Società Italiana di Storia delle Matematiche - APS

"Lo sviluppo storico è un lavoro attivo di secoli":
la storia della matematica entra in classe
Ciclo di seminari a.a. 2024-2025)

Meccanica terrestre e meccanica celeste: fonti per un percorso interdisciplinare

Maria Teresa Borgato

16 ottobre 2024

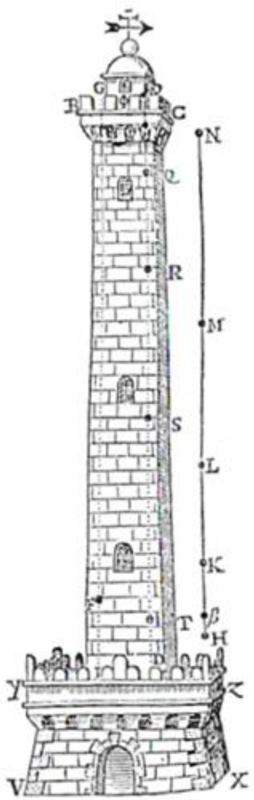
Introduzione

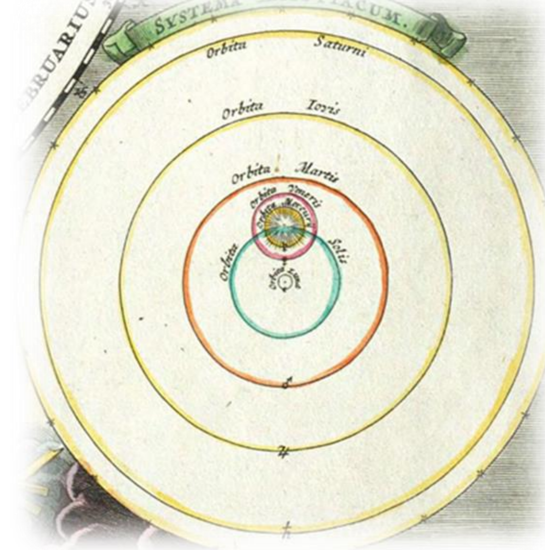
Meccanica terrestre e meccanica celeste: in questo percorso ho messo insieme due ambiti che ora sono unificati da leggi fisiche universali ma che per lungo tempo sono stati separati. Perfetto, eterno incorruttibile quello dei cieli, regolato da movimenti circolari e uniformi, irregolare, imprevedibile, corruttibile e imperfetto quello della Terra.

Abbiamo appreso leggi fisiche universali che regolano il moto dei corpi sulla Terra come nei cieli. Sappiamo bene della rivoluzione copernicana, le leggi di Keplero e la gravitazione universale di Newton. Ma ancor prima di individuare queste leggi fondamentali bisognava superare la divisione tra i fenomeni che si verificano sulla superficie terrestre da quelli osservabili nei cieli: il moto dei pianeti e le posizioni delle stelle "fisse".

Il tema è diviso in due parti, che possono essere svolte anche autonomamente, e si presta ad adattarsi al livello scolare. Ha diversi obiettivi. Oltre al tema generale di questi seminari, che come dice il titolo, intendono portare la storia della matematica in classe, si vuole suggerire un percorso ispirato alle fonti originali, con citazioni dirette delle opere, ma anche indicare risorse accessibili in rete. È anche un percorso interdisciplinare, in quanto coinvolge temi di filosofia del pensiero scientifico, concetti e leggi della fisica, e software di geometria dinamica.

1. Storia della matematica in classe
2. Ricorso alle fonti originali
3. Interdisciplinare (storia del pensiero scientifico, fisica, lingua, geometria dinamica)
4. Applicazioni della matematica
5. Temi originali suggeriti dalla ricerca storica recente





Introduzione

La legge di caduta libera di Galileo

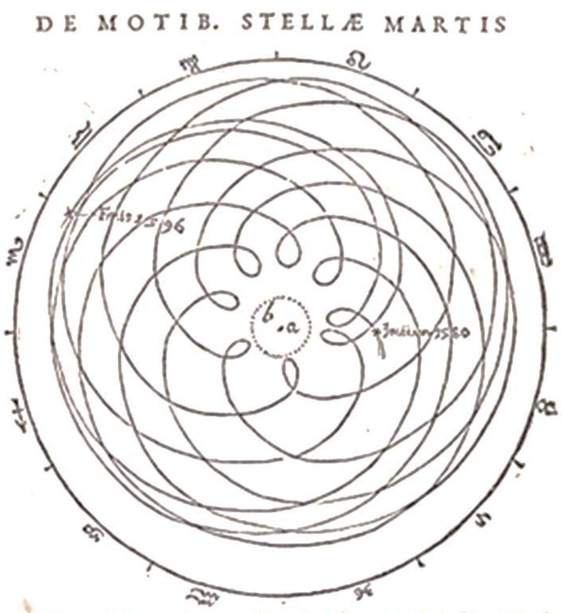
- Due enunciati equivalenti
- Il dibattito
- Esperimenti di misura

I sistemi del mondo pre-newtoniani

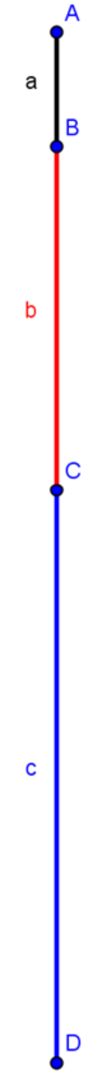
- Descrizioni e modelli dall'*Almagestum Novum*
- Traiettorie planetarie
- Epicicloidi e epitrocoidi con GeoGebra
- Moti retrogradi apparenti

Conclusioni

Bibliografia e sitografia



La legge della caduta libera di Galileo



Siamo abituati a rappresentare la legge galileiana della caduta come un unico risultato, riassunto in una formula che descrive un moto verticale, in cui lo spazio percorso cresce proporzionalmente al quadrato del tempo, e la costante di proporzionalità è la stessa per tutti i corpi, corrispondente alla metà dell'accelerazione di gravità. Ciascuna di queste ipotesi, tuttavia, ha registrato opinioni e posizioni diverse ed è stata oggetto di dibattito e sperimentazione

La legge del moto uniformemente accelerato, lo spazio proporzionale al quadrato del tempo così come la legge dei numeri dispari, che ne consegue, si trovano in una lettera di Galileo a Paolo Sarpi del 16 ottobre 1604:

"*gli spazi passati dal moto naturale esser in proporzione doppia de' i tempi et per conseguenza gli spazi passati in tempi uguali esser come i numeri impari ab unitate*".

(Galilei, Opere, X, p. 115).

Equivalenza dei due enunciati

Un semplice esercizio in classe, partendo dalla citazione diretta di Galileo, potrebbe essere confrontare le due forme della legge di Galileo, ovvero la *Legge del Tempo al Quadrato* e la *Legge dei Numeri Dispari*, e provare a dimostrarne l'equivalenza, utilizzando il calcolo infinitesimale, o anche le proprietà dei numeri quadrati e il principio di induzione.

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \quad \Leftrightarrow \quad s(t+1) - s(t) = \frac{1}{2} g\,(2t+1)$$

$\Longrightarrow)$ Banale

$\Longleftarrow)$

$$s(0) = 0, \quad s(1) = \tfrac{1}{2} g\,,$$

$$s(2) = \tfrac{1}{2} g\,(3+1) = \tfrac{1}{2} 4\,g\,,$$

$$s(3) = \frac{1}{2} g\,(5+4) = \frac{1}{2} 9\,g\,, \cdots$$

$$s(t) = \tfrac{1}{2} g\,(2t-1) + s(t-1) = \tfrac{1}{2} g\,(1+3+5+\cdots+2t-1) = \tfrac{1}{2} g t^2$$

Per gli studenti che possiedono il calcolo differenziale e integrale:

$$s(t+1) - s(t) = \int_t^{t+1} ds = \frac{1}{2} g\ (2t+1)$$

$$\int_t^{t+1} g\ t\ dt = \frac{1}{2} g\ \lfloor t^2 \rfloor_t^{t+1} = \frac{1}{2} g\ (2t+1)$$

pertanto:

$$s(t+1) - s(t) = \frac{1}{2} g\ (2t+1) \iff s(t) = \frac{1}{2} g\ t^2$$

Le leggi riguardanti la caduta dei corpi e il moto accelerato, come le conosciamo, sono il risultato di un'evoluzione che, a partire dalla tradizione aristotelica, lo stesso Galileo ha percorso, a partire dalle sue prime indagini negli anni 1590, seguite dall'elaborazione del manoscritto ***De motu antiquiora***, per poi essere ulteriormente sviluppate, portando a ulteriori considerazioni nel ***Dialogo*** e infine nei ***Discorsi***, dove la Terza Giornata, dedicata al moto locale, contiene dimostrazioni più numerose e precise.

Il dibattito sulla legge di caduta libera

Le questioni sollevate dalla legge di Galileo in relazione alla filosofia scolastica sono molteplici e di diversa natura, da considerare separatamente:

- la *non uniformità* (difformità) della caduta e la distinzione tra levità e gravità
- L'espressione della *legge del moto uniformemente accelerato* ('uniformiter diformiter') dei corpi pesanti, ovvero la *Legge del Tempo al Quadrato*, e la corrispondente *Legge dei Numeri Dispari*
- la *velocità indipendente dal peso* e la *caduta simultanea* (nel vuoto o nell'aria)
- la *costante di proporzionalità*, ossia il rapporto tra la distanza percorsa e il quadrato del tempo
- la *traiettoria* di un corpo in caduta libera nello *spazio 'assoluto'*

Un approfondimento di queste tematiche richiederebbe il contributo dell'insegnante di filosofia. Ne accenniamo brevemente in relazione all'insegnamento della filosofia naturale nei collegi dei Gesuiti, dove era stata avviata una revisione delle tesi aristoteliche per adattarle alle nuove scoperte scientifiche.

‘Levitas’ e ‘gravitas’

Nella dinamica aristotelica, i moti, divisi in naturali e violenti, richiedevano sempre una causa motrice (o forza). Inoltre, la forza era concepita solo come interna ai corpi o in diretto contatto con essi, e la velocità era una qualità del corpo in movimento. Vi era una relazione di proporzionalità diretta tra velocità e forza, mentre la velocità era inversamente proporzionale alla densità del mezzo. In particolare, l'impossibilità del vuoto derivava da questo presupposto, poiché in un mezzo sempre più rarefatto la velocità sarebbe cresciuta fino a diventare infinita nel vuoto, e lo stesso corpo avrebbe potuto occupare posizioni diverse contemporaneamente.

La gravità era una forza interna nei corpi pesanti che li faceva scendere naturalmente verso il centro della Terra. Allo stesso tempo, esisteva la qualità opposta, la "levità", che faceva salire i corpi leggeri (come il fumo e il fuoco). Nella caduta dei corpi pesanti, corpi simili di peso e dimensioni uguali sarebbero caduti nello stesso mezzo in tempi uguali, mentre corpi di forme o pesi diversi sarebbero caduti in tempi diversi, i più pesanti in un tempo minore.

Per questa parte si può fare riferimento a (Pedersen, 1993) oppure agli articoli della Enciclopedia Treccani disponibili anche online, ad es. “Il tempo, la creazione, lo spazio e il moto nel VI secolo: Simplicio e Filopono” di Antonio Clericuzio.

La teoria dell'impeto

Sin dai tempi antichi, la dinamica aristotelica era stata oggetto di critiche per le sue evidenti contraddizioni. Giovanni Filopono (ca. 490 – ca. 570) ipotizzò che l'oggetto, inizialmente mosso da una forza esterna, fosse infuso di un certo impeto, cioè una forza interna, capace di muovere il corpo nella traiettoria inizialmente assegnata, verso il basso, lateralmente o in cerchio. L'impeto era proporzionale al peso del corpo e anche alla sua velocità. Nel XIV secolo, la teoria dell'impeto trovò autorevoli sostenitori tra i filosofi dell'Università di Parigi e fu particolarmente sviluppata da Giovanni Buridano (ca. 1300 – ca. 1358).

L'impeto produce il moto ma è prodotto dal moto a sua volta, crescendo in relazione alla velocità: nei corpi in caduta, gli aumenti di impeto si sommano alla gravità in ogni intervallo di tempo, determinando aumenti di velocità e quindi un'accelerazione. La teoria dell'impeto permise di spiegare il moto dei proiettili, che continua anche dopo che il contatto è cessato, e anche di spiegare l'accelerazione dei corpi in caduta, poiché aumenti progressivi di impeto si sommano all'azione della gravità.

Nel contesto più avanzato dei Gesuiti, la fisica aristotelica fu accettata con le modifiche della teoria tardomedievale dell'impeto. Tuttavia, le posizioni all'interno della Compagnia di Gesù variavano.

Legame tra urto e velocità

L'uniformità del moto di caduta libera contrastava con l'esperienza, che dimostrava che l'intensità dell'impatto di un corpo al suolo aumentava con l'altezza. La teoria dell'impeto collegava l'impatto alla velocità e forniva una giustificazione per l'aumento della velocità, aggiungendo l'azione progressiva dell'impeto alla forza di gravità. Tuttavia, il legame tra forza e velocità rimaneva, per cui si poneva anche il problema se quest'ultima fosse zero o meno nell'istante iniziale (in cui la gravità stava già agendo). Anche su questi temi le opinioni erano divise.

Indipendenza della velocità dal peso e simultaneità della caduta

Giovanni Battista Benedetti (1530–1590) aveva affermato che i corpi della stessa materia cadono, nel vuoto, alla stessa velocità, e che questa velocità nei corpi composti da materia diversa è proporzionale ai loro pesi specifici assoluti, cioè alle loro densità. In un mezzo, il peso assoluto veniva sostituito dal peso relativo, differenza tra il peso e la resistenza del mezzo.

Galileo Galilei e Giovanni Battista Baliani (1582–1666) sostennero che tutti i corpi, di peso e natura diversa, cadono alla stessa velocità nel vuoto.

La legge del moto uniformemente accelerato

La teoria galileiana non era l'unica proposta; Cartesio discusse la possibilità che gli spazi fossero in proporzione con i cubi e non con i quadrati dei tempi, e persino nel 1646, modificando la legge del moto naturalmente accelerato enunciata nella prima edizione del suo *De motu* (1638), Baliani ipotizzò che gli spazi percorsi in tempi uguali crescessero come numeri naturali ("ut numeri") e non come numeri dispari ("ut numeri impares").

Questa tesi fu sostenuta anche dal gesuita Nicolò Cabeo, che credeva di averne dato una dimostrazione, nella quale tuttavia confuse i concetti di velocità istantanea e velocità media (Borgato 2002c, 2014).

Una verifica sperimentale diretta della legge di caduta dei corpi non era facile, soprattutto a causa della difficoltà di misurare brevi intervalli di tempo, poiché non esistevano orologi sufficientemente precisi. Per rallentare la discesa e rendere il fenomeno osservabile, Galileo sostituì la caduta libera con la caduta lungo un piano inclinato, e le sue esperienze sono descritte nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (1638).

L'esperienza «delle cento braccia»

Galileo non aveva fornito dati sull'inclinazione dei piani e sui tempi di caduta, e precedentemente, in un famoso passaggio del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632), aveva dato un valore discutibile per il tempo di caduta libera. Vale a dire, aveva affermato che *una palla di ferro da cento libbre sarebbe caduta da un'altezza di cento braccia in 5 secondi*.

Gli studenti potrebbero essere invitati a leggere l'intero passaggio per ottenere la misura dell'altezza della caduta e confrontarla con quella risultante dalla legge attuale del moto accelerato.

Poiché Galileo successivamente scrive che il semidiametro della Terra è equivalente a "3500 miglia di braccia 3000 l'uno", se assumiamo che il semidiametro della Terra sia pari a 6371000 m, otteniamo un'altezza di 60,7 m per un tempo di caduta di 5 secondi.

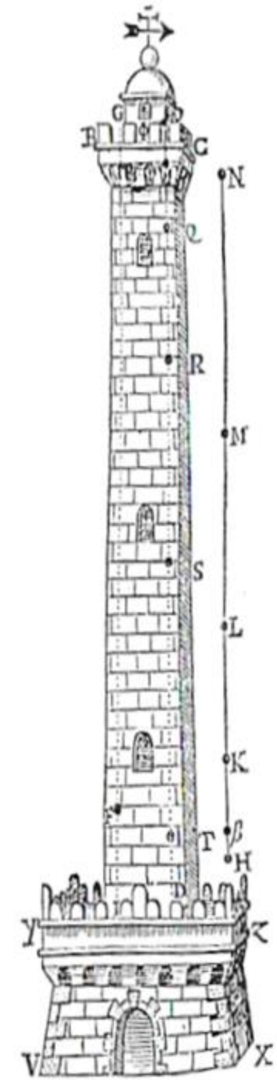
Dalla formula otteniamo invece: $t = \sqrt{(2h/g)} \cong 3{,}5\ sec.$

Galilei, Opere, VII, p. 250: "una palla di ferro di cento libbre, la quale per replicate esperienze scende dall'altezza di cento braccia in cinque minuti secondi d'ora".
https://it.wikisource.org/wiki/Pagina:Le_opere_di_Galileo_Galilei_VII.djvu/258

Ulteriori approfondimenti

Altri percorsi si possono costruire, ad esempio analizzando la *prima prova sperimentale diretta* della legge galileiana della caduta libera ideata e condotta, con l’aiuto di molti collaboratori, nella torre degli Asinelli di Bologna negli anni Cinquanta del Seicento.

Ordo experimentorum	Vibrationes Simplices Perpendiculi alti vnciam 1 $\frac{15}{100}$.	Tempus primi Mobilis reſpondens Vibrationibus.		Numeri Quadrati Vibrationum.	Spatia cōfecta à Globo argillaceo Vnciarū 8. in fine temporū.	Spatia ſeorſim confecta ſingulis temporibus.	Proportio Incrementi Velocitatis Grauium in Aëre noſtrate.
	Vibr. Simpl.	Secūda	Tertia	Quadrata	Pedes Romani	Pedes Romani	Numeri minimi
I.	5	0″	50‴	25	10	10	1
	10	1	40	100	40	30	3
	15	2	30	225	90	50	5
	20	3	20	400	160	70	7
	25	4	10	625	250	90	9
II.	6	1	0	36	15	15	1
	12	2	0	144	60	45	3
	18	3	0	324	135	75	5
	24	4	0	576	240	105	7
	26	4	20	676	280	40	8 $\frac{1}{8}$
III.	6 $\frac{1}{2}$	1	5	42	18	18	1
	13 0	2	10	169	72	54	3
	19 $\frac{1}{2}$	3	15	381	162	90	5
	26 0	4	20	676	280	118	6 $\frac{7}{18}$



AN, II, 9, p. 385, 387:

2. I sistemi del mondo pre-newtoniani

L’opera di Riccioli ci porta ad un altro tema oggetto di questo seminario, alla meccanica celeste e ai sistemi cosmologici prima dell'affermazione definitiva del sistema copernicano secondo le leggi di Keplero.

Giovanni Battista Riccioli fu un famoso astronomo del suo tempo, attualmente oggetto di una sorta di rinnovata celebrità grazie ai numerosi volumi e articoli a lui dedicati. Uno dei suoi meriti fu la prima prova sperimentale diretta della legge di caduta libera di Galileo, eseguita da Riccioli con l'aiuto di molti membri della sua confraternita tra il 1640 e il 1650, attraverso vari lanci di sfere pesanti da chiese e edifici di Bologna, e in particolare dalla Torre degli Asinelli.

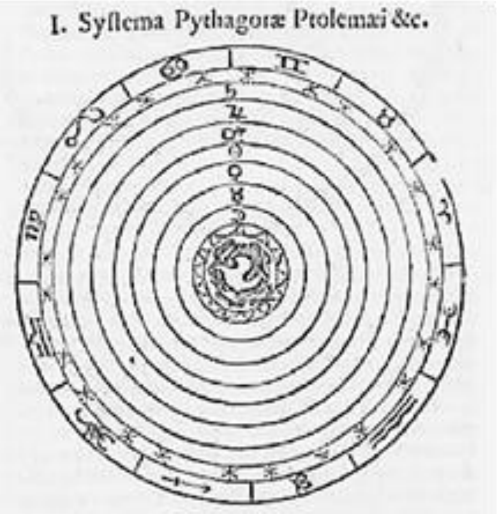
Nella sua opera principale, *Almagestum Novum*, due grandi volumi in folio, Riccioli confronta i vari sistemi astronomici del mondo proposti dall'antichità fino ai suoi giorni e discute tutte le prove a favore o contro i moti della Terra.

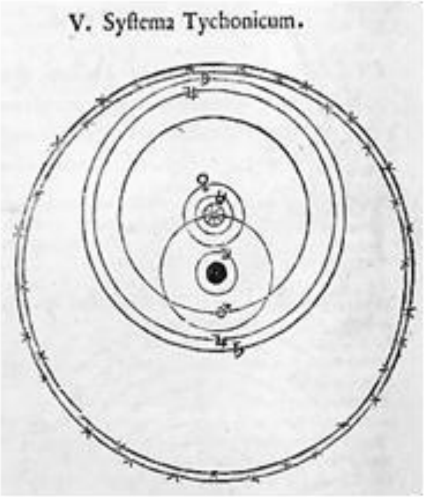
L'obiettivo di Riccioli è rappresentato nell'ormai celeberrima e spesso riprodotta antiporta dell'*Almagestum Novum* (1651)

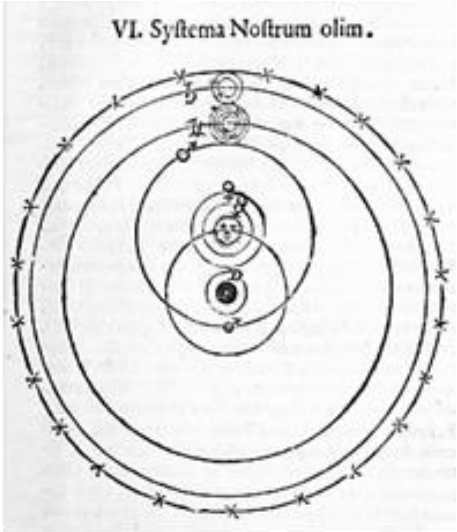
Almagestum Novum vol. 1
Ammagestum Novum vol. 2

Due personaggi si confrontano: Astraea, che rappresenta l'astronomia teorica, e Argo Panoptes, il gigante dai cento occhi della mitologia greca, che rappresenta l'astronomia osservativa. Al centro si trova una bilancia in cui si oppongono il sistema eliocentrico copernicano e un sistema geo-eliocentrico (una variante del sistema ticonico). La bilancia pende a favore di quest'ultimo: il Sole, Giove e Saturno ruotano intorno alla Terra, mentre Mercurio, Venere e Marte orbitano intorno al Sole. Il sistema tolemaico giace a terra, abbandonato.

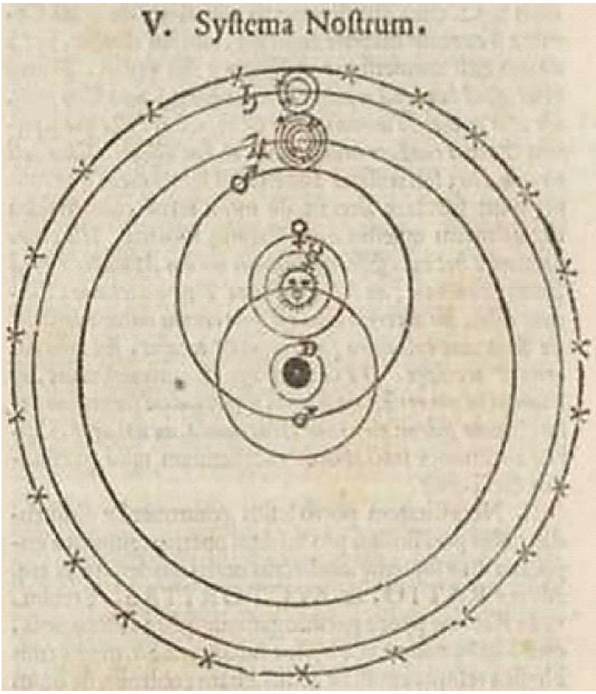
Le rappresentazioni dei vari sistemi cosmologici a confronto possono essere il punto di partenza per introdurre gli studenti alle diverse ipotesi che si sono succedute: il sistema tolemaico, il sistema capelliano, il sistema ticonico, il sistema riccioliano e altri. Le figure sono prese dall'*Almagestum Novum* vol. 2





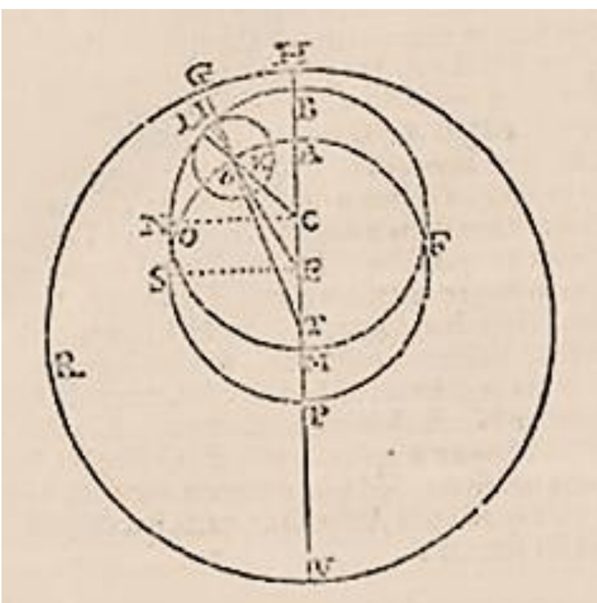


In questi sistemi, le orbite planetarie che spiegavano i moti apparenti dei corpi celesti rispetto alla Terra venivano ottenute componendo diversi moti circolari secondo un complesso sistema di epicicli, deferenti, eccentrici ed equanti. che possono essere spiegati agli studenti attraverso figure e poi ricostruiti nei casi più semplici utilizzando il software GeoGebra (epicicloidi, epitrocoidi).

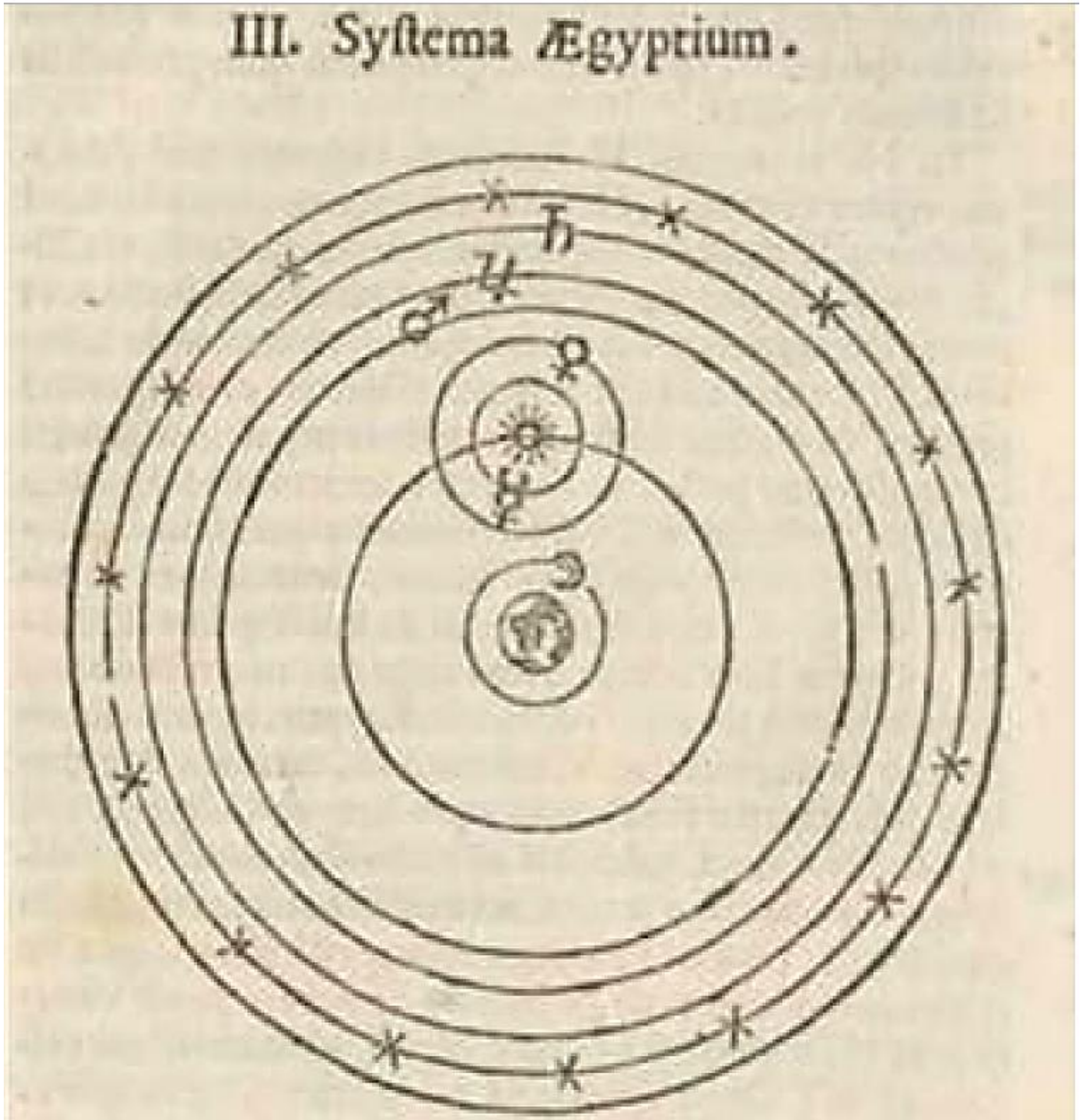


☉	☿	♀	☽
Sole	Mercurio	Venere	Luna
⊕	♂	♃	♄
Terra	Marte	Giove	Saturno

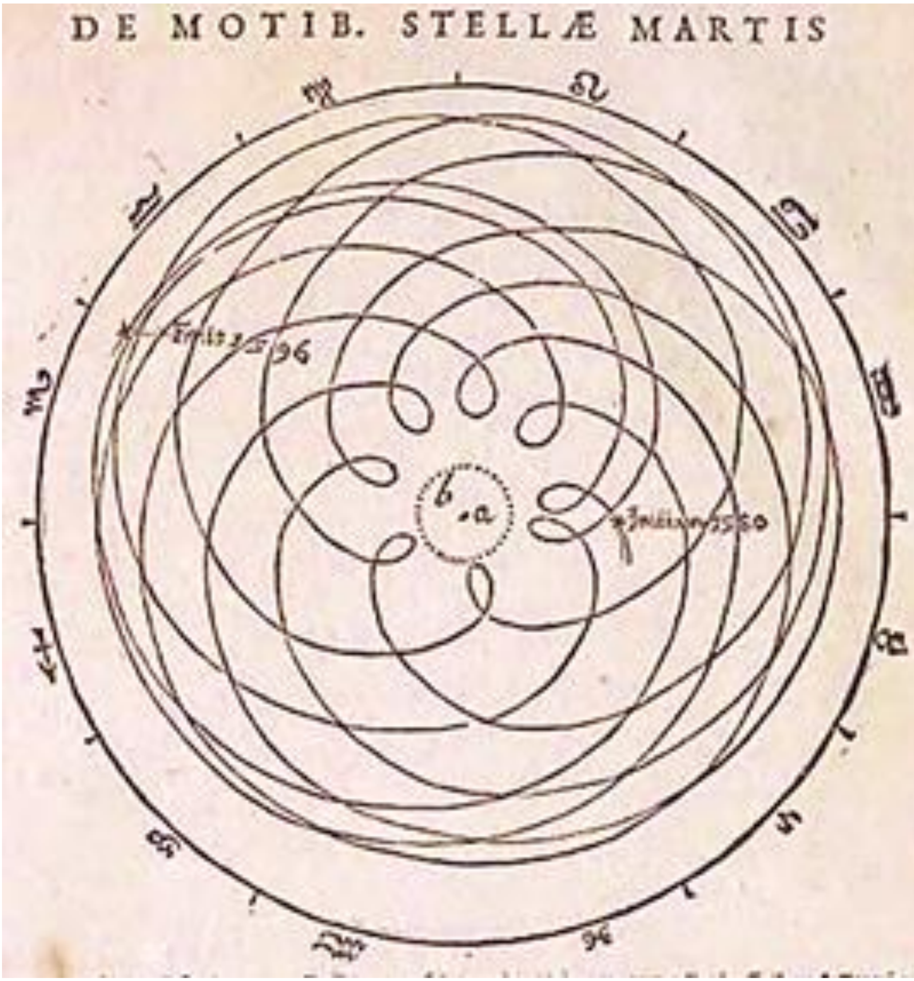
(AN II, l. IX, s. III, c. IX, p. 288)



T	il centro della Terra
AOPF	l’eccentrico (deferente)
LK	l’epiciclo
C	l’equante
HRV	l’eclittica
HV	la linea degli apsidi



Sistema del Mondo dell’antico Egitto
(AN II, l. IX, s. III, c. IV, p. 283)

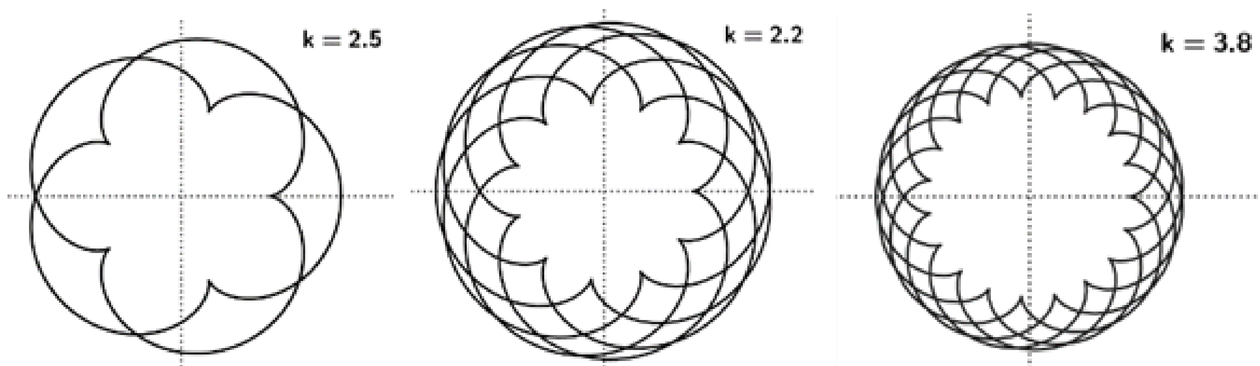


La complicata e aperiodica traiettoria di Marte sul piano dell'eclittica, tracciata da Keplero partendo dalle osservazioni di Tycho Brahe, per il modello in cui la Terra è ferma e al centro dell'universo:

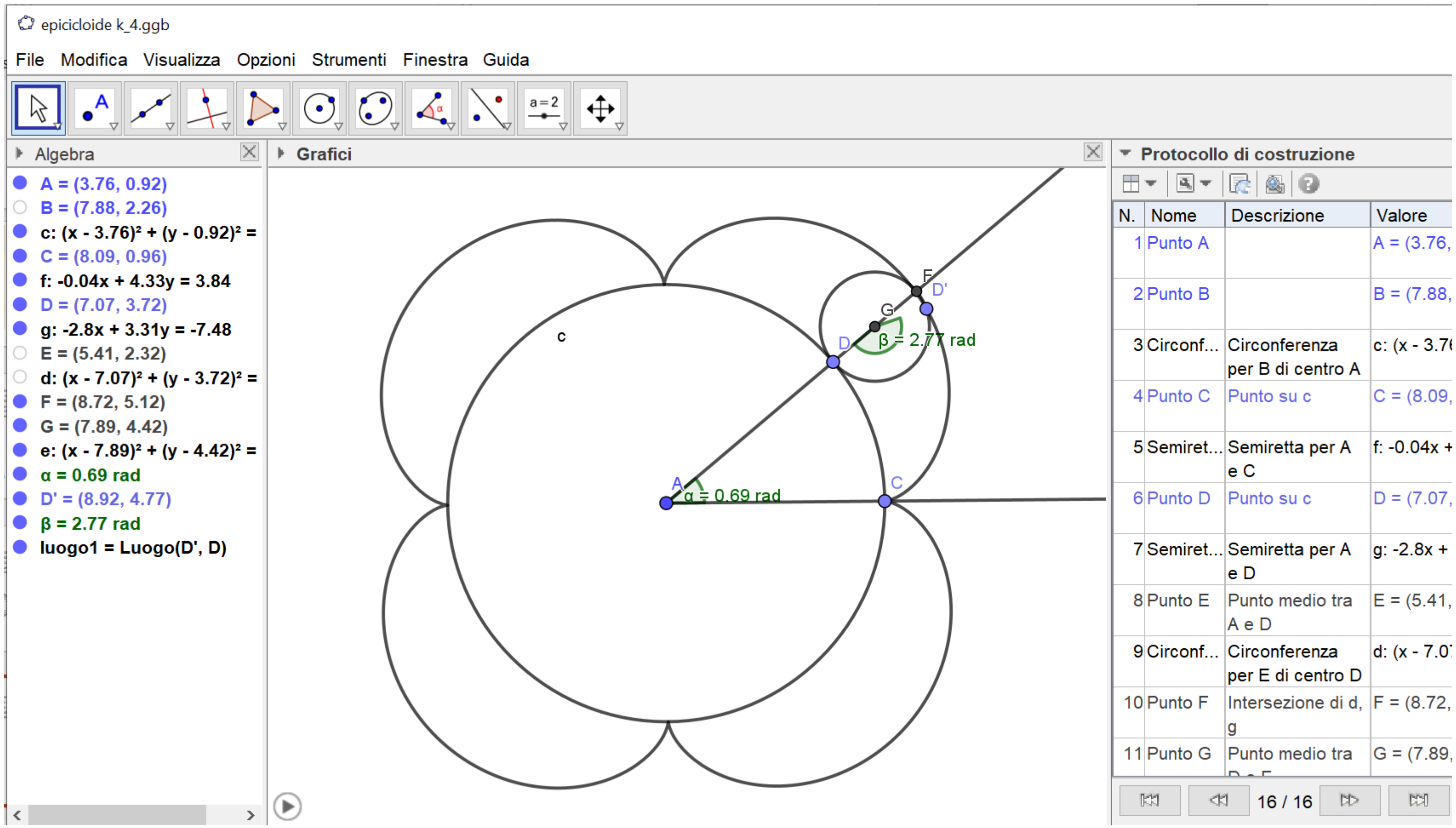
Johannes Kepler, *Astronomia Nova* [Heidelberg : Voegelinus] 1609. p. 4.
http://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/162514
De Motibus Stellae Martis Commentarii. Pars prima, Caput I, p. 4

Epicicloidi e epitrocoidi

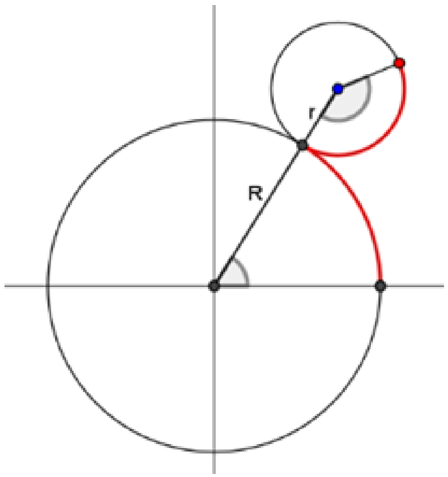
L'epicicloide è la traiettoria di un punto su una circonferenza che rotola all'esterno di un'altra circonferenza (la *base*). La circonferenza rotolante potrebbe rappresentare l'epiciclo, mentre il deferente sarebbe la traiettoria circolare del centro dell'epiciclo. Se il rapporto *k* tra i raggi delle due circonferenze è razionale, la curva è chiusa (la traiettoria è *periodica*). Altrimenti, la curva è aperta (*aperiodica*).



La composizione dei due moti circolari, del punto sull'epiciclo e del centro dell'epiciclo, può essere ricostruita con figure interattive di GeoGebra di difficoltà progressiva, partendo da casi particolari di epicicloidi con un rapporto fisso tra i raggi, iniziando dai casi più semplici in cui il rapporto è intero (cardioide, nefroide, trifoglioide, quadrifoglioide, ecc.), per poi introdurre cursori (*slider*) appropriati che permettano di variare questo rapporto. (epicicloide k_4.ggb – collegamento)



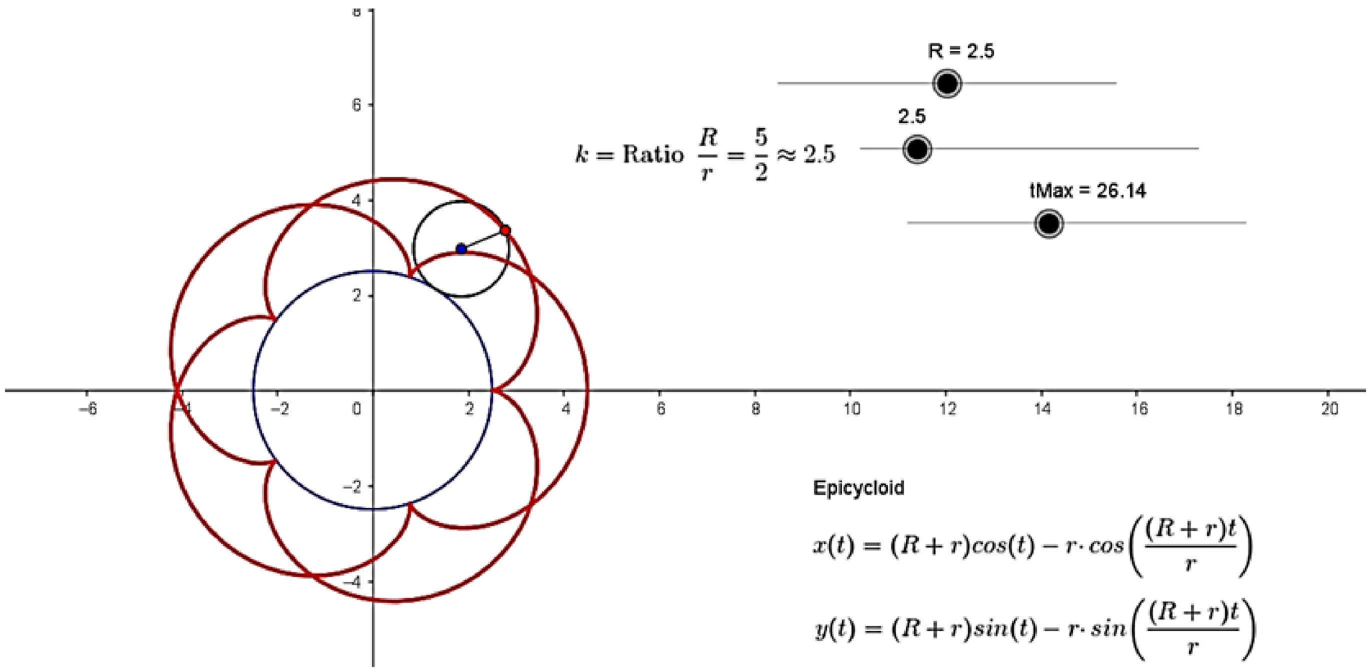
Per costruire queste figure bisogna tener conto che l'arco descritto sulla base dal punto di contatto delle due circonferenze è lo stesso di quello descritto dal punto mobile sull'epiciclo.
Mediante GeoGebra, che non ha lo strumento del *trasporto di misura*, come Cabri, ma ha tuttavia il potente strumento algebrico, conviene utilizzare l'equazione parametrica della epicicloide disponibile in rete, ma facilmente ricavabile da considerazioni trigonometriche. La ricerca di questa rappresentazione parametrica può essere un compito assegnato agli studenti.



$$x(t) = (R+r)\,cos(t) - r \cdot cos\left(\frac{(R+r)}{r} \cdot t\right)$$

$$y(t) = (R+r)\,sin(t) - r \cdot sin\left(\frac{(R+r)}{r} \cdot t\right)$$

Nella figura seguente, un cursore varia il raggio *R* della base, mentre l'altro regola il rapporto $k = R/r$. In alternativa, si potrebbero variare i due raggi e poi definire il loro rapporto. Un altro cursore genera il moto composto e la sua traiettoria, partendo dalle equazioni parametriche dell'epicicloide.
Otteniamo la figura interattiva 6, dove abbiamo fissato un numero massimo di 10 rivoluzioni del centro dell'epiciclo ($tMax\ =\ 20\pi$).



[epicycloid.ggb - collegamento]

Dopo aver osservato le modificazioni delle traiettorie variando gli slider *k* e *tMax,* ii può chiedere agli studenti:

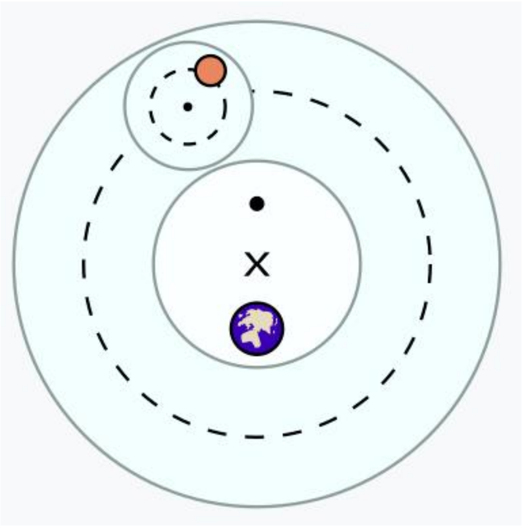
- qual è il numero minimo di rivoluzioni complete che il centro dell'epiciclo deve percorrere affinché la traiettoria si chiuda (cioè il punto mobile ritorni alla posizione di partenza):

  dopo p rivoluzioni complete se $k = p/q$, dove p e q sono coprimi.

- qual è il rapporto tra le velocità angolari dei due moti circolari uniformi (del punto sull'epiciclo e del centro dell'epiciclo):

  è uguale al rapporto inverso tra i raggi dell'epiciclo e della sua base, quindi R/r

Fin dai tempi di Tolomeo, si era osservato che il moto sull'epiciclo non era uniforme e, per preservare il principio del moto circolare uniforme dei corpi celesti, era stato introdotto l'*equante*, cioè un punto rispetto al quale il pianeta si muoveva con velocità angolare costante. L'equante era situato in una posizione simmetrica del centro della Terra rispetto al centro del deferente.



Il sistema deferente-epiciclo poteva anche spiegare il fenomeno dei moti retrogradi apparenti dei pianeti, che sembrano invertire direzione quando osservati dalla Terra sono proiettati sulla fascia zodiacale della sfera celeste.

Nel sistema eliocentrico, questi fenomeni si verificano quando un pianeta interno supera la Terra durante una congiunzione inferiore o quando la Terra supera un pianeta esterno durante un'opposizione. Ciò è dovuto alla diversa velocità angolare delle orbite della Terra e del pianeta intorno al Sole ed è particolarmente evidente nel caso di Marte.

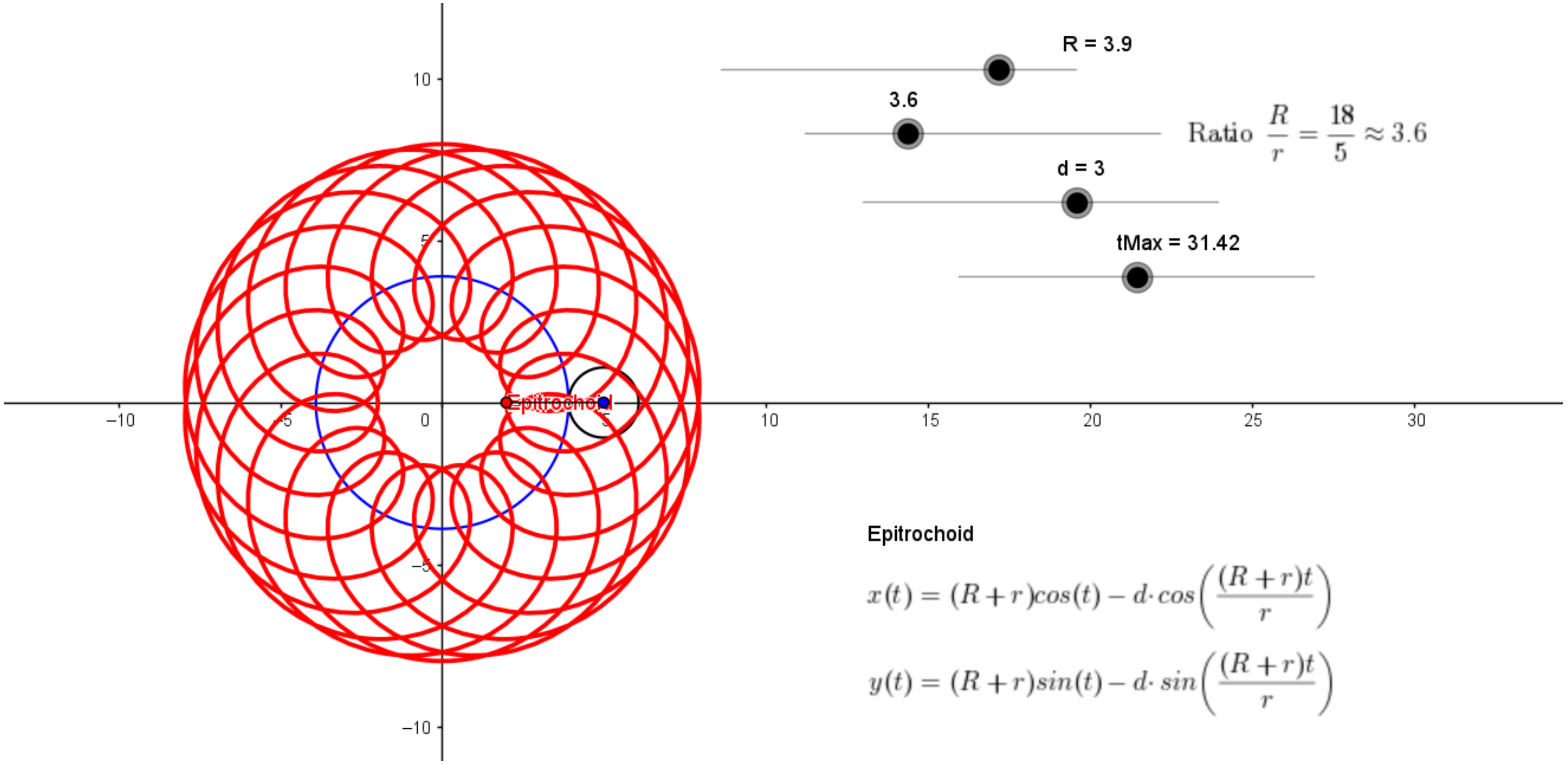
https://it.wikipedia.org/wiki/File:Apparent_retrograde_motion_of_Mars_in_2003.gif

https://it.wikipedia.org/wiki/File:RetrogadationExterieur.ogv

https://it.wikipedia.org/wiki/File:RetrogadationInterieur.ogv

Per ottenere un moto retrogrado nel sistema epiciclo-deferente con GeoGebra, la velocità del punto mobile aumenterà tracciando un *epitrocoide*, cioè una curva generata da un punto su un raggio rotante, a una distanza d dal centro di una circonferenza di raggio r che rotola su un'altra circonferenza di raggio R, nel caso in cui $d > r$.

L'equazione dell'epitrocoide è una semplice generalizzazione di quella dell'epicicloide: modificando solo l'equazione della curva nel protocollo di costruzione dell'epicicloide, si ottiene una buona rappresentazione. Anche in questo caso, poiché i rapporti tra i raggi sono razionali, le curve ottenute sono periodiche e le velocità di rotazione uniformi .

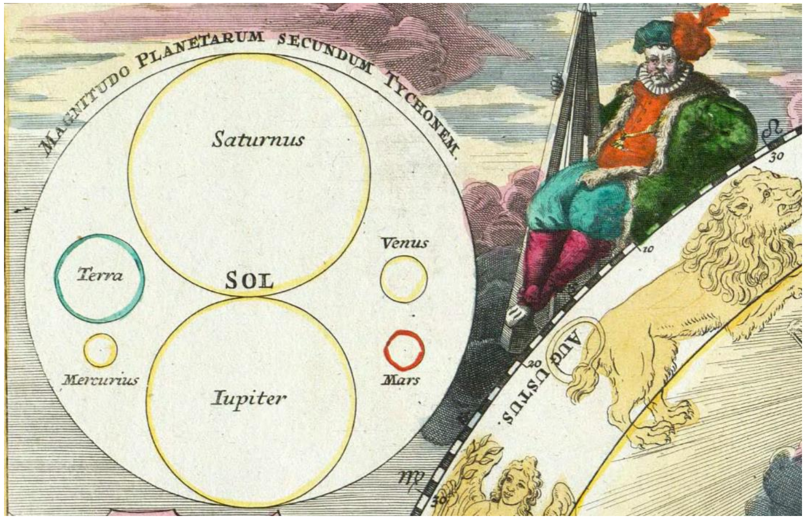


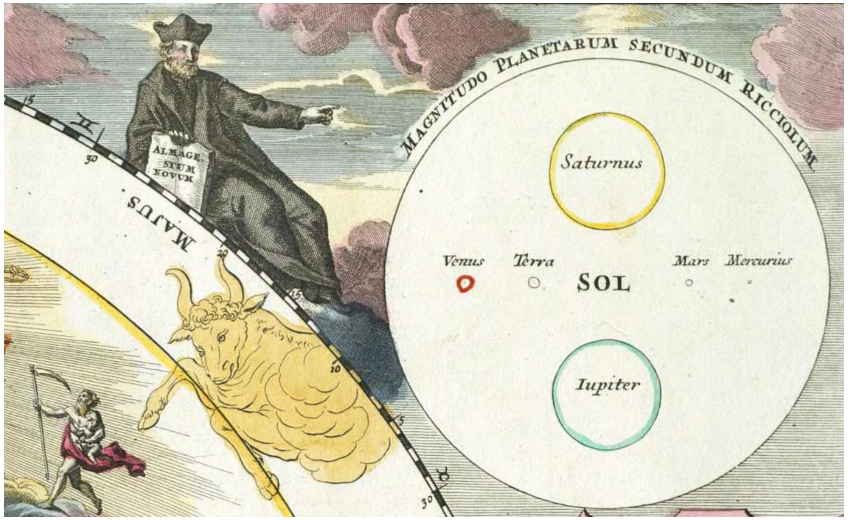
Doppelmayr, Johann Gabriel (1671-1750). *Atlas coelestis in quo mundus spectabilis*. Nuremberg: Homann's Heirs, 1742, tab. 3

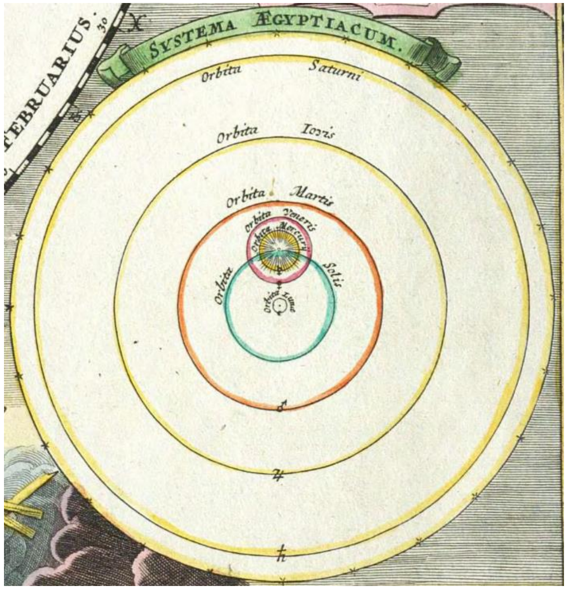
SYSTEMA MUNDI TYCHONICUM Secundum celeberrimorum Astronomorum TYCHONIS DE BRAHE et IO. BAPTISTAE RICCIOLI S.I. Hypotheses concinnatum –

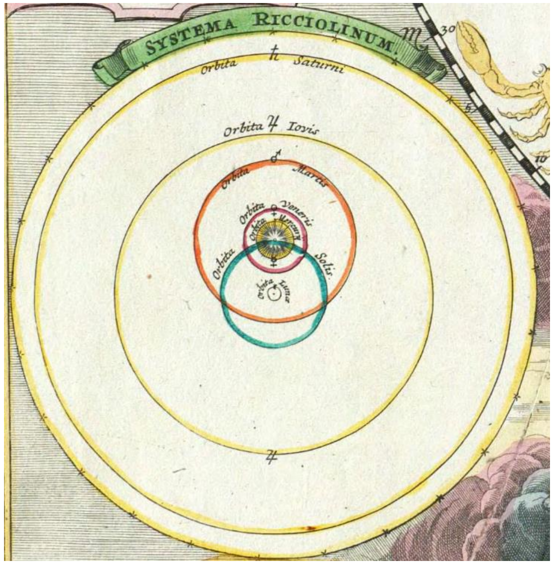
Table published for the first time in *Atlas von hundert Charten* by Homann (1712) and reprinted in his *Grossen Atlas* (1716).

Doppelmayr, *Atlas coelestis*, 1742, tab. 3: dettagli

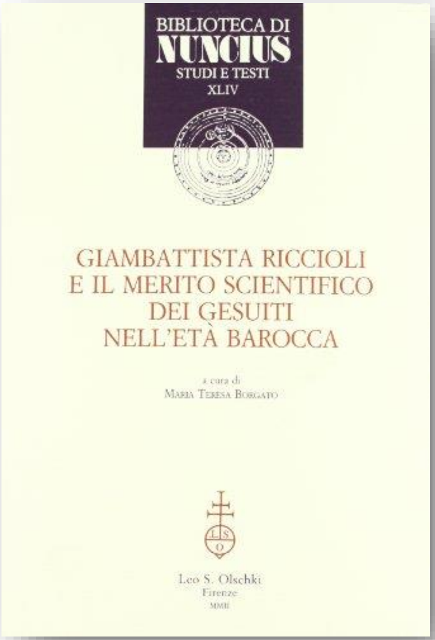




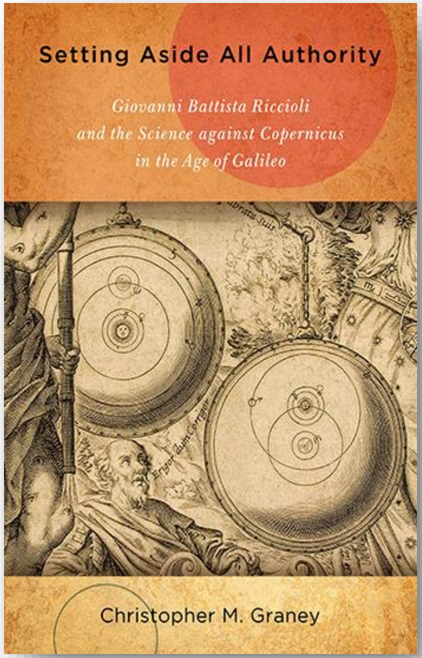




Libri recenti sull'opera di Riccioli e il suo tempo



Un volume dedicato alle scoperte scientifiche e all'opera complessiva di Riccioli (astronomia, geodesia, geografia ecc.) e, più in generale, al merito scientifico dei gesuiti nel XVII secolo, è stato pubblicato in occasione del quarto centenario della sua nascita (2002)



Un libro sull'opera fisico-astronomica di Riccioli (2015)

Un libro sulle concezioni di Riccioli in filosofia naturale (2018)

Altri articoli su Riccioli

GIORNALE DI FISICA VOL. LV, N. 4 Ottobre-Dicembre 2014

Gli esperimenti di Giambattista Riccioli sulla caduta libera
e il pendolo

Maria Teresa Borgato

ATTIDELL’ACCADEMIADELLESCIENZE DI FERRARAVOL.92 (2014-2015)

Galileo, i Gesuiti e la caduta dei gravi

Maria Teresa Borgato

GIORNALE DI ASTRONOMIA n. 3, *2016,* 46-51

Giovan Battista Riccioli, infaticabile astronomo,
e la censura romana

Ivana Gambaro

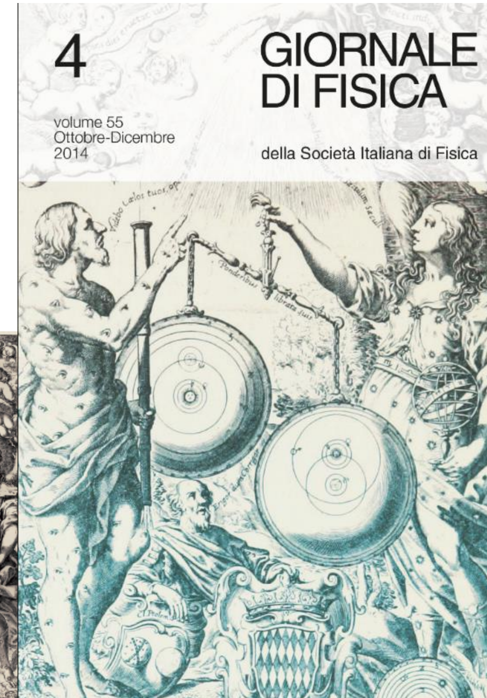


Fig. 3. Incisione di Francesco Curti per l'Antiporta dell'*Almagestum Novum astronomiam veterem novamque complectens* di G. B. Riccioli (Bononiae, 1651) [Biblioteca del Dipartimento di Fisica e Astronomia, Alma Mater Studiorum Università di Bologna]

Resta comunque il fatto che la libertà di ricerca di cui godono gli scienziati religiosi attivi in Italia nel corso del XVII secolo va via via diminuendo. Dagli anni Quaranta del Seicento il controllo inizierà a estendersi anche su un'altra forma di espressione intellettuale, di più complessa gestione. Accanto alle *censurae librorum* diventano sempre più frequenti le *censurae opinionum*. Questa estensione era nata dai timori dei Censori che lo stesso Collegio Romano, piuttosto che il luogo da cui irradiava la granitica unità dottrinale della Compagnia, si trasformasse nel primo terreno dove attecchisse l'aborrita *varietas*.[17] Eletto nel 1646, il Generale Carafa inizia nel 1649 la raccolta di proposizioni professate o insegnate da studiosi appartenenti all'ordine che nelle varie province erano state individuate dai superiori come *vel ut essent aut viderentur exoticae*.[18] E la Decima Congregazione Generale, riunitasi nel gennaio del 1652, confermando le *Regulae Revisorum Genera-*

... estrema e misurata cautela nel comunicare i risultati dei loro studi, se non addirittura l'abbandono delle ricerche. Qualche anno dopo Orazio Grassi, oppositore di Galileo, scrive a Giovan Battista Baliani che non potrà pubblicare le sue ricerche per

i rigorosi ordini fatti, come mi vien detto in queste ultime Congregazioni Generali, nelle quali vien prohibito a Nostri l'insegnare molte opinioni, delle quali alcune sono la sostanza del mio trattato, e dicono prohibirle non perchè le stimino cattive o false, ma per esser nove et non ordinarie.[21]

I Censori romani

Nei capitoli dell'*Almagestum Novum* in cui è affrontato il tema cosmologico Riccioli propone conclusioni che intendono confermare il modello ticonico,[22] assai gradito alla Compagnia, ed atte a condannare

[17] L. Bianchi, *Il controllo interno della produzione libraria nella Compagnia di Gesù e la formazione del collegio dei Revisori generali (1550-1650)*, in *Censura, riscrittura, restauro*, «Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Lettere e Filosofia», serie 5, 2/1, 2010, pp. 221-249.

[18] C. Costantini, *Baliani e i Gesuiti*, Firenze, Giunti Barbera, 1969, p. 98.

[19] Il gruppo dei Censori incaricati di controllare preventivamente le opere dei confratelli.

[20] Il 3 giugno 1647 Gabriel Thibaut scriveva a P. Marin Mersenne che i Padri Gesuiti cercavano in ogni modo di espellere dall'ordine Honoré Fabri per i testi che aveva pubblicato. In *Correspondance de P. M. Mersenne*, vol. XV, p. 245. Cfr. S. Roux, *La philosophie naturelle d'Honoré Fabri (1607-1688)*, in E. Fouilloux, B. Hours (pub. par), *Les Jésuites à Lyon*, Lyon, Presses de l'ENS-LSH, 2005, pp. 75-94, si veda http://discaurea.free.fr/Fabri.pdf.

[21] C. Costantini, op. cit., p. 108.

[22] Il modello ticonico sarà da lui stesso lievemente modificato, collocando Giove e Saturno in rotazione intorno alla Terra immota e non al Sole, come si può riconoscere nell'immagine assai nota dell'Antiporta (Fig. 3), dove la bilancia sostenuta da Astrea assegna un maggior peso al modello di Tycho, modificato da Riccioli, rispetto a quello copernicano.

50

Giornale di Astronomia · 2016, 3

Riferimenti bibliografici

- Borgato M.T., Lugaresi M.G.. The History of Mathematics in Italy: The Role of Applications. In: *Reflexions on ESU9*, Springer. To appear.
- Borgato, M. T. (2023). The History of Mathematics In Italy Through the Ages: Sources, correspondences and editions. In E. Barbin et Al. (Eds), *History and Epistemology in Mathematics Education*, Proceedings of the 9th ESU, Roma: Edizioni Nuova Cultura, pp. 118-140.
- Borgato, M.T. (Ed.) (2002). *Giambattista Riccioli e il merito scientifico dei gesuiti nell'età barocca*. Firenze, Olschki.
- Borgato, M.T. (2014). Gli esperimenti di Giambattista Riccioli sulla caduta libera e il pendolo. *Giornale di Fisica* 55/4: 267-295.
- Borgato, M.T. (2014-15). Galileo, i Gesuiti e la caduta dei gravi, *Atti dell'Accademia delle Scienze di Ferrara*, 92. pp. 43-56.
- Borgato, M.T. (2016). Riccioli Giovanni Battista. *DBI*, Enc. Treccani. Vol 87. pp. 362-365
- Galilei, G. (1890-1909). *Le Opere di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale. Firenze, Barbèra, 20 voll.
- Giusti, E. (1990). Galilei e le leggi del moto. In: G. Galilei, D*iscorsi e dimostrazioni matematiche: intorno a due nuove scienze attinenti alla mecanica ed i movimenti locali*. Torino, Einaudi: ix-lviii.