

Andrea Gualandi

TEORIE DELLE COMETE

Da Galileo a Newton



Filosofia Storia Scienze sociali

Dipartimento di Studi Storico-Sociali e Filosofici, Università degli Studi di Siena

FRANCOANGELI

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità

Andrea Gualandi

TEORIE DELLE COMETE

Da Galileo a Newton

FRANCOANGELI

Questo volume è realizzato con il contributo Cofin 2006 dell'Università degli Studi di Siena-Arezzo, Facoltà di Lettere e Filosofia di Arezzo.

Per le autorizzazioni alla riproduzione e alla pubblicazione delle immagini si ringraziano:
Biblioteca Estense Universitaria di Modena, direttore Luca Bellingeri (fig. 5);
Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, direttrice Antonia Ida Fontana (fig. 12);
Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio di Bologna, direttore Pierangelo Bellettini (figg. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14).

Copyright © 2009 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni specificate nel sito www.francoangeli.it

Indice

Ringraziamenti	p.	7
Abbreviazioni e sigle	»	9
Introduzione	»	11
1. Per una storia di una ‘microrivoluzione scientifica’: il ‘secolo delle comete’	»	12
2. Bologna	»	21
1. Bologna e la cometa del 1652		
1. Successione di un galileiano: da Cavalieri a Cassini	»	35
2. Lo Studio, le accademie	»	46
3. Il problema delle comete	»	52
4. Cassini, Malvasia e la cometa del 1652	»	64
5. Lo Studio e la Compagnia di Gesù	»	79
6. Riccioli	»	83
2. Parallassi		
1. Bologna e Firenze. L’arrivo di Montanari	»	103
2. L’astronomia e il problema delle parallassi	»	110
3. Montanari e la cometa del 1664	»	126
4. Montanari, Borelli e la parallasse: un confronto sul metodo	»	138
5. Borelli: comete, fisica celeste e cosmologia	»	145
6. La «nova cometa» del 1665	»	152
7. Polemiche europee	»	158

3. Orbite	
1. Cassini a Roma: una «nuova scienza intorno alle comete»	p. 171
2. <i>Theatrum cometicum</i>	» 203
3. Cassini, da Bologna a Parigi	» 211
4. Gli anni '70. La partenza di Montanari	» 219
Epilogo	» 231
Bibliografia	
1. Manoscritti	» 245
2. Fonti a stampa	» 248
3. Studi	» 252
Indice dei nomi	» 265

Ringraziamenti

Ringrazio due persone innanzitutto: senza l'amichevole collaborazione – ormai decennale – con Fabrizio Bònoli e i suoi incoraggiamenti non ci sarebbe stato il mio dottorato e non avrei incontrato Massimo Bucciantini, che mi ha concesso fiducia e libertà e sopportato il mio lento districarmi fra ricerca e soverchi impegni scolastici.

Grazie a Mariano Bianca, direttore della collana che ospita questo volume.

In cinque anni di studio e gestazione il numero di quanti mi hanno aiutato è cresciuto di continuo. Alla cultura e alla curiosità di Roberto Rinaldi devo lo spunto iniziale per questa ricerca. Stefano Bordoni mi ha fatto riflettere su alcune cose e scoprire letture importanti durante gli anni di dottorato, aiutandomi ad adattare la mia formazione scientifica a un mondo diverso.

Niccolò Guicciardini, Franco Giudice, Fernanda Alfieri, Mina Fumini, Rodolfo Calanca mi hanno in diverse occasioni segnalato fonti e utili riferimenti bibliografici.

Ringrazio il personale delle biblioteche e degli archivi che ho visitato: in particolare di quelli bolognesi, nei quali ho passato la maggior parte del tempo, e dell'Istituto fiorentino di Piazza dei Giudici, il suo direttore, Paolo Galluzzi, e il curatore del Museo di Storia della scienza, Giorgio Strano.

Non ho avuto il piacere di conoscere di persona François Thissen, cui sono tuttavia grato per l'indicazione di preziosi documenti della Bibliothèque Nationale di Parigi; in occasione dei conseguenti soggiorni parigini ho invece conosciuto Michel-Pierre Lerner e ascoltato pareri da Alain Philippe Segonds, ammirando la loro disponibilità e la loro monumentale conoscenza di fonti e testi.

Ringrazio Marco Consolini e Paolo Solinas per l'appoggio e l'ospitalità in terra francese.

Non posso dimenticare l'apporto fondamentale e la pazienza dei primi lettori del manoscritto: Agnese Merighi, Alessandro Belardetti, Alberto Righini, Barbara Bebi, Derek Jones.

Grazie anche a Marcello Galvani, Silvia Abrescia, Francesco Ferretti, a Gabriele Busanello per l'assistenza fotografica e a Tommaso Gorni per le fasi finali di *editing*.

Questo libro, che di comete tratta, a una Cometa è pure dedicato: all'amico e collega Andrea Sancini.

Bologna, primavera 2009

Abbreviazioni e sigle

ASB:	Archivio di Stato di Bologna
BAB:	Biblioteca comunale dell'Archiginnasio, Bologna
BAsB:	Biblioteca e archivio storico del Dipartimento di Astronomia, Università di Bologna
BEM:	Biblioteca Estense universitaria, Modena
BNF:	Bibliothèque Nationale de France, Paris
BOP:	Bibliothèque de l'Observatoire, Paris
BNCF:	Biblioteca Nazionale Centrale, Firenze
BUB:	Biblioteca Universitaria, Bologna
BUP:	Biblioteca Universitaria, Pisa

DBI = *Dizionario Biografico degli Italiani*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, 1960-

DGB = Walter Killy, Rudolf Vierhaus (eds.), *Dictionary of German Biography* (10 voll.), München, K.G.Saur, 2001-2006.

DSB = Charles C. Gillispie (ed.), *The Dictionary of Scientific Biography* (18 voll.), Scribner's Sons, New York, 1970-1990.

GF = Giovanni Fantuzzi, *Notizie degli scrittori bolognesi* (9 voll.), Bologna, nella Stamperia di S. Tommaso d'Aquino, 1781-1794 (ripr. an. Forni, Bologna, 1965).

HA = Howard B. Adelman (ed.), *The Correspondence of Marcello Malpighi* (5 voll.), vol. I (1658-1669), Ithaca-London, Cornell Univ. Press, 1975.

JdS = *Journal des Sçavants*, Paris, annate 1665-1669 (ed. utilizzata: à Paris, chez Pierre Witte, 1723).

PhTr = *Philosophical Transactions*, London, ed. vari, annate 1665-1677.

ODG = Paolo Galluzzi, Maurizio Torrini (eds.), *Opere dei discepoli di Galileo Galilei. Carteggio* (2 voll.), Firenze, Giunti Barbèra, 1975, 1984.

TC = Stanislaw Lubinietzki, Theatrum cometicum, duas partibus constans, quorum prior continet epistolas et communicationes variorum per europam clarissimorum virorum, cum quibus auctor de hoc argomento contulit, posterior exhibet historiam universalem omnium cometarum a tempore Diluvii ad annum 1665, Lugduni Batavorum ex officina Petri van der Meersche, Bibliopolae, 1681.

Nelle note e nelle citazioni dei manoscritti le parentesi [] indicano intervento di copista o traduttore; i simboli <> l'attribuzione successiva del titolo o un termine di incerta trascrizione.

Introduzione

...se ci pensa è una faccenda malinconica, quelle stelle filanti che sembrano comete del presepio, uno le vede e pensa un desiderio, e poi cascano giù, si raffreddano, e diventano pallini di ferro da due decimi. Ma non mi faccia perdere il filo.

P. Levi, *La chiave a stella*

Ci fu un periodo in cui la filosofia della natura si diede un nuovo protagonista, affidando una parte importante a un personaggio che fino ad allora aveva rivestito una parte di suggestivo comprimario nel 'teatro del mondo'.

Imprevedibile e spettacolare, con la sua presa sull'immaginario collettivo la cometa rimase un oggetto sospeso fra mondo celeste e terrestre, carico di significati e presagi, ai quali fu oltremodo difficile strapparla, avvolta com'era, non solo nella cultura popolare, ma anche presso molti intellettuali e le *élites* nobiliari, da un'aura di mistero e di fascinazione magica.

Con le osservazioni di Tycho, cominciò a farsi strada l'idea che le opinioni sulle comete dovessero essere riviste e prese piede nella comunità scientifica la convinzione che ne fosse possibile una reale *conoscenza*; esse divennero non solo una sfida per la loro stessa intelligibilità, ma uno snodo di questioni che impregnarono il dibattito scientifico nel XVII secolo: entravano in gioco le connessioni fra fisica e astronomia, il perfezionamento delle operazioni di misura, la comprensione di argomenti quali la costituzione dei cieli, i meccanismi di formazione dei corpi celesti, il sistema cosmologico in cui collocarli, come pure la messa a punto di una teoria capace di spiegarne i moti in un quadro organico.

Questo libro vorrebbe aprire una finestra sinora solo socchiusa e lo fa scegliendo un preciso punto di osservazione.

1. Per una storia di una ‘microrivoluzione’ scientifica: il ‘secolo delle comete’

Si può considerare casuale il fatto che gli astronomi occidentali videro per la prima volta un mutamento, nei cieli fino ad allora ritenuti immutabili, soltanto nel corso del mezzo secolo che seguì la proposta del nuovo paradigma copernicano?¹

La domanda retorica, posta ormai diversi decenni fa da Thomas Kuhn, ci ricorda quando (e quanto) l’osservazione delle comete cominciò ad accompagnare le tesi cosmologiche per rimanervi saldamente ancorata durante tutto il Seicento: il dibattito *de cometis* rappresentò un ricorrente argomento di controversia, ritagliandosi un posto di spicco negli interessi della comunità scientifica. La storia della scienza se ne è molto occupata, concentrandosi su due momenti di assoluta rilevanza: le grandi comete del 1618-1619, occasione della celebre disputa fra Galileo e Orazio Grassi, e quelle degli anni ’80 del secolo, che consegnarono ai newtoniani una conferma convincente della Gravitazione universale².

Dagli anni di Tycho, con l’affermarsi della prassi di registrarne sistematicamente le posizioni, la cometa cominciò a perdere la sua connotazione di ‘sfuggevolezza’, divenendo irrinunciabile oggetto di indagine fra i fenomeni celesti. In seguito all’avvento del telescopio, la curiosità verso questi misteriosi astri era destinato ad accentuarsi e a sfociare inevitabilmente nella questione della loro prevedibilità. Quanto l’apporto dell’astronomo danese sia stato di effettiva rottura col passato è questione decisamente ridimensionata, ma

¹ Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1995, p. 145.

² Sulle comete ‘galileiane’ si vedano: William Shea, *Galileo and the controversy of the comets (1618-1623)*, in *Physis*, XII, 1970, pp. 5-35; Carlos Solís Santos, *Retòrica y geometria: Galileo, los Jesuitas y los cometas*, in *Mathesis*, IX, 1993, pp. 179-207; Id., *Los cometas contra Copèrnico: Brahe, Galileo y los Jesuitas*, in *Galileo y la gestaciòn de la ciencia moderna*, Fundaciòn Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, Acta IX, 2001, pp. 49-62; Michele Camerota, Ottavio Besomi, *Galileo e il Parnaso tychonico. Un capitolo inedito nel dibattito sulle comete tra finzione letteraria e trattazione scientifica*, Firenze, Olschki, 2000; Massimo Bucciantini, *Galileo e Keplero. Filosofia, cosmologia e teologia nell’età della Controriforma*, Torino, Einaudi, 2003, cap. XI; Enrico Bellone, *La stella nuova. L’evoluzione e il caso Galilei*, Torino, Einaudi, 2003, capp. XIV, XV. Sulle comete degli anni ’80: Sara Schechner Genuth, *Comets, teleology, and the relationship of chemistry to cosmology in Newton’s thought*, in *Annali dell’Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, X, 1985, pp. 31-65; Id., *Comets, Popular Culture, and the Birth of Modern Cosmology*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1997; James A. Ruffner, *Newton’s propositions on comets: steps in transition, 1681-1684*, in *Archive for the History of exact Sciences*, LIV, 2000, pp. 259-277; Marta Cavazza, *La cometa del 1680-1681: astrologi e astronomi a confronto*, in *Studi e memorie per l’Università di Bologna*, n. s., III, 1983, pp. 409-466.

leggendo i trattatisti del Seicento rimane comunque l'impressione che gli venisse tributato il merito di aver spezzato la contemplazione ammirata ma 'rassegnata' delle comete, puntando sulla misura accurata delle loro posizioni, imitato presto dai maggiori astronomi del suo tempo³.

Il clima di mutata sensibilità, che pervase l'attività astronomica nei primi decenni di vita del telescopio, individuò nella cometa uno degli interrogativi per i quali si rendevano possibili risposte definitive, tanto più impellenti in astri caratterizzati da un'aura di impenetrabilità e rivestiti dalla mentalità comune di aspetti extrascientifici. La crisi di una astronomia inadeguata trovò una soluzione nella via seguita da Tycho e dovette puntare tutto sul progresso strumentale; progresso che caratterizzò una sempre maggiore spettacolarizzazione delle scienze (e dell'astronomia in particolare), accompagnata da una costante esigenza di dotarsi di apparecchiature raffinate e costose.

Se si assume l'opera del Danese come punto di partenza ideale di questo processo, viene quasi naturale circoscrivere un 'secolo delle comete', iniziato negli anni '70 del Cinquecento e conclusosi con i lavori di Newton e Halley: nell'arco di quel secolo la cometa assunse la valenza di test scientifico per questioni cruciali come l'adesione a un sistema cosmologico, l'applicazione delle nuove tecniche osservative e l'elaborazione di una teoria dinamica dei moti celesti. All'interno di quel periodo attendono ancora uno studio approfondito molti scritti ispirati dalle apparizioni del 1652 e 1664, rimaste decisamente in secondo piano⁴. Eppure fu con le comete del 1664-65 che per la pri-

³ «Post vetustiores aevi artifices Ptolomaeum, Regiomontanum, Copernicum, unicus astronomiae instaurator Tycho Braheus [...] hanc viam feliciter ingressus Iohannes Antonius Magnus, Ioannes Keplerus» (Joannes Tonski, *De cometa, dogma mathematicum*, Cracoviae, apud L. Kupisz, 1653). Su quanto questa celebrazione abbia riguardato soprattutto il lato 'pratico' dell'opera ticonica, lasciandone in ombra il progetto teorico, cfr. Giorgio Strano, Giancarlo Truffa, *Tycho Brahe cosmologist: an overview on the genesis, development and fortune of the geo-heliocentric World-system*, in M. Bucciandini, M. Camerota, S. Roux (eds.), *Mechanics and Cosmology in the Medieval and Early Period*, Firenze, Olschki, 2007, pp. 74-85. In realtà, anche la consuetudine alla registrazione meticolosa delle osservazioni cometarie andrebbe fatta risalire proprio a Regiomontano e Toscanelli, come sostenuto in Peter Barker, Bernard Goldstein, *The role of comets in the Copernican Revolution*, in *Studies in History and Philosophy of Science*, XIX, 1988, pp. 299-319.

⁴ Una rassegna bibliografica fondamentale della produzione a stampa è in Volker F. Brünig, *Bibliographie der Kometenliteratur*, in *Hiersemann Bibliographische Handbücher*, band 15, Stuttgart, 2000; meno esaustivo dal punto di vista bibliografico, ma comprensivo di contributi extraeuropei e di sintetiche descrizioni delle comete, è Gary W. Kronk, *Cometography. A Catalog of Comets, Volume I: Ancient-1799*, Cambridge Univ. Press, 1999; si veda anche Donald K. Yeomans, *Comets. A Chronological History of Observation, Science, Myth and Folklore*, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore, John Wiley & Sons, 1991, pp. 70 ss. Alcuni studi che si sono soffermati sul periodo in esame: J. A. Ruffner, *The curved and the straight: cometary theory from Kepler to Hevelius*, in *Journal for the History of Astronomy*, II,

ma volta si formò la convinzione di essere sul punto di comprenderne le leggi del moto: la consuetudine della catalogazione delle osservazioni aveva portato con sé l'esigenza di un inquadramento teorico univoco. Per conseguirlo si dovette passare attraverso una serie di conquiste e superare non pochi ostacoli, *in primis* quello di riconoscere e concedere lo *status* di oggetto celeste a tutti gli effetti.

Ripercorrere quel che si è qui chiamato 'secolo delle comete' significa cogliere anche le fasi intermedie del dibattito. È allora opportuno ridare voce ai decenni centrali del secolo, rimasti a margine della ricostruzione, come se in quell'arco temporale le comete fossero cadute nell'oblio, mentre ogni apparizione continuava ad assorbire puntualmente l'attenzione con un carattere di urgenza, così tipico di un fenomeno ritenuto anomalo e imprevedibile.

Più di una volta si prospettò l'eventualità di ulteriori e contemporanei avvistamenti, dando la sensazione che ci si potesse ritrovare davanti a un evento eccezionale come quello di quasi cinquant'anni prima, quando, nel biennio 1618-19, si erano viste fino a tre comete solcare il cielo (per qualcuno addirittura quattro⁵). Il possibile ripetersi di una grande congiunzione cometaria solleticava eruditi e astrologi (nonché autori di componimenti in versi intitolati alla *triplice* cometa⁶), ma per un astronomo consumato non era difficile discernere di volta in volta il frutto dell'inesperienza accompagnata dall'onda emotiva sollevata dalle precedenti apparizioni⁷.

A fronte del proliferare di avvistamenti si dispiegò la rete informativa del principe Leopoldo di Toscana, che a Bologna trovò nel senatore Annibale Ranuzzi un interlocutore privilegiato e, mentre riceveva da Roma sistematiche relazioni grazie a Michelangelo Ricci, affidò a Filippo Marucelli l'incarico di mantenere i contatti con l'ambiente scientifico francese, del quale Ismael

1971, pp. 178-194; Roger Ariew, *Theories of comets at Paris during the Seventeenth century*, in *Journal for the History of Ideas*, LIII, 1992, pp. 355-372; Veronica Campinoti, *Galileo contro Aristotele nello Studio di Pisa: resoconto di una disputatio circularis di Alessandro Marchetti sulla natura delle comete*, in *Galilaeana*, III, 2006, pp. 217-228; Luciano Boschiero, *Giovanni Borelli and the comets of 1664-1665*, in *Journal for the History of Astronomy*, XL, 2009, pp. 11-29.

⁵ Nelle parole di un anonimo recensore, «he would not have men surprised, that there have been two comets within so short a time; seeing, saith he, there were four, at least three, in the year 1618» (in *PhTr*, I, May 8 1665, p. 40).

⁶ Anonimo, *Cometicon seu de triplici comete anni 1664 et 1665*, Venetiis 1665.

⁷ «Si era qui sparso che a prima sera comparisse un'altra cometa, e ciò anche è stato scritto da Pistoia, ma a questo errore ha dato occasione quella nebulosa grande che è nella costellazione del Cancro, la quale avvertita ora dai poco pratici, gli fa credere che ella sia un'altra cometa» (Giovanni Alfonso Borelli a Leopoldo de' Medici, Pisa, 15 aprile 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 159v.).

Boulliau fu il principale corrispondente⁸. L'accumulo di resoconti e gli intensi scambi epistolari con i *savants* e i centri culturali europei confermarono la corte medicea come vero e proprio centro di raccolta di dati e la resero un motore di circolazione delle idee di primaria importanza nell'area italiana⁹. La corrispondenza del principe Leopoldo costituisce una fonte preziosa nella riscoperta dei costanti contatti con il ceto intellettuale bolognese.

Studi recenti hanno inoltre rivalutato il fermento culturale e la vivacità degli studi scientifici nella Roma barocca. Rimasta a lungo ai margini della scena italiana, sull'onda di una tendenza a relegarla in un periodo di ombra, gettata dalle vicende del processo a Galileo, la corte dei Papi è stata riportata dalla moderna storiografia in una luce più appropriata¹⁰:

Les protagonistes de la vie scientifique romaine ne se réduisent pas aux seuls jésuites. Dans ce milieu très spécifique de la Rome pontificale, au-de-là de «l'échec» de l'Accademia dei Lincei, les années 1630-1660 sont caractérisées de personnalités diverses aux intérêts scientifiques variés¹¹.

Nel 1665 furono le residenze romane del cardinale Mario Chigi e di Cristina di Svezia a contendersi la consulenza di un Cassini impegnato nel portare a compimento la sua grande teoria cinematica dei moti cometari.

⁸ «Il Padre Onorato Fabri che mi diede le osservazioni per inviarle a V.A.S., come feci l'ordinario passato, mi ha dato dipoi il foglio qui aggiunto dove ha corrette le prime, le quali avea scritte con molta fretta» (Michelangelo Ricci a Leopoldo, Roma, 30 dicembre 1664, in BNCF, ms. Gal 277, c. 75r.); «Il Sig.re Tevenot non ha, che io mi sappia, dato fuori discorso alcuno sopra la moderna cometa, mi promesse bene di comunicarmi un trattato escito in luce su tal materia»; «Vo distribuendo gl'otto esemplari del prementovato ragionamento a' periti e curiosi dell'astronomia» (Filippo Marucelli a Leopoldo, Parigi, 20 e 27 marzo 1665, in BNCF, ms. Gal 277, cc. 142r. e 144r.).

⁹ Borelli si rivolgeva costantemente a Leopoldo per ottenere dati che suffragassero le proprie ipotesi: «potrebb'essere che in questi 3 giorni seguenti che noi abbiamo avuto nuvolosi a Bologna o Roma s'abbi potuto osservare il corso della detta cometa e però la supplico istantemente ad informarsi se nei detti tre primi giorni dell'anno si è ridotta la cometa a camminare intorno a tre gradi il giorno ed anche meno come io credo» (G. A. Borelli a Leopoldo, Pisa, 3 gennaio 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 84r.); Urbano Davisi prometteva di trasmettere a Firenze solleciti ragguagli: «Questo è quanto per adesso posso dire a V.A.S. rozzamente osservato, e se altro qui si osserverà, e che sia notevole, procurarò inviarlo» (U. Davisi a Leopoldo, Venezia, 27 dicembre 1664, in BNCF, ms. Gal 277, c. 74r.).

¹⁰ Oltre a Jean Michel Gardair, *Le «Giornale de' Letterati» de Rome (1668-1681)*, Firenze, Olschki, 1984, che resta di riferimento, si vedano i lavori raccolti in Antonella Romano e Maria Pia Donato (eds.), *La culture scientifique à Rome à la Renaissance*, in *Mélanges de l'École Française de Rome*, CXIV, 2002.

¹¹ A. Romano, *Les Jésuites dans la culture scientifique romaine (1630-1660)*, in C. L. Frommel, E. Sladek (eds.), *Francesco Borromini*, Milano, Electa, 2000, p. 330.

Se aver parlato di ‘onda emotiva’ può sembrare esagerato, va ricordato come la questione *de cometis* non soltanto incuriosisse molti potenti mecenati, ma catalizzasse l’interesse di moltissimi studiosi, fungendo talora da pretesto per occuparsi d’astronomia,

nella quale mi sono solamente affacciato nel fracasso di queste comete, per non haver a restare affatto muto quando tutti gli altri parlavano a proposito, o a sproposito, di esse¹².

Il nobiluomo Filippo Magalotti, già corrispondente di Galileo, era persino infastidito dal seguito, a suo dire eccessivo, che il fenomeno suscitava, ritenendolo dettato più da una ‘moda’ che dall’effettiva rilevanza scientifica dell’argomento¹³. Il matematico Stefano degli Angeli, professore dello Studio di Padova, spiegando come esse lo distogliessero dall’attività accademica e non gli permettessero praticamente di occuparsi d’altro, si diceva «impedito dalle lezioni che bisogna fare in questo Studio in materia delle comete, che ho intrapreso a trattare di nuovo»¹⁴.

Il carattere di urgenza con cui ci si trovava ad allestire programmi di osservazioni cometarie condizionava il lavoro degli scienziati: ogniqualevolta si spargeva voce di una nuova cometa, essa irrompeva inevitabilmente nelle loro occupazioni e li costringeva ad attivarsi in condizioni spesso disagiati e con mezzi di fortuna¹⁵. Giovanni Alfonso Borelli, reduce dalla stampa della

¹² «[...] e principalmente per aiutare il Cassini nelle osservazioni, le quali sarebbe stato impossibile ch’egli facesse solo» (Ottavio Falconieri a Leopoldo, Roma, 25 aprile 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 168r.).

¹³ «Intorno alla cometa, io non ti ho detto niente, perché a noi altri non riuscendo nuove, né meravigliose tali generazioni, non ci sovviene così facilmente, che egli è conveniente mostrar di far caso di simili cose, per non rendersi o odiosi, o invidiati da qualche ignorante [...] in quanto a me, non fo maggior caso d’una cometa, che dell’arco baleno, o di ch’e’ tuoni, o di ch’e’ piova» (F. Magalotti a O. Falconieri, 23 dicembre 1664, in Giovanni Targioni Tozzetti, *Notizie degli aggrandimenti delle scienze fisiche accaduti in Toscana nel corso di anni LX del secolo XVII*, I, p. 396).

¹⁴ «La curiosità della materia fa concorrere per frequenza d’auditori da tutte le sorti, che me obbliga maggiormente ad applicarci» (Stefano Degli Angeli a Leopoldo, Padova, 21 febbraio 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 117r.).

¹⁵ Come accadde a Borelli, «avvisato dal sig.r cavalier Levoli e dal Taccola mentre giravano per costodir le ripe d’Arno dalla piena, che vi era una cometa sopra l’orizzonte. Mi vestij subito con la maggior diligenza che potei, in quella strettezza di tempo l’osservai e notai il luogo non con altri instrumti che con i fili all’usanza del Mestlino e del Galileo» (G. A. Borelli a Leopoldo, Pisa, 18 dicembre 1664, in BNCF, ms. Gal 277, c. 58r.). Davisi rese al Principe una testimonianza molto simile: «trovandomi in Treviso, sentii vociferare che si vedeva una cometa. Procurai vederla, che fu la notte avanti il martedì delli 23 alle due ore dell’horologio [...]». Feci subito ritorno a Venezia, pensando trovare studiosi con instrumti a proposito, e che di

Lettera di Mutoli (pseudonimo per il suo scritto sulla cometa del 1664), dovette interrompere la stesura del *De vi percussionis* per seguire una nuova apparizione, quasi obbligato dalla circostanza e ansioso di poter tornare alla precedente occupazione. Eppure «con grandissima fretta» provvide a fabbricarsi un sestante apposito¹⁶. Pierre Petit, ingegnere e geografo di Luigi XIV, sottolineava l'importanza di prendere una qualche posizione originale, pur di gettare nuova luce sulla questione cometaria, poiché gli pareva semplicemente inconcepibile disinteressarsene¹⁷.

Non era soltanto una questione di rarità degli avvistamenti e di imprevedibilità della loro durata: accanto a questi fattori, che non permettevano indugi o differimenti, la cometa chiamava in causa temi importanti, connessi alla percezione del sistema del Mondo e all'impostazione del metodo scientifico.

Ritornando a Kuhn, nel suo fortunatissimo e ormai classico libro sulle rivoluzioni scientifiche e, soprattutto, in *The Copernican Revolution*, dedicava alcune pagine al ruolo che lo studio delle comete ricoprì come termine di passaggio al nuovo 'paradigma'¹⁸. Pur chiarendo come esse non avessero «assolutamente nulla a che vedere con il moto della Terra» e potessero essere «spiegate senza difficoltà tanto da un astronomo tolemaico che da uno copernicano», ha rilevato quanto le comete nutrissero una speranza, necessariamente illusoria per uno scienziato del Seicento: quella di disporre, una volta aggirati gli scogli osservativi che ne impedivano la collocazione definitiva, di un potente strumento per spianare la strada al copernicanesimo. Accettando la prospettiva proposta dallo studioso statunitense e individuando, nell'ambito delle 'grandi' Rivoluzioni scientifiche, la coesistenza di rivoluzioni 'interne' a una singola comunità¹⁹, si potrebbe parlare di una 'rivoluzione cometaria' che appassionò gli astronomi del secondo Seicento e portò i suoi frutti all'interno della Rivoluzione copernicana (newtoniana). È un punto di vista che può non piacere a chi ha messo in discussione il concetto stesso di rivoluzione in

già avessero fatto l'osservazioni, ma trovai che qui anchora la cosa era in principio; onde sollecitati alcuni si sono fatte alcune osservazioni, benché non con tutta diligenza per causa di mancanza di instrumenti» (U. Davisi a Leopoldo, Venezia, 27 dicembre 1664, in BNCF, ms. Gal. 277, c. 73r.).

¹⁶ «Benché questa nuova cometa m'abbia interrotto le speculazioni ch'io avevo incominciato a fare della forza della percossa tuttavia vi ritornerò presto» (G. A. Borelli a Leopoldo, Pisa, 13 aprile 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 159v.).

¹⁷ «En ces matieres il vault mieux hazarder de dire quelque chose de nouveau apres avoir refuté ce qui ne paroit pas vraysemblable, que de ne rien produire du tout. J'en laisse le jugement a V.A., qui doit servir de regle à celuy de tous les scavants et à toute la posterité» (Pierre Petit a Leopoldo, Parigi, 7 agosto 1665, in BNCF, ms. Gal 277, c. 212v.).

¹⁸ Cfr. T. S. Kuhn, *La rivoluzione copernicana*, Torino, Einaudi, 1957, pp. 206 ss.

¹⁹ T. S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, cit., p. 218.

scienza²⁰; pure, rimane un fatto che vi siano stati momenti e luoghi nei quali si assistette a impulsi decisivi, innescati da fattori disparati: il modo di riconoscerli, circoscriverli, analizzarli, interpretarli risente inevitabilmente dalla formazione e dalle scelte di chi se ne fa carico. Ciò che più importa è che ciò possa servire a proporre prospettive e scenari inediti all'indagine storica.

In nota a un memorabile saggio, Imre Lakatos ed Elie Zahar indicavano nelle comete, così difficilmente inquadrabili in un sistema di moti circolari, una delle anomalie più problematiche all'interno del processo di affermazione del programma di ricerca copernicano²¹. Ancora, il grande epistemologo ungherese ha visto nell'antisolarità delle code cometarie un classico esempio di ostacolo tacitamente messo da parte dalla sempre più culturalmente egemone comunità dei newtoniani, il cui programma conobbe da subito un'inarrestabile supremazia²². In realtà i meccanismi di formazione delle code avevano invece appassionato gli astronomi del secolo precedente, spingendoli a ipotesi che si avvicinano molto all'attuale concetto di pressione di radiazione solare:

Est quidem caudae cometae materia lucida in longum porrecta et Soli aversa: quam impellentes radii solares protendendam faciunt²³.

E va osservato che il problema non fu del tutto trascurato, ma venne affrontato pressoché nei medesimi termini anche nel corso del XVIII secolo:

il est très-probable que la queue des comètes est composée des vapeurs les plus légères, émanées de la comète et sur-tout de son atmosphère, raréfiées extrêmement par la chaleur du Soleil, et élevées, soit par l'impression des rayons solaires, soit par celle de l'éther ambiant, qui devient par la chaleur qui lui est communiquée plus léger que l'éther supérieur, soit enfin plus probablement par la réunion de ces deux causes²⁴.

²⁰ Senza voler riprendere un dibattito che trascende gli intenti di queste pagine, penso a Steven Shapin, *La Rivoluzione scientifica*, Einaudi, Torino, 2004.

²¹ Imre Lakatos, Elie Zahar, *Why did Copernicus's programme supersede Ptolemy's?*, in R. Westman (ed.), *The Copernican achievement*, California Univ. Press, 1975, pp. 374 ss.

²² I. Lakatos, *Newton's effect on scientific standards*, in J. Worrall and G. Currie (eds.), *Philosophical Papers*, vol. I: *The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1978.

²³ Ismael Boulliau a G. D. Cassini, Parigi, 30 gennaio 1654, in BNF, *Reserve des livres rares*, ms. V.240, op. 1, cc. non num.

²⁴ Alexandre Guy Pingré, *Cométographie ou traité historique et théorique des comètes*, Paris, 1783, tome II, p. 216.

Dunque, la cometa come materia d'indagine complessa e multiforme, «mille tricis implicata»²⁵, capace di offrire spunti per l'affermazione della nuova astronomia, ma foriera di altrettanti aspetti problematici e insidiosi.

Peter Barker e Bernard Goldstein hanno affrontato più recentemente il problema, mettendo in primo piano proprio le comete nell'ambito della 'Rivoluzione astronomica': nel dare «a picture of the Copernican Revolution in which theories of comets and observations of comets played a pivotal role in the conflict between ancient and modern cosmologies»²⁶, hanno mostrato come solo in prima approssimazione (secondo un'ottica kuhniiana di passaggio dal paradigma della fisica aristotelica a quello della meccanica celeste) si possa vedere in tale anomalia un vero e proprio motivo di rottura. Mettendo infatti l'«anomalia cometaria» sotto la lente d'ingrandimento della ricostruzione storica, vi si possono scorgere elementi di continuità con una tradizione di scienza medievale: Tycho sarebbe sì un anticipatore della caduta del dualismo aristotelico fra mondo lunare e mondo sublunare, ma preparato a sua volta da un approccio osservativo inaugurato nel Quattrocento grazie a Toscanelli e Regiomontano e sfociato nelle teorie ottiche risalenti ad Apiano. Teorie ottiche che, per di più, erano in grado di offrire un modello non solo di frattura, ma anche *sostitutivo* di quello aristotelico²⁷.

Secondo un ulteriore punto di vista, sarebbe del resto altrettanto lecito sostenere che la cometa *non* costituisca affatto elemento di discontinuità, almeno nella cultura media e popolare, che considerava la cometa una 'stella' a tutti gli effetti, prescindendo dal dibattito sulla localizzazione e sulla sua vera natura. In un simile contesto, il merito di Tycho rimarrebbe quello di avervi applicato la sua straordinaria attitudine di osservatore, sottoponendo questi oggetti a un'indagine serrata e rigorosa.

Altri studiosi hanno compiuto operazioni simili, incentrando sulle teorie cometarie i loro contributi e interrogandosi su quanto l'approfondimento del problema abbia inciso sul progresso delle conoscenze astronomiche cinque-seicentesche. Molti di essi si sono soffermati sul periodo galileiano, analizzando l'opera di grandi figure, quali lo stesso Pisano, Kepler e Hevelius, e raramente si sono spinti oltre il secondo decennio del secolo. In un progressivo

²⁵ Carlo Antonio Manzini, *Stella Gonzaga sive Geographica ad Terrarum orbis ambitum et meridianorum differentias tractatus*, Bononiae, Typis HH Ducijs, 1654 p. 4.

²⁶ P. Barker, B. Goldstein, *The role of comets*, cit., p. 300.

²⁷ Cfr. P. Barker, B. Goldstein, *The role of comets*, cit., pp. 307-315. Secondo Barker, le teorie di Gemma Frisio e Jean Pena, grazie a sole considerazioni ottiche sulla natura delle comete come «spherical lenses», sarebbero già state in grado di mettere in crisi il modello aristotelico, e con maggior successo delle misurazioni ticoniche (cfr. P. Barker, *The optical theory of comets from Apianus to Kepler*, in *Physis*, XXX, 1993, p. 11).