inerzia*

secondo un ordine deduttivo proprio della trattatistica, bensì alla loro discussione e presentazione in una forma “costruttiva”, propria della fase di ricerca. A tale scopo quale forma letteraria più adatta potrebbe esserci se non quella del dialogo, così magistralmente utilizzata da Galileo?

In conclusione si può dire che l'approccio di Galilei all'inerzia è quello di enunciati operativi e metodologici utili per la ricerca, per capire “nella sostanza” attraverso casi concreti, in contrapposizione all'approccio di enunciati “apodittici” posti al principio di una teoria deduttiva. Questo spiega la diversità delle formulazioni “operative” del Principio d'Inerzia presenti nelle opere galileiane, che rispecchiano le diverse fasi di astrazione maturate man mano nelle sue ricerche. In altri termini, l'inerzia di Galilei è l'inerzia della fase creativa di ricerca, mentre l'inerzia di Newton è quella della fase di sistemazione logica propria della trattatistica.

A riprova di quanto appena asserito è illuminante quanto rivelato nell'*Avvertimento*, a cura di Antonio Favaro, che precede i *Discorsi* nell'Edizione Nazionale, che fa riferimento alla riedizione da parte di Galileo dei trattati giovanili *De motu aequabili*, *De motu naturaliter accelerato*, *De motu projectorum* come Terza e Quarta Giornata dei *Discorsi* nel 1638 (Favaro, 1890-1909, Vol. VIII, *Discorsi*, p. 12):

*Scorrendo pertanto il suo carteggio, troviamo che appena nell'ottobre del 1630 egli informa l'Aggiunti degli acquisti conseguiti nella dottrina del moto; e che nel settembre del 1632, in occasione di dolersi con Cesare Marsili per la indiscrezione commessa dal Cavaliere intorno alla linea dei proietti, accenna ad un libro di prossima pubblicazione, nel quale avrebbe trattato anche di questa materia; e un anno dopo, rispondendo ad una lettera d'Andrea Arrighetti, che gli inviava, in seguito a richiesta avutane, due proposizioni concernenti le resistenze dei solidi, scrive d'aver per le mani un trattato intorno a quest'argomento. Con maggior precisione sotto il 7 marzo 1634 scriveva ad Elia Diodati d' essersi trattenuto cinque mesi in casa dell'Arcivescovo di Siena, «trattato da padre da Sua Signoria Illustrissima, ed in continue visite della nobiltà di quella città; dove composi un trattato di un argomento nuovo, in materia di meccaniche, pieno di molte specolazioni curiose ed utili»; e gli amici, venutine in cognizione, lo sollecitavano a pubblicarlo. Finalmente, pochi mesi dopo scriveva a Fra Fulgenzio Micanzio: «Il trattato del moto, tutto nuovo, sta all'ordine; ma il mio cervello inquieto non può restar d'andar mulinando, e con gran dispendio di tempo, perchè quel pensiero che ultimo mi sovviene circa qualche novità, mi fa buttare a monte tutti i trovati precedenti.*

Forse è importante notare le date dei riferimenti al Principio d'Inerzia contenuti nelle opere di Galilei: 1590 nel *De Motu*, 1593 nelle *Mecaniche*, 1613 nella *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*,

1632 nel *Dialogo* e infine 1638 per le due formulazioni “corrette” contenute nei *Discorsi* (Quarta e Sesta Giornata). Soltanto in queste ultime compare esplicitamente il moto rettilineo, mentre nelle altre o non è dichiarato o, al contrario, è esplicitamente dichiarato il moto circolare. Un ravvedimento, dunque, di Galileo giunto alla fine della sua carriera di scienziato? Non sarebbe l’unico caso, nella storia della scienza, di un cambiamento, anche sostanziale, nelle idee di uno scienziato. Si ricordino in proposito le stesse parole di Galileo nella lettera a Fulgenzio Micanzio del 19 novembre 1634 (Bibl. Marciana, CI. XI It., cod. XLVII, car. 1) riportate più sopra dal Favaro:

*Il trattato del moto, tutto nuovo, sta all' ordine; ma il mio cervello inquieto non può restar d' andar mulinando, e con gran dispendio di tempo, perchè quel pensiero che ultimo mi sovviene circa qualche novità, mi fa buttare a monte tutti i trovati precedenti.*

Quello che conta è in ogni caso l’ultima versione di un risultato scientifico, in accordo con il continuo progredire e perfezionarsi della ricerca scientifica. Pertanto potremmo, con i *Discorsi*, parlare di un *Galileus ab omni naevo circuli vindicatus!*

Malgrado i diversi tentativi di delegittimare la paternità di Galilei, a lui vengono ancora attribuiti sia il Principio d’Inerzia sia il Principio di Relatività Classica in quasi tutti i testi scolastici e universitari di autori affermati e anche in molti autorevoli testi di divulgazione scientifica.

Etienne Klein (2006, p. 58) afferma che «la meccanica newtoniana si fonda sul cosiddetto principio di relatività enunciato per la prima volta da Giordano Bruno e ripreso da Galileo». Fra le testimonianze più autorevoli mi piace ricordare le numerose citazioni di Albert Einstein sulla paternità galileiana del principio d’inerzia, fra cui questa molto esplicita (Einstein, 1962):

*Classical mechanics is based on Galileo's principle: A body is in rectilinear and uniform motion as long as other bodies do not act on it.*

## 5. Appendice

Le occorrenze dei termini “rettilineo”, “meridiano”, “moto circolare” e “moto retto”, presenti nel *Dialogo* e nel *Saggiatore*, sono state rilevate con l’applicazione del programma di interrogazione DBT (Data Base Testuale) di E. Picchi (Consiglio Nazionale delle Ricerche), sulle versioni digitali di quelle opere pubblicate nel 4° CD di LIZ Letteratura Italiana Zanichelli (Manierismo e Barocco), 2001. Per ogni occorrenza è riportato il contesto associato. La ricerca per famiglie di parole è stata effettuata con una distanza massima di 10

## La paternità del principio d'inerzia

parole fra i termini e una lunghezza del contesto di 10 parole. Ricerche effettuate con valori maggiori di tali parametri hanno prodotto un maggior numero di occorrenze, ma è evidente che, aumentando ulteriormente la distanza fra i termini, aumenta anche la probabilità di una perdita di nesso fra di essi.

### Espressione \*rettilineo\*

3 occorrenze ne *Il Saggiatore*:

- 1) \SALV.\... *D o altro in infinito più acuto, ma però sempre \*rettilineo\**; ma la diminuzione degli spazii per li quali il mobile - *Giorn. 2.471*;
- 2) \SALV.\... *contengono un angolo infinitamente più stretto ed acuto di qualsivoglia acuto \*rettilineo\**, quale sarà questo. *Piglisi nella perpendicolare A C qualsivoglia - Giorn. 2.471*;
- 3) \SALV.\... *per minime che elle siano e comprese dentro ad angustissimo angolo \*rettilineo\* delle quali parallele le parti che restano tra l'arco e - Giorn. 2.471*;

### Espressione \*meridiano\*

32 occorrenze nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*:

- 1) \SALV.\... *delle quali, quando la Luna è nel \*meridiano\**, guarda verso maestro, e l'altra - *Giorn. 1.182*
- 2) \SIMP.\... *esser nulla il passare il Sole da un \*meridiano\* all'altro, alzarsi sopra questo orizzonte, - Giorn. 2.38*
- 3) \SAGR.\... *orizzontale e l'altro verticale, sotto il \*meridiano\**. *Ma che più? ditemi, signor - Giorn. 2.751*
- 4) \SALV.\... *sendo la stella nuova collocata nel cerchio \*meridiano\* là verso settentrione, a uno che da - Giorn. 3.48*
- 5) \SALV.\... *elevazioni polari e le altezze della stella nel \*meridiano\**, tanto le minime sotto il polo, - *Giorn. 3.80*
- 6) \SALV.\... *51.18 m.p.: l'altezza della stella nel \*meridiano\**, presa da *Ticone*, fu gr. 27.45 - *Giorn. 3.83*
- 7) \SALV.\... *tempo brevissimo, come fanno le remote dal \*meridiano\**: e se questo è, sì come - *Giorn. 3.117*
- 8) \SALV.\... *nel qual è la stella, dal \*meridiano\**; in oltre dopo notabile intervallo di tempo - *Giorn. 3.117*
- 9) \SALV.\... *tanto mentre ell'era nell'infima parte del \*meridiano\**, quanto nella suprema; l'altra è - *Giorn. 3.119*
- 10) \SALV.\... *mentre si trovi nella parte di sotto nel \*meridiano\**, che quando è nella superiore, come - *Giorn. 3.121*
- 11) \SALV.\... *nell'ora che il Sole si trovava nel \*meridiano\**; ed accortici come il viaggio suo non - *Giorn. 3.226*
- 12) \SALV.\... *per il quale passerebbe il piano del nostro \*meridiano\**, nel qual piano sarebbe ancora l'asse - *Giorn. 3.228*
- 13) \SALV.\... *il finitore A B C D né il \*meridiano\* A C passi per i poli dell'asse - Giorn. 3.228*

Luca Nicotra

- 14) \SALV.\... del terminatore A B e la sezione del \*meridiano\* A C, il diametro del cerchio massimo - Giorn. 3.228
- 15) \SALV.\... è quando detti poli sono nella sezione del \*meridiano\*, la curvità è ridotta al sommo, - Giorn. 3.228
- 16) \SALV.\... altre volte poi trovarsi nel piano del \*meridiano\* del riguardante, in modo tale che l' - Giorn. 3.236
- 17) \SALV.\... e l'altro il variar altezze nel \*meridiano\*; che si tira poi in conseguenza il - Giorn. 3.300
- 18) \SAGR.\... Sole si alza e si abbassa nel nostro \*meridiano\* per un arco grandissimo, quasi di 47 - Giorn. 3.301
- 19) \SALV.\... H, che verrà insieme ad esser un \*meridiano\*, ed in esso pigliamo una stella fuori - Giorn. 3.310
- 20) \SALV.\... eclittica; ed anco la sua altezza nel \*meridiano\* sarà fatta maggiore nello stato B che nel - Giorn. 3.310
- 21) \SALV.\... se noi piglieremo un'altra stella nel medesimo \*meridiano\*, più remota dall'eclittica, qual sarebbe - Giorn. 3.310
- 22) \SALV.\... sfera, nella quale s'intenda descritto un \*meridiano\* D F C, che sarà eretto al - Giorn. 3.310
- 23) \SALV.\... perché, se noi segneremo un altro \*meridiano\* men lontano dalla Terra, qual sarebbe questo - Giorn. 3.310
- 24) \SAGR.\... o avvicinamento) è il mostrarsi nel medesimo \*meridiano\* ora più elevate ed ora meno. Di - Giorn. 3.311
- 25) \SALV.\... suo coperto può segare ad angoli retti il \*meridiano\* di qualche abitazione posta nella pianura. Voglio - Giorn. 3.319
- 26) \SALV.\... stelle del Carro, nel passar per il \*meridiano\*, venga ascondendosi dopo la trave già collocata - Giorn. 3.319
- 27) \SALV.\... D e 'l polo austrino B il Sole \*meridiano\* è elevato oltre al lor vertice verso 'l - Giorn. 3.330
- 28) \SALV.\... per tanti gradi qualsivoglia stella fissa osservata nel \*meridiano\* apparirebbe essersi elevata o inclinata. - Giorn. 3.331
- 29) \SALV.\... tutti questi in tal giorno averanno il Sole \*meridiano\* sopra il vertice loro, ed il Sole - Giorn. 3.332
- 30) \SALV.\... ago magnetico non solamente il drizzarsi sotto un \*meridiano\* verso i poli con moto orizzontale - Giorn. 3.357
- 31) \SALV.\... accidente di declinare (stando bilanciato sotto il \*meridiano\* già segnato sopra una sferetta di calamita), - Giorn. 3.357
- 32) \SAGR.\... suo asse, stante nel piano di un \*meridiano\*, verso la superficie della Terra, e - Giorn. 3.370.

Espressione \*moto circolare\*

66 Occorrenze nel Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo:

- 1) \SAGR.\... che Aristotile accenna, un solo esser al mondo il \*moto circolare\*, ed in conseguenza un solo centro, al quale - Giorn. 1.28
- 2) \SAGR.\... moti semplici e \*moto\* misto, chiamando semplici il \*circolare\* ed il retto, e misto il composto di questi - Giorn. 1.28
- 3) \SALV.\... il quale sia ancora tanto più eccellente, quanto il \*moto circolare\* è più perfetto del \*moto\* retto: - Giorn. 1.33

## La paternità del principio d'inerzia

- 4) \SALV.\... afferma egli esser proprie del corpo semplice e mobile di \*moto circolare\*;  
- Giorn. 1.33
- 5) \SALV.\... rivolti a uno a uno in giro, passando dal \*moto\* retto\* al \*circolare\*, -  
Giorn. 1.35
- 6) \SALV.\... a quel tal grado di velocità, convertisse il suo \*moto\* retto in \*circolare\*,  
del quale poi la velocità - Giorn. 1.35
- 7) \SAGR.\... al corpo di Giove, subito creato, il suo \*moto circolare\*, con tale e tanta  
velocità. \SALV.\ Io - Giorn. 1.36
- 8) \SALV.\... è \*moto circolare\* intorno al centro: adunque il \*moto circolare\* non  
s'acquisterà mai naturalmente - Giorn. 1.77
- 9) \SALV.\... partirsi ed allontanarsi dal medesimo termine; e perché nel \*moto  
circolare\* il mobile sempre si parte - Giorn. 1.87
- 10) \SALV.\... non essendo altro, salvo che la quiete e 'l \*moto circolare\*,  
atto alla conservazione dell'ordine. Ed io non - Giorn. 1.87
- 11) \SALV.\... di questi, in modo che, negato che il \*moto circolare\* sia solo de i corpi  
celesti, ed affermato - Giorn. 1.96
- 12) \SALV.\... o che malamente e con errore abbia Aristotile dedotti dal \*moto circolare\*  
quelli che ha assegnati a i corpi celesti. - Giorn. 1.96
- 13) \SIMP.\... corpo celeste non si può assegnar contrario, imperocché al \*moto  
circolare\* niun altro movimento è contrario, - Giorn. 1.99
- 14) \SIMP.\... né secondo alcuna sua propria parte. Che poi al \*moto circolare\* niuno  
altro sia contrario, lo prova Aristotile - Giorn. 1.99
- 15) \SALV.\... sua illazione resta nulla. Dicovi per tanto che quel \*moto circolare\*, che  
voi assegnate a i corpi celesti, conviene - Giorn. 1.100
- 16) \SAGR.\... che voi dite che, negato ad Aristotile che il \*moto circolare\* non sia della  
Terra, come degli altri corpi celesti - Giorn. 1.101
- 17) \SALV.\... il movimento \*circolare\* e la quiete; ma quanto al \*moto\* per linea retta,  
non veggio, che possa servire - Giorn. 1.123
- 18) \SALV.\... anco per far questa restituzione non si trovasse che qualche \*moto  
circolare\* fusse più accomodato. - Giorn. 1.123
- 19) \SALV.\... intero globo e sfera de gli elementi attribuisca o il \*moto circolare\* o  
una perpetua consistenza - Giorn. 1.123
- 20) \SALV.\... naturale, ed all'incontro chiamano a lor preternaturale il \*moto  
circolare\*, del quale incessabilmente - Giorn. 1.123
- 21) \SIMP.\ ...Dal mancar di contrari immediatamente, e mediatamente dal \*moto\*  
semplice \*circolare\*. - Giorn. 1.260
- 22) \SIMP.\... adunque etc. Secondariamente, tutti gli altri mobili di \*moto circolare\* par  
che restino indietro e - Giorn. 2.66
- 23) \SALV.\... presa da certa esperienza, ed è tale. Il \*moto\* \*circolare\* ha facoltà di  
estrudere, dissipare e scacciar dal suo - Giorn. 2.96
- 24) \SIMP.\... naturale delle parti è il \*moto\* retto al centro dell'universo, onde il  
\*circolare\* non gli può naturalmente competere. - Giorn. 2.101
- 25) \SALV.\... Non dic'egli che 'l \*moto circolare\* alla Terra sarebbe violento? e però  
non eterno? - Giorn. 2.104
- 26) \SALV.\... eterno. Ma se noi faremo la Terra mobile di \*moto circolare\*, questo potrà  
esser eterno ad essa ed alle parti - Giorn. 2.106
- 27) \SALV.\... pur forza (se voi non le volete concedere il \*moto circolare\*) di mantenerle  
e difenderle l'immobilità. - Giorn. 2.118
- 28) \SALV.\... costituendola lontana dal mezo, la facessero andar con \*moto circolare\*  
intorno ad esso mezo: - Giorn. 2.126

Luca Nicotra

- 29) \SALV.\... *stimato impossibile, che 'l sasso potesse muoversi di un \*moto\* misto di retto e di \*circolare\**; - Giorn. 2.147
- 30) \SAGR.\... *assicura l'esperienza, se noi non veggiamo mai altro \*moto\* che il composto delli due, \*circolare\* ed in giù?* - Giorn. 2.295
- 31) \SALV.\... *cadendo dalla sommità della torre C, venga movendosi del \*moto\* composto del comune \*circolare\* e del suo proprio retto.* - Giorn. 2.306
- 32) \SALV.\... *non si muove realmente d'altro che di un \*moto\* semplice \*circolare\**, sì come quando posava sopra la torre - Giorn. 2.308
- 33) \SALV.\... *quando posava sopra la torre pur si muoveva di un \*moto\* semplice e \*circolare\**. - Giorn. 2.308
- 34) \SAGR.\... *costituite, gli vien levato, ed assegnato pur al \*moto circolare\**. - Giorn. 2.311
- 35) \SIMP.\... *Il \*moto\* del sasso sin che è nella cocca è \*circolare\* cioè va per un arco di cerchio, il cui* - Giorn. 2.410
- 36) \SALV.\... *la pietra scappa dalla canna, qual è il suo \*moto\*? séguit'ella di continuare 'l suo precedente \*circolare\**, - Giorn. 2.411
- 37) \SIMP.\... *Io non intendo che 'l \*moto\* proietto sia a dirittura di tutto il \*circolare\**, ma di quell'ultimo punto dove terminò il moto - Giorn. 2.420
- 38) \SIMP.\... *circolare, ma di quell'ultimo punto dove terminò il \*moto circolare\**. Io mi intendo dentro di me, ma non - Giorn. 2.420
- 39) \SALV.\... *e se da questo \*moto circolare\* deve passar al \*moto\* retto, qual dovrà esser questa linea retta?* - Giorn. 2.425
- 40) \SALV.\... *Sin qui avete per voi stesso saputo che il \*moto \*circolare\* del proiciente imprime nel proietto* - Giorn. 2.437
- 41) \SALV.\... *Talché il discostamento del proietto dalla circonferenza del precedente \*moto \*circolare\* in su 'l principio è* - Giorn. 2.439
- 42) \SIMP.\... *fusse eguale alla velocità del suo \*moto circolare\* fatto nel cerchio massimo del concavo dell'orbe lunare,* - Giorn. 2.559
- 43) \SALV.\... *mentre si tratteneva nel concavo della Luna aveva il \*moto circolare\* delle ventiquattr'ore insieme con la Terra* - Giorn. 2.617
- 44) \SIMP.\... *come voi vedete, domandando da qual principio dependa questo \*moto circolare\* de' gravi e de' leggieri,* - Giorn. 2.618
- 45) \SIMP.\... *circolarmente, né anco il globo terrestre si muoverà di \*moto circolare\**; e così avremo l'intento. - Giorn. 2.622
- 46) \SALV.\... *la Terra non abbia principio né esterno né interno al \*moto circolare\**, ma dico che non so qual de' dua ella - Giorn. 2.623
- 47) \SIMP.\... *continua l'autor di domandar da qual principio dependa questo \*moto circolare\* de i gravi e de i leggieri, cioè se* - Giorn. 2.640
- 48) \SALV.\... *aria, a me basta che ella non impedisca il \*moto circolare\* de i mobili che per essa si dice che si* - Giorn. 2.641
- 49) \SALV.\... *è contrario al moto del fuoco, che sarà il \*moto\* deorsum: ma il \*moto circolare\*, che non è contrario né al sursum* - Giorn. 2.651
- 50) \SALV.\... *cadavero ed al vivente? E però, quando il \*moto circolare\* sia proprio degli elementi, dovrà esser comune de i* - Giorn. 2.651
- 51) \SALV.\... *quest'autore contro a chi dicesse, il principio del \*moto circolare\* de i gravi e de i leggieri esser un accidente* - Giorn. 2.653
- 52) \SIMP.\... \SALV.\ *Già mille volte si è detto che il \*moto circolare\* è naturale del tutto e delle parti, mentre sono* - Giorn. 2.675
- 53) \SALV.\... *non si muovon di moto retto, ma di un \*moto\* misto che anco potrebb'esser \*circolare\* schietto;* - Giorn. 2.675

## La paternità del principio d'inerzia

- 54) \SALV.\... credere che a quelli che dicono, tal \*moto\* non esser altrimenti retto, anzi più tosto \*circolare\*, paia di veder - Giorn. 2.728
- 55) \SALV.\... restando uno de' suoi estremi senza mutar luogo, il \*moto\* non può esser se non \*circolare\*: - Giorn. 2.735
- 56) \SALV.\... non lo separa dall'altro suo conterminale, adunque tal \*moto\* è \*circolare\* di necessità. - Giorn. 2.735
- 57) \SAGR.\... voi che quest'autore mettesse maggior diversità, tra il \*moto\* retto e 'l \*circolare\*, o tra il \*moto\* e la quiete? - Giorn. 2.751
- 58) \SIMP.\... quiete sicuramente. E quest'è manifesto; perché il \*moto circolare\* non è contrario al retto per Aristotile, anzi e' - Giorn. 2.752
- 59) \SAGR.\... un corpo naturale due principii interni, uno a 'l \*moto\* retto e l'altro al \*circolare\*, - Giorn. 2.753
- 60) \SAGR.\... principio interno stia immobile, e quella gli attribuisce il \*moto circolare\*: ma per la vostra concessione - Giorn. 2.753
- 61) \SALV.\... cielo. Quanto poi alla Luna, questa ha un \*moto circolare\* intorno alla Terra, dalla quale - Giorn. 3.155
- 62) \SALV.\...ed a Mercurio con Venere avete attribuito il \*moto circolare\* intorno al Sole senza abbracciar la Terra: - Giorn. 3.171
- 63) \SIMP.\... non se gli può negare, se gli attribuisce un \*moto circolare\* in un gran cerchio intorno al Sole in un anno - Giorn. 3.336
- 64) \SAGR.\... della Terra, come grave; il secondo è il \*moto circolare\*orizzontale, per il quale restituisce e conserva il suo - Giorn. 3.370
- 65) \SAGR.\... con due moti retti semplici voi non comporrete mai un \*moto circolare\*, quali sono li due o i tre circolari diversi - Giorn. 3.378
- 66) \SAGR.\... se volete mantenere che 'l \*moto\* retto sia solo de gli elementi, e 'l \*circolare\* de' corpi celesti. - Giorn. 3.378

### 4 Occorrenze ne Il Saggiatore:

- 1) di più di 90 gradi, ei dà luogo al \*moto\* non \*circolare\*, ed ammette quello per linea ovata, anzi pur - 10.5
- 2) un cerchio massimo; e che in se stesso quel \*moto\* può esser fatto per linea\*circolare\*, ed anco per qual si voglia altra quanto si - 10.6
- 3) stima che degli altri due, presi l'uno dal \*moto\* \*circolare\* e l'altro dalla piccolezza della paralasse, li quali - 14.3
- 4) all'orbe lunare, e quivi poi cangiare il suo \*moto\* retto in \*circolare\*? E come fa il Sarsi a sostenere per impossibil - 23.3

### Espressione “moto retto”

#### 52 Occorrenze nel Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo:

- 1) \SAGR.\... ma di già abitato da noi. Che se il \*moto retto\* è semplice per la semplicità della linea retta, e - Giorn. 1.28
- 2) \SAGR.\... come è detto, moti semplici e \*moto\* misto, chiamando semplici il circolare ed il \*retto\*, e misto il composto; Giorn. 1.28
- 3) \SAGR.\... semplici, ed a' composti il composto: ma per \*moto\* composto e' non intende più il misto di \*retto\* e circolare, - Giorn. 1.28

Luca Nicotra

- 4) \SAGR.\... torniamo ad Aristotile, il qual mi definì, il \*moto\* misto esser quello che si compone del \*retto\* e del circolare; - Giorn. 1.32
- 5) \SALV.\... il quale sia ancora tanto più eccellente, quanto il \*moto\* circolare è più perfetto del \*moto retto\*: - Giorn. 1.33
- 6) \SALV.\... facile e manifesta. Imperocché quello che si muove di \*moto\* retto, muta luogo; e continuando di muoversi, si - Giorn. 1.35
- 7) \SALV.\... di mutar luogo, ed in conseguenza di muoversi di \*moto retto\*. In oltre, essendo il \*moto retto\* di sua natura infinito, perché infinita e indeterminata è la linea retta - Giorn. 1.35
- 8) \SALV.\... che in loro resti naturale inclinazione di più muoversi di \*moto retto\*, dal quale ora solo ne seguirebbe il - Giorn. 1.35
- 9) \SALV.\... cioè il disordinarsi. Possiamo dunque dire, il \*moto retto\* servire a condur le materie per fabbricar l'opera, - Giorn. 1.35
- 10) \SALV.\... furon per alcun tempo dal suo Fattore mossi di \*moto retto\*, ma che dopo l'esser pervenuti in certi e - Giorn. 1.35
- 11) \SALV.\... rivolti a uno a uno in giro, passando dal \*moto retto\* al circolare, dove poi si son mantenuti e tuttavia - Giorn. 1.35
- 12) \SALV.\... per alcun tempo e per qualche spazio, di \*moto retto\*. Stante questo discorso, figuriamoci aver Iddio creato il - Giorn. 1.35
- 13) \SALV.\... Platone dire che gli desse di muoversi da principio di \*moto retto\* ed accelerato, e che poi, giunto a quel - Giorn. 1.35
- 14) \SALV.\... a quel tal grado di velocità, convertisse il suo \*moto retto\* in circolare, del quale poi la velocità naturalmente - Giorn. 1.35
- 15) \SALV.\... è moto circolare intorno al centro: adunque il \*moto\* circolare non s'acquisterà mai naturalmente senza il \*moto retto\* precedente, ma bene, acquistato che e' si sia - Giorn. 1.77
- 16) \SALV.\... ritrovare: e dico naturalmente, perché il \*moto retto\* che si ritarda, è il violento, che non - Giorn. 1.87
- 17) \SIMP.\... assegnato dall'istessa natura per fine e termine del \*moto retto\* deorsum; e non veggia parimente, muoversi - Giorn. 1.88
- 18) \SALV.\... ed in questo modo concludere che 'l \*moto retto\* competa egualmente a tutti i corpi mondani? - Giorn. 1.90
- 19) \SIMP.\... ora pronunziate (già che mettete in dubbio insino nel \*moto\* de i gravi se sia \*retto\* o no), come potete voi mai ragionevolmente negare che - Giorn. 1.91
- 20) \SIMP.\... che le materie gravissime, descendano verso il centro con \*moto retto\*, se, lasciate da una altissima torre, le - Giorn. 1.91
- 21) \SIMP.\... non è questo argomento più che evidente, cotal \*moto\* esser \*retto\* e verso il centro? Nel secondo luogo, voi - Giorn. 1.91
- 22) \SALV.\... lasciata per ora questa general considerazione, se il \*moto retto\* sia necessario in natura - Giorn. 1.121
- 23) \SALV.\... impossibile, perché naturale delle parti è il muoversi di \*moto retto\* all'ingiù. - Giorn. 2.100
- 24) \SIMP.\... luogo, mentre dice che naturale delle parti è il \*moto retto\* al centro dell'universo, onde il circolare non gli - Giorn. 2.101
- 25) \SIMP.\... Il \*moto retto\* è naturalissimo delle parti della Terra e gli è eterno - Giorn. 2.107
- 26) \SIMP.\... e gli è eterno, né mai accaderà che di \*moto retto\* non si muovano, intendendo però sempre, rimossi gli - Giorn. 2.107
- 27) \SALV.\... esser impossibile che mobile alcuno si muova eternamente di \*moto retto\*, essendo che il \*moto retto\*, o vogliatelo in su o vogliatelo in giù, - Giorn. 2.118

## La paternità del principio d'inerzia

- 28) \SALV.\... sia eterna, tuttavia, per non essere il \*moto retto\* di sua natura eterno, ma terminatissimo, non può - Giorn. 2.118
- 29) \SALV.\... stimato impossibile, che 'l sasso potesse muoversi di un \*moto\* misto di \*retto\* e di circolare; perché quando e' non avesse avuto - Giorn. 2.147
- 30) \SAGR.\... dall'albero, e sia in oltre vero che questo \*moto\* non arrechi impedimento o ritardamento al \*moto retto\* all'ingiù, naturale alla pietra, è forza che - Giorn. 2.240
- 31) \SALV.\... Ma perché il \*moto retto\* del grave cadente è continuamente accelerato, è forza che - Giorn. 2.305
- 32) \SALV.\... descendente, partendosi dalla quiete, cioè dalla privazione del moto a basso, ed entrando nel \*moto retto\* in giù, è forza che passi per tutti i - Giorn. 2.305
- 33) \SALV.\... cadendo dalla sommità della torre C, venga movendosi del \*moto\* composto del comune circolare e del suo proprio \*retto\*. Imperocché, segnando nella circonferenza C D alcune parti - Giorn. 2.306
- 34) \SALV.\... della torre, che è quello che fa che il \*moto retto\* fatto lungo la torre ci si mostra sempre più e - Giorn. 2.306
- 35) \SAGR.\... e questa è, che stanti queste considerazioni, il \*moto retto\* vadia del tutto a monte e che la natura mai - Giorn. 2.311
- 36) \SIMP.\... Sarà un \*moto retto\* e perpendicolare, essendo la canna drizzata a perpendicolo. - Giorn. 2.360
- 37) \SALV.\... dirittura, non essendo nella linea circolare parte alcuna di \*retto\*. \SIMP.\ Io non intendo che 'l \*moto\* proietto sia a dirittura di tutto il circolare, ma - Giorn. 2.420
- 38) \SALV.\... che non fa angolo nessuno con la linea del \*moto retto\* fatto per la canna. - Giorn. 2.423
- 39) \SALV.\... mentre fu co 'l proiciente, e se da questo \*moto\* circolare deve passar al \*moto retto\*, qual dovrà esser questa linea retta? - Giorn. 2.425
- 40) \SALV.\... il mobile dopo la separazione, nel continuar il suo \*moto retto\*, si va sempre allontanando egualmente dal centro - Giorn. 2.437
- 41) \SALV.\... alcuni altri amici suoi, dimostra come l'accelerazione del \*moto\* retto de i gravi si fa secondo i numeri impari - Giorn. 2.571
- 42) \SALV.\... né ordinate né disordinate, non si muovon di \*moto retto\*, ma di un \*moto\* misto che anco potrebb'esser circolare schietto; - Giorn. 2.675
- 43) \SALV.\... noi resta visibile e osservabile una parte sola di questo \*moto\* misto, cioè la parte del \*retto\*, restandoci l'altra parte del circolare impercettibile, perché - Giorn. 2.675
- 44) \SIMP.\... vista in cosa tanto chiara s'inganna, e quel \*moto\* non è altrimenti \*retto\*, ma misto di \*retto\* e circolare. - Giorn. 2.697
- 45) \SALV.\... tanto in volerci far comprender co 'l senso, questo \*moto\* de i gravi descendentis esser semplice \*retto\* e non di altra sorte, - Giorn. 2.728
- 46) \SALV.\... indizio di credere che a quelli che dicono, tal \*moto\* non esser altrimenti \*retto\*, anzi più tosto circolare, paia di veder sensatamente - Giorn. 2.728
- 47) \SAGR.\... l'occhio semplice non si possa ingannare nel giudicar il \*moto\* retto de' gravi descendentis, e vuol che e' si inganni - Giorn. 2.751
- 48) \SAGR.\... voi che quest'autore mettesse maggior diversità, tra il \*moto\* retto e 'l circolare, o tra il \*moto\* e la quiete? - Giorn. 2.751
- 49) \SIMP.\... quiete sicuramente. E quest'è manifesto; perché il \*moto\* circolare non è contrario al \*retto\* per Aristotile, - Giorn. 2.752
- 50) \SAGR.\... un corpo naturale due principii interni, uno a 'l \*moto retto\* e l'altro al circolare, che due, pur - Giorn. 2.753
- 51) \SIMP.\... tra di loro molto differenti; poiché, oltre al \*moto retto\*, come grave, verso il centro, che non - Giorn. 3.336

Luca Nicotra

52) \SAGR.\... elementari e di celesti, se volete mantenere che 'l \*moto retto\* sia solo de gli elementi, e 'l circolare de' - Giorn. 3.378

25 Occorrenze ne *Il saggiaiore*:

- 1) ... se bene era vero che il \*moto\* per cerchio massimo sempre appariva \*retto\*, non era però necessariamente vero il converso, cioè - 10.2
- 2) ...era però necessariamente vero il converso, cioè che il \*moto\* che apparisse \*retto\* fusse per cerchio massimo, - 10.2
- 3) come venivano ad aver supposto quegli che dall'apparente \*moto retto\* inferivano, la cometa muoversi per cerchio massimo: tra - 10.2
- 4) assai maggior mancamento è stato il lasciar senza considerazione il \*moto retto\*, poi che pur v'era il Keplero che attribuito - 10.4
- 5) manchevole la scusa del Sarsi, perché non solamente il \*moto\* veramente \*retto\* apparisce per linea retta, ma qualunque altro, - 10.5
- 6) nominate stelle." Concludiamo per tanto che dall'apparirci un \*moto retto\* altro non si può concludere salvo che l'esser fatto - 10.6
- 7) cioè il signor Mario, abbia attribuito alla cometa il \*moto retto\*, e poi, tre versi più a basso, - 10.8
- 8) basso, dice non esser bisogno alcuno d'escluder questo \*moto retto\*, il qual era certo e manifesto già mai non - 10.8
- 9) il quale non considerò il potersi ella muover di \*moto retto\*; e s'egli scusa il suo Maestro col dire - 11.2
- 10) trasgredi la legge: dico nell'inferir dall'apparenza del \*moto retto\* la circolazione per cerchio massimo, potendo esser del medesimo - 12.9
- 11) potendo esser del medesimo effetto causa il movimento realmente \*retto\* e qualunque altro \*moto\* fatto nell'istesso piano dove - 12.9
- 12) il Sarsi che noi con risolutezza abbiamo affermato, il \*moto\* della cometa dover necessariamente esser \*retto\* e perpendicolare alla superficie terrestre: - 19.4
- 13) non risolutezza, ma probabilità si è attribuito il \*moto retto\* in su alla medesima materia. E questo sia detto - 20.3
- 14) all'orbe lunare, e quivi poi cangiare il suo \*moto retto\* in circolare? E come fa il Sarsi a sostenere - 23.3
- 15) movendosi la cometa di semplice \*moto retto\*, fusse necessario ch'ella andasse sempre verso il vertice - 28.3
- 16) noi diciamo, che se la cometa si movesse di \*moto retto\*, ci apparirebbe muoversi verso il vertice e zenit, - 28.4
- 17) che dove quello dice, che o bisogna rimuovere il \*moto retto\* attribuito alla cometa, o vero, ritenendolo, aggiungere - 28.4
- 18) tuttavia la verità è, che segnati nel \*moto retto\* perpendicolarmente ascendente molti spazii eguali, i movimenti apparenti, - 31.3
- 19) signor Lottario, che può star benissimo in un istesso \*moto retto\* ed uniforme un'apparente diminuzione e grande e mezzana e - 31.3
- 20) moto apparente, provare, il già più volte nominato \*moto retto\* non competere in verun modo alla cometa (e dico - 31.4
- 21) fa' tu ora concetto e tieni per sicuro che il \*moto retto\* del signor Mario in veruna maniera se gli assesta, - 31.4
- 22) il qual già apertamente ha scritto che un semplice \*moto retto\* non può bastare a soddisfare all'apparente mutazion della cometa - 31.4
- 23) mutazion di luogo che fece la cometa provar che 'l \*moto retto\* del signor Mario non gli poteva competere, perché la - 31.5

## La paternità del principio d'inerzia

24) piccola: e perché la verità è che a questo \*moto retto\* ne possono seguir mutazioni piccole, mediocri ed anco grandissime - 31.5

25) e mezo che poteva importar l'altra dependente dal proprio \*moto retto\*, tuttavia noi rimagniamo assai lontani da quel moto grandissimo che in lei si vide. - 32.2.

## References

1. Bruno Giordano (1584). *Cena de le ceneri*. Anche online: [https://www.liberliber.it/mediateca/libri/b/bruno/cena\\_de\\_le\\_ceneri/pdf/cena\\_d\\_p.pdf](https://www.liberliber.it/mediateca/libri/b/bruno/cena_de_le_ceneri/pdf/cena_d_p.pdf).
2. Caffarelli Vergara Roberto (2006). "Il principio d'inerzia negli ultimi scrilli di Galilei". «*Cronos*», 10, 63-88.
3. Caffarelli Vergara Roberto (2009a). *Galileo Galilei and Motion. A Recontruction of 50 Years of Experiments and Discoveries*, Bologna 2009, (pubblicato insieme da SIFe SPRINGER).
4. Caffarelli Vergara Roberto (2009b). *Prove di Funzionamento della Macchina di Galilei*, in internet all'indirizzo: <http://www.illaboratoriodigalileogalilei.it>, nella pagina "multimedia", aprendo "video1993-2009".
5. Caffarelli Vergara Roberto (2010a), *La Macchina di Galileo Galilei*, <https://www.vergaracaffarelli.it/styled-14/files/2005-la-macchina-di-galileo.pdf>
6. Caffarelli Vergara Roberto (2010b). *La Macchina di Galilei. Gli esperimenti del 7 novembre 2005*, <https://www.illaboratoriodigalileogalilei.it/ProveMacchinaGalilei.pdf>
7. Cohen I. B. (1967). "Newton's attribution of the first two laws of motion to Galileo". In: *Atti del Symposium Internazionale di Storia, Metodologia, Logica e Filosofia della Scienza "Galileo nella Storia e nella Filosofia della Scienza"*, Firenze, pp. XXV- XLIV.
8. Drago Antonino (1997). "La nascita del principio d'inerzia in Cavalieri e Torricelli secondo la matematica elementare di Weyl". In *Atti del XVII Congresso nazionale di storia della fisica e dell'astronomia: Istituto di fisica generale applicata, Milano, Centro Volta, Villa Olmo, Como, 22-25 maggio 1997 / a cura di Pasquale Tucci*.
9. Einstein Albert (1962). *Relativity*, in *The American Peoples Encyclopedia*, New York, Grolier Incorporated, p. 16-360.

10. Espinoza Fernando (2005). "An analysis of the historical development of ideas about motion and its implications for teaching". In «*Physics Education*» 40 (2), p. 141.
11. Favaro Antonio (cur.) (1890-1909). *Le Opere di Galileo Galilei, Edizione Nazionale*, 1890-1909 , Voll. 20. Ristampe: 1929-1939 e 1964-1968. Firenze: Barbera.
12. Klein Etienne (2006). *Sette volte la rivoluzione*. Milano: Raffaello Cortina.
13. Koyré Alexandre (1939). *Études galiléennes* (trad. it. *Studi galileiani*. Torino: Einaudi, 1976).
14. Newton Isaac (1687, 2001). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Londini: Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII. In italiano *Principi di filosofia naturale*. Trad. italiana e riduzione a cura di Federico Enriques e Umberto Forti. Milano: Fabbri editore, 2001.
15. Newton Isaac (1728). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Londini: translated by Andrew Motte.
16. Nicotra Luca (2022). "The authorship of the Principle of Inertia". Parte I. «*Science & Philosophy*» Vol. 10 (1) pp. 81-110.
17. Panofsky Erwin (1956). "Galileo es a critic of the arts: aesthetic attitude and scientific thought", in «*Isis*», XLVII, 1956, pp. 3-15.
18. Rossi Paolo (2006). "Galileo Galilei". In *Storia della scienza* (a cura di P. Rossi). Roma: Gruppo Editoriale L'Espresso, , vol. 1°.