



## Lo statuto dell'astronomia e il metodo delle ipotesi secondo Giovanni Battista Riccioli

di

FLAVIA MARCACCI

**ABSTRACT:** In his *Almagestum Novum* (1651), the Jesuit astronomer Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) presented an elaborate and original semi-geocentric system in which he offered a detailed confrontation between world-systems, which are sometimes referred to as *systema* and sometimes as *hypotheses*. This second term occurs when competing various astronomical solutions are assessed. Riccioli wanted to reach the most plausible and probable, and he aimed at the one he calls the *absoluta*. To make any evaluation valid, however, Riccioli deployed a comprehensive knowledge of physics and mathematics which are closely related. He insists that any *physica repugnantia* is to be avoided. Data and theory, observations and hypotheses must tally. This paper describes the methodology used by Riccioli to assess the alternative hypotheses of investigation.

**KEYWORDS:** Hypothesis, Absolute Hypothesis, Physical-Mathematics, Anti-Copernicanism, Giovanni Battista Riccioli

**ABSTRACT:** L'astronomo gesuita Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) presentò un originale sistema semigeocentrico nella sua opera più impegnativa, l'*Almagestum novum* (1651). Qui sviluppò un serrato confronto tra i vari sistemi del mondo, denominandoli talvolta *systema*, talvolta *hypotheses*. Quest'ultimo termine ricorre quando vengono valutate le varie soluzioni astronomiche, per giungere a quella maggiormente probabile e, se possibile, a quella *absoluta*. Per rendere valida ogni valutazione, però, Riccioli costruisce un vero e proprio apparato dimostrativo dove fisica e fisicomatematica si richiamano continuamente in maniera coerente. Dati e teoria, osservazioni e ipotesi devono corrispondersi, per evitare la *physica repugnantia*. In questo contributo, si studierà la metodologia con cui l'astronomo costruisce ed esamina le ipotesi alternative all'interno della sua indagine scientifica.

**KEYWORDS:** ipotesi, ipotesi assoluta, fisicomatematica, anticopernicanesimo, Giovanni Battista Riccioli

ARTICOLI

Syzthesis VI/1 (2019) III-126

ISSN 1974-5044 - <http://www.syzthesis.it>

III

## 1. Introduzione

Il concetto di ipotesi è stato ampiamente esaminato per comprendere a fondo gli aspetti più complessi della questione galileiana. Proprio intorno ad esso il Cardinale Roberto Bellarmino (1542-1621) scriveva una nota lettera a p. P. Antonio Foscarini (1565-1616), sollecitandolo a considerare il sistema copernicano in quanto strumentale e convenzionale<sup>1</sup>. Ereditando il significato più antico del termine *hypothesis*, Bellarmino non faceva che ribadire la funzione delle ipotesi astronomiche, nonché la natura stessa di questa disciplina: inclusa tra le arti del quadrivio, essa era utile a comprendere, descrivere, predire i moti celesti, senza alcuna implicazione ontologica. Se i filosofi della natura potevano discettare sugli enti che popolano il cielo, sulla loro essenza e sui concetti esplicativi che ne facevano comprendere il moto, gli astronomi dovevano giustificare quei moti dal punto di vista geometrico e posizionale.

*Sozein ta phainomena* era il motto della pratica astronomica, che nella seconda metà del Cinquecento si era andata arricchendo affiancando le proposte di Niccolò Copernico (1473-1543) e di Tycho Brahe (1546-1601) alla soluzione di Tolomeo (100-175 d.C. ca.). Il moltiplicarsi dei sistemi del mondo andava a rafforzare il presupposto che a tutte le discipline fisico-matematiche fosse vietato formulare considerazioni sulla realtà: a ciò si aggiunse il progressivo consolidarsi del ruolo della matematica, astrazione incapace di portare informazione fisica. In questo modo, l'astronomia poteva produrre più ipotesi matematiche, ma era inabile a fornire autonomamente criteri di scelta. Si andarono delineando due funzioni per l'astronomia tra la fine del Cinquecento e la prima metà del Seicento: da una parte valutare le ipotesi migliori dal punto di vista delle evidenze raccolte e degli argomenti esposti; dall'altra, continuare a salvare le apparenze. Nonostante questo, il rapporto tra filosofia naturale e discipline di natura matematica non fu affatto sereno e per la prima metà del Seicento trovò in Kepler e Galileo due atteggiamenti emblematici diversi: Kepler fece di tutto per matematizzare i moti celesti fino a scoprirne nuove leggi; Galileo preferì insistere sulla maggiore sensatezza fisica del modello copernicano rispetto al modello tolemaico<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Lettera di Roberto Bellarmino a Paolo Antonio Foscarini, in G. Galilei, *Opere*, a cura di A. Favaro, Giunti-Barbera, Firenze 1968, vol. XII, pp. 171-172.

<sup>2</sup> S. Gaukroger, *The Emergence of a Scientific Culture. Science and the Shaping of Modernity 1210-1685*, Clarendon Press, Oxford 2006, pp. 169-172.

Questa discussione investì anche l'ambiente gesuitico, in prima linea nel tentativo di comprendere quale fosse il vero sistema del mondo. Soprattutto dopo la messa all'*Index libri proibitorum* del *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) avvenuta nel 1616 e con la condanna e l'abiura di Galileo nel 1633, i Gesuiti si trovarono a dover allineare le ricerche e la pratica astronomica intorno al sistema tyconico, se pur immettendo varianti importanti e assumendo la distanza critica necessaria a integrare l'analisi filosofica al discorso geometrico. L'esempio per eccellenza si trova in Giovanni Battista Riccioli, ferrarese noto in Italia e all'estero per la vasta ed erudita produzione. Il suo nome si lega in astronomia a due opere fondamentali: l'*Almagestum novum* (1651)<sup>3</sup> e l'*Astronomia reformata* (1665)<sup>4</sup>. La prima opera, incompleta, trova parziale continuità nella seconda, la quale resta molto più sintetica e compilativa. Nei quattordici anni che intercorrono tra l'una e l'altra Riccioli ritocca e riformula alcuni aspetti del suo sistema, sebbene resti insuperato il corredo di concetti filosofici, teologici, metodologici e fisici imbastito all'interno dell'opera del 1651. È qui che egli propone il suo originale sistema semityconico (Sole, Giove, Saturno intorno alla Terra; Mercurio, Venere e Marte intorno al Sole) a epiciclici (*epicepicyclos*)<sup>5</sup>, nonché perfeziona il valore della costante di accelerazione gravitazionale<sup>6</sup>, produce la nomenclatura lunare ancora

---

<sup>3</sup> G. B. Riccioli, *Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens: observationibus aliorum, et propriis novisque theorematibus, problematibus, ac tabulis promotam: in tres tomos distributam quorum argumentum sequens pagina explicabit*, Ex Typographia Haeredis Victorij Benatij, Bononiae 1651. Dell'opera è stato pubblicato solo il primo tomo in due volumi: il primo volume contiene i libri dal I al VII, il secondo volume dal libro VIII al X. Da qui in poi, i rimandi alle pagine dei due volumi saranno riferiti anteponendo la sigla AN e il numero del libro da I a X.

<sup>4</sup> G. B. Riccioli, *Astronomiae reformatae tomi duo, quorum prior observationes, hypotheses et fundamenta tabularum, posterior praecepta pro usu Tabularum Astronomicarum, et ipsas tabulas astronomicas 102 continet. Prioris tomi in decem libros divisi, argumenta pagina sequenti exponitur. Auctore P. Ioanne Baptista Ricciolo ...*, ex Typographia Haeredis Victorij Benatij, Bononiae 1665.

<sup>5</sup> Per le specifiche tecniche di questo sistema mi permetto di rimandare a F. Maracci, *Cieli in contraddizione. Giovanni Battista Riccioli e il terzo sistema del mondo*, Aguaplano-Accademia delle Scienze lettere e arti di Modena, Perugia-Modena 2018, pp. 133-144; vedi anche Id., *Un Gesuita contro tutti: astronomia e pensiero di Giovanni Battista Riccioli*, «Giornale di astronomia» 44/3 (2018), pp. 11-20.

<sup>6</sup> Sugli esperimenti di Riccioli circa la caduta dei gravi, cfr. M. T. Borgato, *Riccioli e la caduta dei gravi*, in M. T. Borgato (ed.), *Giambattista Riccioli e il merito scientifico dei Gesuiti nell'età barocca*, L. S. Olschki, Firenze 2002, pp. 79-118; C. M. Graney, *Setting Aside All Authority. Giovanni Battista Riccioli and the Science Against Copernicus in the*

oggi in uso e annuncia per la prima volta nella storia che Mizar è una stella doppia<sup>7</sup>. È proprio a quest'opera che ci rivolgeremo per capire come concretamente questo gesuita abbia interpretato il concetto di ipotesi nella pratica astronomica e nella cosmologia, per giungere a intendere in che modo astronomia e filosofia della natura potessero interagire. La domanda posta ai suoi scritti, pertanto, sarà circoscritta e non si mostreranno i contenuti specifici dell'astronomia di Riccioli; si esaminerà solo la metodologia logica e dimostrativa, ritenendola un'importante esemplificazione dell'articolato passaggio dall'antica alla nuova scienza della natura. Occorre anche ricordare che in Italia Riccioli si macchiò della colpa di aver reso pubblico, proprio nella sua opera più importante, il decreto del Sant'Uffizio contro Galileo e il testo stesso dell'abiura nella *sectio IV* del libro IX<sup>8</sup>. Può risultare interessante capire se e in che modo il Gesuita intendesse accogliere la proposta che Bellarmino rivolgeva a Foscarini circa il ruolo ipotetico della astronomia.

Nel presente contributo andremo pertanto a vedere prima di tutto come Riccioli reagisce alle istanze culturali del suo Ordine, dovendo decidere quale relazione far intercorrere tra astronomia, matematica, fisica e cosmologia; si passerà all'astronomia, mostrando gli aspetti sistematici del lavoro del Ferrarese e per capire come formulasse e comparasse le ipotesi alternative fino a scegliere un'ipotesi privilegiata, *absoluta*.

## 2. *Astronomia, fisicomatematica, cosmologia*

La Compagnia di Gesù era stata fondata nel 1540, poco prima che l'opera di Copernico venisse pubblicata. Fin dalle origini, dunque, le sue vicende si intrecciarono con quelle della nuova scienza, in modo né lineare né immediato. Fin dalla prima Costituzione dell'Ordine (1558) era stato dichiarato che il riferimento necessario per la filosofia era

---

*Age of Galileo*, University of Notre Dame Press, Notre Dame 2015, pp. 90-101; E. M. Di Teodoro-R. Bedogni-F. Bònoli, *I primi esperimenti sulla caduta dei gravi: Galileo e Riccioli*, «Giornale di Astronomia» 36/3 (2010), pp. 32-40.

<sup>7</sup> AN, X, p. 422: «Stella unica videatur illa, quae media est in cauda Ursae Maioris, cum tamen sint duae, ut Telescopium prodidit».

<sup>8</sup> Sulle motivazioni di tale gesto sono state avanzate alcune supposizioni, per cui rimandiamo alla discussione ampia ed aggiornata svolta in A. Dinis, *A Jesuit Against Galileo? The Strange Case of Giovanni Battista Riccioli Cosmology*, Axioma- Publicações da Faculdade de Filosofia, Braga 2017, pp. 293-307.

Aristotele, con la progressiva precisazione che lo studio della filosofia avesse come unico fine di supportare la teologia (1573). Il documento che fornì criteri educativi più dettagliati fu la *Ratio studiorum* (1599), dove si ribadiva sia di doversi riferire ad Aristotele che di tenere come costante punto di riferimento Tommaso d'Aquino; nonostante questo, era concesso prenderne le distanze, pur avendo cura di mostrare un certo senso di riverenza, qualora vi fossero ragioni per discordare. I decreti del 1616 e del 1633, però, costrinsero gli astronomi dell'Ordine a prendere maggiori distanze dalla nuova scienza, in maniera particolare dalle novità che il sistema copernicano comportava. Oltretutto la seconda metà del secolo XVII si aprì con la pubblicazione dell'*Ordnatio pro Studiis Superioribus* (1651), dove la linea di fedeltà ad Aristotele e Tommaso era ribadita, pur sorvolando su alcune questioni astronomiche dubbie per concedere una certa libertà.

A seguito di questo programma culturale i Gesuiti dovettero chiarificare il rapporto tra matematica e fisica: la *mathesis mixta* praticata nel Medioevo doveva trasformarsi nella *physico-mathesis* del Seicento. La tenue libertà di ripensamento della tradizione aristotelica permise di passare da una matematica interpretata come separata dalla fisica e inadatta a rimandare alla realtà, a una matematica connessa alla fisica in quanto studio della *materia intelligibilis*, ottenuta per astrazione dagli enti fisici. È vero che permaneva la lezione aristotelica di collocare gli enti matematici al di fuori dell'ordine temporale di successione causa-effetto, sebbene pienamente posti nell'ordine logico tipico delle dimostrazioni geometriche. È anche vero, però, che i matematici gesuiti poterono adoperarsi per rendere scienze come l'ottica e l'astronomia sempre più alla stregua delle scienze geometriche, relative alla *quantitas terminata* riferibile agli enti fisici<sup>9</sup>.

Nel programma di Riccioli si risente di questo dibattito, sebbene egli non abusi mai del termine *physico-mathesis*. Egli stesso chiarì il fine e il metodo dell'astronomia: «Astronomia est Scientia Physico-Mathematica de Coelestium corporum quantitate terminata, & eorum accidentia sensibilia terminante» (AN, I, p. 2). L'astronomia è intermedia a fisica e matematica e a entrambe subalterna: alla fisica, in quanto esamina gli oggetti e i moti celesti riducendoli a quantità; alla matematica, in quanto le previsioni dell'astronomia (*praedicta accidentia*) non sono assolute, sebbene le migliori che possano darsi,

---

<sup>9</sup> Cfr. L. Ingaliso, *Filosofia e cosmologia in Christoph Scheiner*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2005, pp. 29-44.

ma sono attribuzioni di vario genere e non affezioni naturali<sup>10</sup>. Un breve richiamo alla fisicomatematica è, però, interessante, anche qualora Riccioli esponga la sintesi del II libro (AN, *Appendix ad partem I Tomi I*, p. 727) e richiama il I scolio al capitolo III: qui viene precisato che gli argomenti basati sulla parallasse annua e sulla rifrazione sono utili solo per contestare le misure usate dai Copernicani, e non in assoluto contro i Copernicani. Per contrastare l'ipotesi eliocentrica occorrono altri argomenti, appunto argomenti di tipo fisicomatematico (*Physicomathematicè evidentia*). Questi ultimi sono migliori rispetto a quelli dei Copernicani; costoro, infatti, con un approccio apodittico, suppongono il moto diurno e annuo della Terra, così anche una notevole distanza delle Stelle fisse, senza avere manifestazione sensibile («nullam sensibilem diuersitatem aspectus experietur»; AN, II, p. 52).

In questo senso, Riccioli sembra intendere che l'astronomia debba emanciparsi dalla pura matematica e sollecitare la fisica a dare risposte chiare<sup>11</sup>. Esistono infatti più prove dimostrative, nelle quali è sempre centrale l'esperienza. Si prenda ad esempio il moto della Terra: esso risulta inesistente a ragione di una *probatio maior* e di una *probatio minor*. Il primo tipo di dimostrazione pertiene alla fisica e attesta la realtà della caduta accelerata dei gravi, che si spiega solo nel caso di una Terra immota<sup>12</sup>; il secondo tipo di dimostrazione pertiene alla fisico-matematica e riguarda la riduzione geometrica degli esperimenti sulla caduta libera<sup>13</sup>. Quasi a insistere sul legame tra astronomia e fisica, altrove Riccioli giungerà a parlare di *physico-astronomoi*, a intendere coloro che si dedicarono sia all'astronomia che ai problemi di tipo

<sup>10</sup> Continua infatti il brano: «Subalternatur enim Physicae, quatenus coelorum, ac syderum mutationes sensibiles, aut sensibilibus in illis accidentium varietatem, considerat; cuiusmodi sunt Figura, Color, Lumen, Umbra, Locus, Situs, Ordo, Distantia, Motusque, sed Mathematicae potissimum subalterna est, quia praedicta accidentia non considerat praecisè, vt affectiones naturales, aut sub quacunque alia ratione, sed quatenus sub certam, ac terminatam quantitatem cadunt; sive illa continua, sive discreta sit; & sive permanens sive successiva. Est autem Astronomia totius Matheseos species nobilissima, nec alia ingenia requirens, quam coelestia, aut naturam admirabilem, ut censet Plato, in Epinomide».

<sup>11</sup> Riferimento analogo si ritrova in AN, VIII, p. 70.

<sup>12</sup> Riccioli tornerà in particolare su questo problema in *Argomento fisicomatematico del Gio. Battista Riccioli ... contro il moto diurno della Terra confermato di nuovo con l'occasione della Risposta alle considerazioni sopra la forza del detto argomento etc. fatte dal M. R. Fr. Stefano de gli Angeli*, per Emilio Maria, e fratelli de' Manolesi, in Bologna 1668 (per la cura di M. Manfredi).

<sup>13</sup> AN, IX, pp. 409-410.

fisico del cielo. Proprio a loro va tributata la nomenclatura lunare<sup>14</sup>.

L'astronomia ha un valore ambivalente, per il tipico uso della fisicomatematica. Infatti, i principi della fisica devono trovare conferma grazie al rigore della fisicomatematica («Haec enim in rigore Physicomathematico salva esse nequeunt, nisi in sola hypothesi Terrae quiescentis»; AN, IX, p. 478): è la fisicomatematica a garantire la correttezza dei principi utili alla fisica<sup>15</sup>. Questa condizione non è ovviamente sufficiente: la fisicomatematica può fornire dimostrazioni a più argomenti contemporaneamente, senza darne la prova definitiva; essendo però essa lo strumento di analisi e di verifica per eccellenza, se un argomento fisico non ha una coerente riduzione fisicomatematica, allora non è valido né utile all'astronomo.

Procedendo in questo modo è possibile individuare i principi utili a fare una buona astronomia, che a loro volta devono avere corrispondenza nei principi di filosofia naturale. Riccioli riesce a mettere in atto un duplice movimento teoretico:

- mediante l'astronomia, avvalorata dalla fisicomatematica, si ottengono argomenti capaci di descrivere i fenomeni celesti dal punto di vista quantitativo, in stretta corrispondenza con i dati registrati a occhio nudo e con gli strumenti;
- la fisica dei cieli spiega la natura mediante principi filosofici che sanno comporre gli argomenti astronomici in una sintesi unitaria. La matematica non spiega la natura dei cieli, ma le ipotesi sulla natura dei cieli non devono essere smentite dal lavoro astronomico.

Dati sperimentali, sintesi matematica, applicazione astronomica e infine collegamento con i principi fisici: si tratta di una concatenazione metodologica che non confonde mai fisica e matematica, ma mette in risalto il ruolo intermedio dell'astronomia tra le due. Il collegamento tra i vari momenti della successione può anche essere percorso a ritroso, qualora si identifichino i principi fisici per poi cercarne il modello astronomico; a sua volta, questo viene affinato mediante gli strumenti della matematica per poi essere messo in corrispondenza con i dati.

Come frutto di questo processo, Riccioli otteneva i caposaldi concettuali cosmologici che garantivano l'unità e la coerenza del suo universo, sia in riferimento alle osservazioni che alle dimostrazioni

---

<sup>14</sup> AN, IV, p. 204 (prima delle mappe lunari).

<sup>15</sup> AN, II, p. 69: «Huic tamen opinion vix subscribat Physicomathematis, siquidem ad calculum reuocetur hinc aqua, quam flumen quoduis in Mare exonerat quotidie».

fisicomatematiche. Non potendo in questa sede affrontare la complessa cosmologia del Ferrarese, ci limitiamo a evidenziare il ruolo metodologico di questi principi. Come è noto, l'astronomia di quest'epoca non era in grado di fornire le prove fisiche definitive per scegliere se il sistema del mondo corretto fosse quello tychonico, copernicano o altro. Per questo motivo, Riccioli voleva esplicitare la cosmologia collegata all'astronomia: era importante spiegare i presupposti del sistema del mondo, essendo ottenuti non *a priori* come per i Copernicani, piuttosto mediante generalizzazioni dai dati osservati e rielaborazione matematica. Ebbero pertanto un ruolo guida le seguenti assunzioni:

1. solo la Terra può occupare il centro dell'universo<sup>16</sup>;
2. deve essere unica la figura geometrica che spiega i moti celesti e in particolare i moti planetari, poiché non c'è nessun motivo per pensare che tale forma debba cambiare a seconda degli oggetti celesti esaminati o delle zone del cielo. Tale figura è la spirale, e il metodo fisicomatematico corrispondente è il metodo a epicepicicli, con eccentrico mobile ed epiciclo variabile<sup>17</sup>.

Frutto della duplice attenzione al dato numerico e matematico, nonché al dato sensibile e fisico, questi principi cosmologici sono scelti dopo lunghe valutazioni sul merito delle tante ipotesi sui sistemi del mondo, e diventano principi guida per spingere Riccioli a scegliere l'ipotesi migliore.

### 3. *La sistemazione dei contenuti dell'astronomia: teoria, dati, sistema*

Il metodo *ex hypothesi* non era certo nuovo nella Compagnia di Gesù<sup>18</sup>. D'altra parte, dovendo prestare fedeltà alla lezione tomista, non si poteva occultare l'opinione dell'Aquinate quando divideva ciò che è *secundum veritatem* da ciò che è *secundum apparentiam*: si trattava di un

<sup>16</sup> Non ci dilungheremo sugli aspetti che connotano questo principio, essendo il tema più trattato in letteratura a proposito di Riccioli. Vedi Borgato, *op. cit.*; Dinis, *op. cit.*, pp. 237 ss.; P. Galluzzi, *Galileo contro Copernico. Il dibattito sulla prova 'galileiana' di G. B. Riccioli contro il moto della Terra*, «Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze» 2 (1977), pp. 87-148; I. Gambaro, *Astronomia e tecniche di ricerca nelle lettere di G.B. Riccioli ad A. Kircher*, Prima cooperativa grafica genovese, Genova 1989; Graney, *op. cit.*

<sup>17</sup> Marcacci, *Cieli in contraddizione*, *op. cit.*

<sup>18</sup> U. Baldini, "Legem impone subactis". *Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia*, Bulzoni, Roma 1992; Id., *Saggi sulla cultura della Compagnia di Gesù (secoli XVI-XVIII)*, CLUEP, Padova 2000.



principio gnoseologico e ontologico difficile da contrastare. In questo modo, la spiegazione geometrica era solo finalizzata a dar conto delle apparenze, del tutto ininfluyente per delucidare le *causae*. Da un punto di vista pratico, quando la geometria forniva diverse spiegazioni agli stessi fenomeni, nell'antichità si optava per l'ipotesi più semplice. Tale consuetudine aveva permesso di coniugare il cosmo tolemaico con la fisica aristotelica e aveva trovato un'eco nel tono convenzionalista della prefazione di Andrea Osiander al *De revolutionibus* di Copernico; tuttavia, diventava sempre più greve adottarla con il moltiplicarsi delle proposte sui sistemi del mondo. La possibilità di scegliere le ipotesi più complesse non era esclusa, nel caso in cui le ipotesi semplici fossero troppo deboli; restava però più seriamente irrisolta la relazione tra matematica e realtà.

Occorre aggiungere un altro elemento: il programma didattico e formativo della Compagnia, cui si è accennato sopra, costringeva i chierici a mettere in atto una serie di strategie, affinché fedeltà alle indicazioni dell'Ordine e minima libertà intellettuale si mantenessero congiunte. Si adottò dunque il principio del probabilismo: confrontando le opinioni andava estrapolata la più probabile. Preclusa la certezza, e restando oscura la relazione tra matematica e realtà, i Gesuiti si adoperarono per sostenere ciò che pareva maggiormente probabile. L'uso sistematico di un approccio probabilistico alle varie opinioni costituì il cuore di una comune strategia. Ragionando sulla seconda metà del Seicento, Caruana ha sostenuto che, sfruttando la *Ordinatio* del 1651, i Gesuiti approfittarono per portare a compimento un processo di valutazione del copernicanesimo che, se inizialmente era stato reputato falso perché impossibile, quindi possibile ma improbabile, esso diveniva lentamente un'ipotesi possibile e probabile, fino a essere l'ipotesi vera<sup>19</sup>. Venendo a Riccioli, però, questo giudizio non è per nulla ovvio: ci troviamo esattamente a metà del Seicento, prima che si diffondesse la *Ordinatio* e quando la *physica* non sapeva fornire una adeguata giustificazione fisica per scegliere un sistema di mondo.

In che modo, allora, Riccioli poteva ricorrere al metodo *ex hypothesi*? A tale scopo, è essenziale capire l'impianto generale in cui tutti i contenuti dell'*Almagestum novum* sono organizzati. Nella *Praefatio* il Ferrarese elogiava l'astronomia perché capace di tenere insieme,

---

<sup>19</sup> L. Caruana, *The Jesuits and the Quiet Side of the Scientific Revolution*, in T. Worcester (ed.), *The Cambridge Companion to the Jesuits*, Cambridge University Press, Cambridge 2008, pp. 243-260 e in particolare p. 249.

grazie al rigore del metodo, semplicità della matematica e incostanza delle cause fisiche<sup>20</sup>. Essa è in grado di rivolgersi alla realtà sensibile ma anche ai principi naturali. L'estrema bellezza del suo oggetto di studio, il cielo, deve portare a esprimerlo nel migliore dei modi: non per retorica o per erudizione, ma perché l'astronomia stimola la ricerca di fronte a difficoltà sempre nuove più di ogni altra scienza. La volontà di dare ragione di ogni argomento diventa nell'*Almagestum novum* l'occasione per improntare l'impianto sistematico tipico dei sistemi dimostrativi matematici.

Si trovano così *definitiones, propositiones, sententiae, probationes, argumenta, problemata, theoremata, conclusiones, corollaria, scholia, exempla*. Si riconosce la terminologia delle scienze deduttive, ed è proprio all'interno di un impianto deduttivo che vengono forniti abbondanti resoconti di dati, osservazioni, calcoli: da una parte vengono introdotte nozioni e contenuti, assegnando loro una specifica posizione nel sistema; dall'altra parte, si richiamano i risultati empirici degli astronomi passati e attuali senza lesinare tabulati fitti di misurazioni. I due lati di questa metodologia corrispondono da una parte al momento deduttivo, connotato dallo stile della *disputatio* e della *quaestio*, organizzando informazioni e conoscenza secondo la priorità logica; dall'altra parte, vi è il momento empirico, per cui il riferimento alla realtà misurabile e misurata è costante. Per raffrontare e far compenetrare questi due versanti serve una metodologia (*methodo investigandi*) che mediante *suppositiones* e *opiniones* porti a comporre teoria e pratica nelle *hypotheses*.

Per quanto concerne il momento deduttivo, il libro I *De sphaera* è quello con la struttura più compilativa tra tutti, essendo devoluto a fornire le tecniche di costruzione della sfera celeste. I dati sono riportati solo quando occorre riferire le divisioni più generali delle zone del cielo, ad esempio per la domificazione e per i segni zodiacali. Si trova qualche dato comparativo quando si riferisce la discussione sulla durata del giorno (AN, I, p. 39). Qualcosa di analogo si può dire per il II libro *De sphaera elementare* utile alla costruzione del sistema di orientamento sul globo terrestre. Il sistema di proposizioni, scoli e corollari fornisce molti elementi geometrici e dimostrativi, a eccezione di qualche passaggio che tra breve andremo a menzionare.

È dal libro III in poi, dunque, da quando l'esposizione si orienta allo studio dei corpi e dei fenomeni celesti, che dimostrazione e misurazione si intrecciano senza sosta. Dopo aver dato elementi storici e dottrinali

<sup>20</sup> AN, *Praefatio*, i-xix.

intorno all'oggetto in discussione, il Gesuita discute tutte le proprietà quantificabili cercando sia il miglior dato tra quelli forniti da lui e da altri, che la migliore giustificazione. Prima della valutazione, è sempre importante esporre il problema nei termini corretti. Si prenda ad esempio il problema della grandezza apparente del Sole: vengono presentati tre modi di fornire la misurazione (AN, III, pp. 116-120), ma tutti ruotano intorno al problema *De vera solis semidiametro*, a cui fanno seguito il problema di determinare la distanza dell'astro, la relativa distanza Terra-Sole e così via. Riccioli mostra le risoluzioni teoriche che poi saranno applicate ai dati, ma senza le quali la misurazione da sola è alquanto sterile e non sottoponibile a valutazioni interessanti. Da tutto questo si ottiene una sintesi in 9 teoremi, *Theoremata ex vera Solis Semidiametro, & Distantiâ sequentia* (AN, III, p. 125), seguiti da tre scoli: questa sintesi altro non è che la griglia teorica nella quale sarà possibile leggere i dati registrati dagli strumenti<sup>21</sup>.

Circa il momento osservativo ed empirico, è difficile fornire tutte le esemplificazioni che si dovrebbero, vista la consuetudine costante e ripetuta nell'*Almagestum novum* di riportare tutte le osservazioni e le misurazioni conosciute e disponibili. Nel corso del II libro viene introdotto il problema della costruzione dell'unità di misura (AN, II, p. 58), essenziale per avere una prima comparazione tra le opinioni circa la grandezza della Terra (AN, II, p. 63), nonché appena dopo per altre valutazioni: Riccioli inizia a dare nota degli aspetti pratici dell'attività di astronomo e di quei dati che sono fondamentali anche per la restituzione teorica. Nei capitoli XX e XXI del II libro si studia il comportamento di un pendolo a seconda della latitudine e del grave usato, al fine di ricavare misurazioni di tempo: proposizioni, scoli e appendici sono esposti in maniera sintetica, anticipando la legge del quadrato del tempo<sup>22</sup>. Rispetto a quest'ultimo punto, tra le esperienze che hanno reso famoso il nome di Riccioli c'è sicuramente l'analisi del moto di caduta libera *uniformiter difformis*, grazie alla quale ottenne il miglioramento dei risultati di Galileo misurando una distanza di 4,62 metri (15 piedi) nel

---

<sup>21</sup> Il libro X tornerà ad avere una struttura simile per presentare in maniera sistematica la struttura teorica per computare problemi di distanze e di tempo sul globo terrestre.

<sup>22</sup> In particolare, la *propositio IV* (AN, II, p. 89): «Gravia naturali descensu per lineam perpendicularem velocius ac velocius mouentur versus finem, eo incremento velocitatis, quod est inter numeros pariter impares ab unitate numeratos; seu ita ut spatium transmissa certis temporibus, sint inter se ut quadrata temporum; seu ita ut spatia transmissa habeant inter se duplicatam proportionem illius, quam habent tempora quibus spatia illa mensurata fuerint».

primo secondo di caduta. Altre esperienze che avvalorano la sua capacità sperimentale furono le accurate osservazioni delle fasi di Venere e Mercurio nel libro VII; come anche la pubblicazione della carta lunare fatta con il collaboratore Francesco Grimaldi, capace di lavorare in maniera eccellente (*Grimaldica selenographia ex excellentia*, AN, IV, p. 204). E ancora, l'assidua ricerca del valore della parallasse solare per una corretta determinazione della distanza Sole-Terra: in generale si sapeva che tale distanza sarebbe stata essenziale per determinare le distanze orbitali, in seguito alla legge dei periodi di Kepler, ma in particolare tale valore serviva a Riccioli nel suo sistema a epicepicicli, in quanto ogni altra misurazione veniva costantemente riferita a essa. In ogni caso, la parte preponderante dell'opera del Ferrarese risponde strettamente alla vocazione dell'astronomo di quel tempo, il mestiere del quale si spendeva per la maggior parte del tempo nel fare misurazioni, osservazioni, calcoli, previsioni.

#### 4. Dalle hypotheses alla hypothesis assoluta

Giungiamo a comprendere ciò che congiungeva e armonizzava momento deduttivo e momento empirico. Si tratta delle ipotesi, nelle quali teoria e dati venivano integrati in modo da garantire sia il rispetto dei risultati di osservazioni ed esperimenti, sia la spiegazione fisico-matematica. Talvolta le ipotesi sembrano indicate come *opiniones*, ma a vedere più da vicino l'uso del termine, esso va a differenziarsi se riferito a semplici *opiniones* o a *tabula opinionum*. Nel primo caso allude alle dottrine. Ad esempio, nel libro VIII vi è un'ampia indagine sulle comete. Al sondaggio riferito alle opinioni antiche, consegue quello dedicato alla *Astronomorum Recentiorum Opinio*<sup>23</sup>. Un altro caso ancora è la discussione intorno alla comparsa della stella del 1572, di cui si danno anche *numerosas mensuras*<sup>24</sup>. Quando si ricorre all'espressione *tabula opinionum* si vogliono invece indicare i risultati e le misurazioni<sup>25</sup>. Un'altra distinzione da fare è proprio tra le esemplificazioni (*exempla*) date ai fini della misurazione dalle vere e proprie ipotesi: si prenda il

<sup>23</sup> AN, VIII, p. 33.

<sup>24</sup> AN, VIII, p. 133 e p. 137: «Historia Obseruationum generalium Stellæ Nouæ anni 1572, in Cassiopea visæ: & Opinionum de illius Loco ac Origene» e «Historia Obseruationum Eiusdem Stellæ particularium quod Numerosa ac Mensuras».

<sup>25</sup> Alcuni esempi: AN, I, p. 39; AN, II, p. 62, 63; AN, III, p. 157.

caso del calcolo della latitudine lunare massima per la determinazione della parallasse, che può essere fatto in tre modi arricchiti con un esempio tolemaico e un esempio proprio di Riccioli (AN, IV, pp. 217-218). Questi *exempla* non dicono nulla sul sistema del mondo, ma sono espedienti pratici<sup>26</sup>.

Affinché emerga l'idea del sistema del mondo occorre esaminare quanto è introdotto come *hypothesis*, dove si sintetizzano più questioni in un'unica soluzione. Si trova un uso conforme del termine *hypothesis* nel cap. VIII del libro VII (*Indicantur Hypotheses, quibus Planetarum Minorum Morus explicari, & Machinae, quibus repraesentari solent*, p. 503), in tutta la sezione II dello stesso libro VII, e in altri luoghi. Nella sezione III del libro IX il termine *systema* è preferito al termine *hypothesis*. Per quanto non è possibile classificare tutte le sfumature, Riccioli ricorre all'"ipotesi" quando ha bisogno di spiegare, valutare e comparare i risultati, mentre ricorre al termine "sistema" quando esamina ogni autonoma soluzione astronomica.

Il programma di ricerca dei Gesuiti è stato talvolta paragonato a quello inteso dal filosofo della scienza Imre Lakatos (1922-1974) a ragione dell'uso di costruire intorno al nucleo dottrinale centrale (il geocentrismo, in questo caso) una cintura protettiva di assestamento per inglobare i nuovi risultati<sup>27</sup>. In parte questo vale anche per Riccioli, che esamina tutte le ipotesi al fine di capire quale sia quella giusta e, mantenendo sia l'idea geocentrica e geostatica, sia criticandone e adattandone la versione tyconica, presenta il suo risultato come il più probabile. L'obiettivo non è la certezza e a tal fine Riccioli ripete spesso che l'astronomia deve ottenere solo l'ipotesi più probabile. Ciò non gli evita, però, di distinguere la propria ipotesi dalle altre mediante l'espressione "*hypotheses absolutas*".

L'espressione fa pensare che, dopo tante analisi, Riccioli si sente sicuro di offrire davvero la migliore soluzione. D'altra parte, anche quando si dilunga a commentare sia il metodo degli eccentrici ed ep cicli che il metodo per ellissi dichiara di optare per la soluzione più semplice, ovvero la sua: infatti, l'impiego dei circoli garantirebbe un'analisi matematica sperimentata a lungo e della quale tutti gli astronomi sono molto sicuri. Inoltre, il circolo non determina situazioni strane come il dimezzamento dell'eccentrico, riferendosi al caso di Kepler<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> Non a caso, talvolta gli esempi sono privi di aggettivi. Cfr. AN, VII, p. 702.

<sup>27</sup> Ingaliso, *op. cit.*, p. 90; Caruana, *art. cit.*

<sup>28</sup> Cfr. F. Marcacci, *All the Planets are Related to the Sun: Riccioli and His "Spiralized" Skies*,

Purtroppo, il Gesuita non compilò mai il volume dell'*Almagestum novum* che doveva tributare alle sue soluzioni compattezza, visibilità e autonomia: come si legge nelle prime pagine del Volume I dell'*Almagestum novum*, il *Tomus tertius* doveva riportare le «aliorum, & nostras cum conclusionibus Astronomicis inde deductis», oltre che le tavole con i dati. Ancora più chiare le parole

inter tabulas praedictas non solùm quae ex Hypothesi Auctoris videntur certiores, sed etiam reliquorum Astronomorum tabulae in epitomen redactae, seu Aequationes addendae, vel demendae Tabulis Auctoris, ut reducantur ad aliorum Tabulas.

Non disponendo di questa parte del lavoro, occorre andare a leggere tutti i luoghi in cui Riccioli esprime la *nostra opinio* per chiarire la *hypothesis absoluta*. L'astronomo introduce o considerazioni circa la natura del problema che sta affrontando o la soluzione sperimentale e la misurazione; questo avviene sempre dopo aver presentato le altre opinioni, con punti pregevoli e limiti più o meno gravi<sup>29</sup>.

Un criterio irrinunciabile che la fisicomatematica deve seguire è quello di non provocare la *physica repugnantia*<sup>30</sup>: ogni soluzione matematica deve rispettare la realtà fisica. L'ipotesi assoluta, infatti, è il risultato della continua interazione tra fisica e fisicomatematica. L'astronomia non può dare certezza del sistema prescelto, perché le sue ipotesi restano probabili. Ma è doveroso verificarne la praticabilità in seno alla fisica: questo non significa solo avvalorarne la continuità con l'evidenza sensibile, ma anche capirne i caposaldi concettuali entro cui sviluppare la filosofia della natura. A tale scopo gran parte del libro IX è dedicata all'esame delle cause dei moti celesti, giungendo a concludere che qualsiasi causa si ipotizzi deve restare nell'ordine fisico della natura. Per questo, si rilegge la fisica aristotelica degli elementi in modo da giustificare la continuità tra mondo terrestre e mondo celeste, nonché la mutabilità dei cieli. Al di là della risposta ontologica sulla natura e sul moto dei cieli che Riccioli elabora, è interessante cogliere il tentativo di formulare una soluzione onnicomprensiva: non convinto che il concetto di forza e di inerzia dei copernicani bastasse a giustificare l'apparente immobilità della Terra, il

---

in A. Garuccio (ed.), *Atti del XXXVII Congresso SISFA (Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia)*, Pavia University Press, Pavia (di prossima pubblicazione).

<sup>29</sup> L'elenco dei luoghi in cui Riccioli riporta le sue personali soluzioni è offerto in Marcacci, *Cieli in contraddizione*, cit., pp. 229-231.

<sup>30</sup> Cfr. AN, IX, 259. Inoltre, cfr. Marcacci, *Cieli in contraddizione*, cit., pp. 109-112.

Gesuita tentò di valutare l'esistenza di una prova fisica. Non poteva trovarla, le prove giunsero solo qualche decennio dopo, come si sa. Pertanto, dovette restare convinto dell'immobilità della Terra, se ancora dopo l'*Astronomia reformata* ribadì per voce di Michele Manfredi le sue ragioni nell'*Argomento fisicomatematico*<sup>31</sup>. La sintesi tra fisica e fisicomatematica richiedeva lo sviluppo di categorie ontologiche che, sebbene sbagliate, volevano essere la risposta alla nuova matematizzazione.

Se il metodo di Riccioli sia del tutto comprensibile accostandolo alla proposta di Lakatos, resta un'interessante questione. Il valore probabilistico assegnato alle ipotesi, anche nella versione *absoluta*, solleva il dubbio se alcuni aspetti del suo pensiero non potrebbero essere capiti meglio mediante le analisi di Gustav Hempel (1905-1997) o di Wesley Salmon (1925-2001). Tale problema, di estremo interesse speculativo, esula dalle finalità del presente studio, in quanto costringerebbe a esaminare altri aspetti dell'opera di Riccioli che qui non trovano spazio.

##### 5. Conclusioni: un hypotheses non fingo ante litteram

Nel discutere del sistema copernicano e riferendone l'opinione circa il moto della Terra, Riccioli scrive: «haec opinio absolutè, & non hypotheticè tantummodo asserta» (AN II, p. 51). *Absolutè* contrasta con *hypotheticè* mentre si discute della soluzione copernicana e dei motivi della sua condanna nel 1616. Probabilmente è un caso fortuito che il termine *absolutè* compaia qui con una accezione lievemente diversa rispetto ai luoghi in cui viene impiegato a fianco dell'ipotesi astronomica. Se nel piano dell'*Almagestum novum* l'*hypothesis absoluta* è la migliore, sebbene probabile, parlando di Copernico il termine è richiamato esattamente in opposizione, e non in continuità, a tutto ciò che ha una soluzione probabilistica.

Non tentiamo di dare ragione di questo ambiguo uso del termine: potrebbe essere un'occorrenza fortuita, volta a sottolineare i problemi intercorsi nella vicenda copernicana. Ad ogni modo, il termine *hypothesis* nell'astronomia di Riccioli ricorre in maniera sostanzialmente coerente e rende esplicito l'atteggiamento valutativo con cui si sta guardando a un particolare sistema del mondo. Proprio dentro una *hypothesis* si congiungono la pratica matematica e la spiegazione fisica. Le ipotesi diventano recinti concettuali per contenere informazioni

---

<sup>31</sup> Riccioli, *Argomento fisicomatematico*, cit.

ed esporre rappresentazioni sintetiche dell'universo: i vari sistemi del mondo sono *hypotheses*, corredati da metodi di calcolo e da osservazioni. Incapace di fornire principi meccanici, ruolo che spetterà a Newton, Riccioli propone qualcosa di più che una giustapposizione tra risultati provenienti da ambiti di ricerca diversi. Il Gesuita vuole pensare l'universo come un'unità coerente, la cui intelligibilità è data da principi cosmologici in continuità con principi fisicomatematici.

Tra tante *hypotheses* occorre individuare la migliore, quella *absoluta*: l'astronomo gesuita ritiene che tale sia la sua originale variante all'ipotesi tychonica, abile a spiegare tutti i dati empirici disponibili e attrezzata con l'uso di circoli per facilitare i calcoli. Descrizioni, calcoli, previsioni: questo era ciò che si chiedeva alla scienza del cielo, questo era ciò che la scienza del cielo sapeva fare. Riccioli non fu in grado di ripensare lo statuto della sua disciplina, per molti motivi, tra i quali che non comprese il principio di composizione dei moti né l'inerzia di Galileo. Egli ricorse ad altri principi, lasciandosi guidare da un empirismo radicale che lo portò a formulare giudizi probabili. Le ipotesi vengono così ad avere un ruolo speculativo e metodologico fondamentale, perché permettono di spingere l'epistemologia al suo massimo sforzo, fino alle sue estreme possibilità. In questo territorio speculativo, dove si formulano e valutano tante soluzioni, poté prendere forma l'ipotesi assoluta. Fu il rigore logico del sistema che permise a Riccioli di sorvegliare il modo con cui ricavarla, e tale per cui ogni astrazione deve essere mantenuta molto vicina ai dati empirici.

Il rifiuto di fare astronomia *a priori* è così diffuso nell'*Almagestum novum* da sembrare a tratti maniacale. I principi che orientano la comprensione e la descrizione del cielo devono accordarsi regolarmente con ciò che l'occhio e il telescopio constatano. Non si inventano ipotesi se non c'è la certezza del calcolo e dell'osservazione, al punto che l'ipotesi diventa quasi una generalizzazione dei dati raccolti, e la fisica la sua conferma. Sembra l'eco *ante litteram* di un successivo *hypotheses non fingo*, con esiti opposti rispetto a quelli ai quali la nuova scienza newtoniana aprirà poco dopo la strada.

Pontificia Università Lateranense (Roma)  
[f.marcacci@pul.it](mailto:f.marcacci@pul.it)