INTRODUZIONE

In un breve e recente articolo Steven Shapin ha fatto il punto sull'attuale stato di crisi della storia della scienza, in termini di seguito e interesse, anche all'interno delle stesse comunità accademiche¹. Uno stato derivato in gran parte dall'atteggiamento (ormai noto e ben radicato in tutte le attività scientifiche e umanistiche) che lo studioso chiama «hyperprofessionalism», individuandone alcune 'piaghe' ben precise. Fra esse, l'*auto-referenzialità* e la *ristrettezza di campo*, sia in senso geografico sia in senso temporale, mi interessano qui particolarmente. Se, da un lato, queste tendenze costituiscono problemi per la comunità degli storici, di contro possono (e devono) essere adeguatamente valorizzate, così da rivelarsi autentiche risorse, dal momento che «the problem is not the scale of what we write about, but our interest in writing about our subjects and the connections we make as we write about them»².

Poiché la presente tesi si propone sin dal titolo come lavoro assai *specifico*, può ricadere proprio in questi rischi. Essa segue un arco di tempo di poco più di un ventennio ed è incentrata su una realtà culturale ben delimitata. Così, accogliendo il suggerimento di Shapin, è il caso di chiedersi *perché* interessarsi a questo tema e individuare possibili agganci al dibattito, assai più ampio, storico ed epistemologico degli ultimi decenni, spendendo inoltre alcune parole sulla scelta che ha guidato la connotazione così locale di questo lavoro (il nome di Giovanni Domenico Cassini basta a giustificare in parte questa ambientazione: giunto a Bologna per ricoprire la cattedra di astronomia nel 1650, diventerà, con la sua chiamata a Parigi nel 1669, uno degli astronomi europei più importanti del suo secolo).

¹ S. SHAPIN: *Hyperprofessionalism and the Crisis of Readership in the History of Science*, «Isis», 96 (2), 2005, pp. 238-243

² Ivi, pag. 242.

Nell'estate del 2005 e nei primi giorni del 2006 navette spaziali appositamente predisposte si sono portate in prossimità dell'orbita di due comete. Scopo, scoprirne la costituzione del nucleo, ancora in parte misteriosa e priva di una teoria in grado di rendere inequivocabilmente conto di parametri fondamentali quali la densità stimata della materia che lo costituisce, tanto da poter asserire che «the true nature of cometary nuclei still eludes us»³. Ancora ai nostri giorni questi corpi celesti rappresentano per certi aspetti un mistero e una chiave per comprendere a fondo la genesi e la composizione dei corpi del Sistema solare.

Le questioni in gioco, oggi, quando esiste un'apposita procedura adottata dagli osservatori per 'battersi sul tempo' e 'battezzare' nuove comete, sono ovviamente molto diverse dagli interrogativi che angustiavano gli scienziati del Seicento: l'avvento della meccanica celeste e dell'analisi numerica hanno reso possibili la comprensione e la previsione delle orbite delle comete e il progresso degli strumenti ottici ne ha permesso avvistamenti sempre più precisi e numerosi, al punto che gli stessi sistemi di nomenclatura e catalogazione hanno dovuto essere più volte aggiornati (l'ultimo è del 1994)⁴. Eppure, proprio gli astronomi del Seicento possono essere considerati i progenitori degli odierni "cacciatori" di comete – per quanto problematica rimanga l'assegnazione di un punto di partenza a una tradizione di pensiero o a una prassi scientifica. Come ha osservato Thomas Kuhn, infatti, «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?»⁵.

Nella cornice della Rivoluzione scientifica, le comete diventano fonte di grande interesse e oggetto di vivaci dibattiti almeno dai lavori di Tycho e Maestlin del 1577 e fino alle celebri apparizioni del 1618-1619. La comprensione dei loro moti costituisce uno dei fattori di affermazione, con i lavori di Halley dei primi anni '80 del secolo, della meccanica newtoniana.

Tuttavia negli anni centrali del secolo le comete sembrano quasi sparire dalla scena. In realtà l'interesse per il tema cometario continua a essere al centro delle tematiche astronomiche e vi sono almeno due momenti in cui esso assume grande rilevanza: nel 1652 e, soprattutto, nel biennio 1664-65, quando l'apparizione di due comete di splendore

³ P. WEISSMAN, *A Comet tale*, «Sky & Telescope», 111 (2), 2006, p. 41.

⁴ Cfr. J. M. OLSON, J. M. PASACHOFF, *Fire in the Sky. Comets and Meteors, the decisive Centuries, in British art and science*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1998, p. 11.

⁵ T. S. KUHN, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1995, p. 145.

inusitato (specie la prima «a singulièrement exercé les presses des imprimeurs»⁶) impegna gli astronomi di tutta Europa⁷.

In quelle occasioni, più di una volta si prospetta l'eventualità di ulteriori e contemporanei avvistamenti, che alimentano l'impressione che ci si possa 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 (ma per qualcuno erano state addirittura quattro⁸). La possibilità del ripetersi di una grande congiunzione cometaria solletica eruditi e astrologi (nonché autori di componimenti in versi intitolati alla *triplice* cometa⁹), ma per un astronomo consumato non è difficile discernere di volta in volta il frutto dell'inesperienza accompagnata dall'onda emotiva sollevata dalle precedenti apparizioni¹⁰. A fronte di questo proliferare di avvistamenti si dispiega la rete informativa del principe Leopoldo di Toscana, che a Bologna trova nel senatore Annibale Ranuzzi un interlocutore privilegiato, riceve da Roma sistematiche relazioni grazie a Michelangelo Ricci e affida a Filippo Marucelli l'incarico di mantenere i contatti con l'ambiente scientifico francese¹¹. L'accumulazione di resoconti e gli intensi contatti epistolari con i *savants* e i centri culturali europei confermano la corte medicea come vero e proprio centro di raccolta dati e la rendono un motore di scambio e circolazione delle idee di primaria

⁶ A. PINGRÉ, *Cométographie ou Traité historique et théorique des Comètes*, Paris, 1783, tome II, p. 10.

⁷ Una rassegna bibliografica fondamentale della loro produzione a stampa è in V. F. BRÜNING, *Bibliographie der Kometenliteratur*, «Hiersemann Bibliographische Handbücher», band 15, Stuttgart, 2000 (si vedano pp. 177-187 per la cometa del 1652 e pp. 193-235 per quelle del 1664 e del 1665). Meno esaustivo dal punto di vista bibliografico, ma comprensivo di contributi extraeuropei e di sintetiche descrizioni delle comete, è G. W. KRONK, *Cometography. A catalog of comets, Volume I: Ancient-1799*, Cambridge Univ. Press, 1999, pp. 346-360.

⁸ Nel commento ai lavori di Adrien Auzout apparsi sulle *Philosophical Transactions* si legge che «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» (*PHIL. TRANS.*, I (3), May 8 1665, p. 40).

⁹ [ANONIMO], *Cometicon seu de triplici Comete anni 1664 et 1665*, Venetiis 1665 – cfr. *infra*, cap. V, 2.

¹⁰ «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», G. A. Borelli a Leopoldo, Pisa, 15 aprile 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 159v. Altri casi di “falsi allarmi” e relative smentite sono trattati nel terzo capitolo del presente lavoro.

¹¹ «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, e fu quello ch'io presi sicurtà di trasmettere a V. A. S. Mi son parsi molto sugosi gl'obbietti stesi nella scrittura che l'A. V. si è degnata mandarmi per doverla rimettere con qualche precedente lenitivo in mano del Sig.re Bouillaud»; «Nel mandare al Sig.re Bouillaud il piego di V. A. S. dove era accluso il discorso stampato in Pisa sopra la moderna cometa, gl'ho fatto sapere haver io qualch'altra scrittura da comunicargli nell'istessa materia [...], et io gl'esibirò con gl'addolcimenti opportuni il manoscritto dall'A. V. inviatomi, contenente gl'obbietti delle sue osservazioni, et essendo egli discretissimo son certo che non lo piglierà a male. Vo distribuendo gl'otto esemplari del prementovato ragionamento a' periti e curiosi dell'astronomia», F. Marucelli a Leopoldo, Parigi, 20 e 27 marzo 1665, in BNF, ms. Gal 277, cc. 142r. e 144r.

importanza nell'area italiana¹². La corrispondenza del principe Leopoldo costituisce per noi una fonte preziosa, specie per i costanti contatti con il ceto intellettuale bolognese.

Va altresì tenuto presente come studi recenti abbiano rivalutato il fermento culturale e la vivacità degli studi scientifici nella Roma barocca. Rimasta a lungo ai margini del panorama italiano, 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 appropriata¹³:

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 variés.¹⁴

È una Roma che nel 1665, fra le residenze del cardinale Mario Chigi e di Cristina di Svezia, si contende la consulenza del Cassini, che vi porta a compimento la sua grande teoria cinematica dei moti cometari¹⁵.

Se parlare di 'onda emotiva' può sembrare esagerato, va ricordato come la questione *de cometis* incuriosisca non soltanto molti potenti mecenati, ma catalizzi 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 esse»¹⁶. Il nobiluomo Filippo Magalotti, già corrispondente di Galileo, sembra addirittura infastidito dall'interesse, a suo dire eccessivo, che il fenomeno suscita, ritenendolo dettato più da una

¹² Borelli si rivolge costantemente a Leopoldo per ottenere dati che suffraghino le sue ipotesi: «[...] potrebb'essere che in questi 3 giorni seguenti che noi abbiamo avuto nuvolosi a Bologna o Roma s'abbì 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», Borelli a Leopoldo, Pisa, 3 gennaio 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 84r.; Urbano Davisi promette 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»; Venezia, 27 dicembre 1664, ivi, c. 74r.) e Michelangelo Ricci trasmette sistematici resoconti da Roma («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», Ricci a Leopoldo, Roma, 30 dicembre 1664, ivi, c. 75r.).

¹³ Oltre a J. M. GARDAIR, *Le «Giornale de' letterati» de Rome (1668-1681)*, Firenze, Olschki, 1984, che resta di riferimento, si vedano i lavori raccolti in *La culture scientifique à Rome à la Renaissance*, a cura di A. Romano e M. P. Donato, «Mélanges de l'École Française de Rome», 114 (2), 2002, in particolare A. ROMANO, *Sciences, activités scientifiques et acteurs de la science dans la Rome de la Renaissance* (ivi, pp. 467-475).

¹⁴ ROMANO, *Les jésuites dans la culture scientifique romaine (1630-1660)*, in Francesco Borromini, a cura di C. L. Frommel, E. Sladek, Milano, Electa, 2000, p. 330.

¹⁵ Cfr. infra, cap. V, 3.

¹⁶ «[...] 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 BNF, ms. Gal 277, c. 168r.

‘moda’ che dall’effettiva rilevanza scientifica dell’argomento¹⁷. Il matematico Stefano degli Angeli, professore nello Studio di Padova, spiegando come esso lo distolgano dalla propria attività accademica e non gli permettano praticamente di occuparsi d’altro, si dice «impedito dalle lezioni che bisogna fare in questo Studio in materia delle comete, che ho intrapreso a trattare di nuovo. La curiosità della materia fa concorrere per frequenza d’auditori da tutte le sorti, che me obliga maggiormente ad applicarci»¹⁸.

Il carattere di urgenza con cui ci si trova ad allestire programmi di osservazioni cometary condiziona il lavoro degli scienziati: ogniqualvolta si sparge voce di una nuova cometa, essa irrompe inevitabilmente nelle loro occupazioni e li costringe a operare in condizioni spesso disagiati e con mezzi di fortuna¹⁹. Lo stesso Giovanni Alfonso Borelli, reduce dalla stampa della *Lettera* di Mutoli, la sua opera sulla cometa del 1664, dovrà interrompere la stesura del *De vi percussionis* per dedicarsi a una nuova apparizione, quasi costretto dalla circostanza e ansioso di poter tornare alla sua precedente occupazione. Eppure «con grandissima fretta» provvederà a fabbricarsi un sestante apposito²⁰. Pierre Petit, ingegnere e geografo di Luigi XIV, sottolinea l’importanza di prendere una qualche posizione originale, pur di progredire nella conoscenza della materia, parendogli inconcepibile disinteressarsene²¹.

Non è soltanto una questione di rarità degli avvistamenti e di imprevedibilità della loro durata: accanto a questi fattori, che non permettono indugi o differimenti, la cometa

¹⁷ «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’è’ tuoni, o di ch’è’ piova» (F. Magalotti a O. Falconieri, 23 dicembre 1664, in G. TARGIONI TOZZETTI, *Notizie degli aggrandimenti delle scienze fisiche accaduti in Toscana nel corso di anni LX del secolo XVII*, I, p. 396).

¹⁸ S. Degli Angeli a Leopoldo, Padova, 21 febbraio 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 117r.

¹⁹ Come accade a Borelli, «[...] avvisato dal Sig.r Cavalier Levoli e dal Taccola mentre giravano per custodir 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 instrumenti che con i fili all’usanza del Mestlino e del Galileo», Borelli a Leopoldo, Pisa, 18 dicembre 1664, in BNF, ms. Gal 277, c. 58r.; il gesuato Davisi rende al principe una testimonianza 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’orologio [...]. Feci subito ritorno a Venezia, pensando trovare studiosi con instrumenti a proposito, e che di già havessero fatto l’osservationi, ma trovai che qui anchora la cosa era in principio; onde sollecitati alcuni si sono fatte alcune osservationi, benché non con tutta diligenza per causa di mancanza di instrumenti» (U. Davisi a Leopoldo, Venezia, 27 dicembre 1664; ivi, c. 73r.).

²⁰ Cfr. *infra*, cap. III, n. 132. «Benché questa nuova cometa m’abbia interrotto le speculazioni ch’io avevo incominciato a fare della forza della percossa tuttavia vi ritornerò presto», Borelli a Leopoldo, Pisa, 13 aprile 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 159v.

²¹ «Cependant je la supplie tres humblement d’avoir agreable ce que j’ay escrit sur le sujet des cometes, bien differement au moins de tout ce qui en avoit esté pensé jusques à present, si ce n’est pas plus veritablement. Mais en ces matieres il vault mieux hazarder de dire quelque chose de nouveau apres avoir refuté ce qui ne paroît 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», P. Petit a Leopoldo, Parigi, 7 agosto 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 212v., mio il corsivo.

chiama in causa temi importanti, connessi alla percezione del sistema del Mondo e all'impostazione del metodo scientifico.

Thomas Kuhn, nel suo fortunatissimo e oramai classico lavoro sulle rivoluzioni scientifiche e, in particolare, in *The Copernican Revolution*, dedicava alcune pagine al ruolo che lo studio delle comete (specie la ricerca delle loro parallassi e delle loro distanze) ricoprì come termine di passaggio al nuovo 'paradigma'²². 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, una volta aggirati gli scogli osservativi che ne permettessero la collocazione definitiva, potessero costituire un potente strumento nelle mani degli scienziati anti-aristotelici e contribuire a spianare la strada al copernicanesimo. Si potrebbe qui osservare che, accettando la prospettiva proposta dallo studioso statunitense e spingendosi a individuare, nell'ambito delle "grandi" Rivoluzioni scientifiche, la coesistenza di rivoluzioni "interne" a una singola comunità²³, si potrebbe parlare di una "rivoluzione cometaria" che appassionò gli astronomi del secondo Seicento e portò i suoi frutti all'interno della "grande" Rivoluzione copernicana (ma potremmo dire newtoniana).

In nota a un loro 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" copernicano²⁴. 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 supremazia²⁵. In realtà va osservato che il problema, nel corso del XVIII secolo, viene affrontato, formulando peraltro ipotesi che si avvicinano molto all'attuale concetto di pressione di radiazione solare, l'effettiva responsabile della formazione delle code:

[...] il est très-probable que la queue des comètes est composée des vapeurs les plus légères, émanées de la comète & sur-tout de son atmosphère, raréfiées extrêmement par la chaleur du soleil, & élevées, soit par l'impression des rayons solaires, soit par celle de

²² Cfr. KUHN, *La rivoluzione copernicana*, Torino, Einaudi, 1957, p. 206 e sgg.

²³ KUHN, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, cit., p. 218.

²⁴ I. LAKATOS, E. ZAHAR *Why did Copernicus's programme supersede Ptolemy's?*, in *The Copernican Achievement*, ed. by R. Westman, California Univ. Press, 1975, pp. 374 e sgg.

²⁵ LAKATOS, *Newton's effect on scientific standards*, «Philosophical papers», vol. I: *The methodology of scientific research programmes*, ed. by J. Worrall and G. Currie, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1978.

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 causes.²⁶

Dunque, la cometa come materia d'indagine *complessa e multiforme*, «qui mille tricis est implicata»²⁷, materia che offriva sì spunti per l'affermazione della nuova astronomia, ma presentava altrettanti aspetti problematici e insidiosi.

Più recentemente Barker e Goldstein hanno affrontato 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»²⁸, essi hanno mostrato come solo in prima approssimazione si possa leggere, in un'ottica kuhniana di passaggio dal "paradigma" della fisica aristotelica a quello della meccanica celeste, tale anomalia come vero e proprio elemento di rottura. Mettendo infatti l'«anomalia cometaria» sotto la "lente d'ingrandimento" della ricostruzione storica, vi si possono scorgere più 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 rottura con quello aristotelico, ma anche *sostitutivo* a esso²⁹.

Secondo un ulteriore punto di vista, sarebbe del resto altrettanto lecito sostenere che la cometa *non* costituì affatto elemento di rottura, almeno nella cultura media e popolare (basti pensare proprio all'astrologia nella quale le comete avevano un ruolo di primo piano): infatti essa era considerata a tutti gli effetti 'stella' (o 'aster') prescindendo dal dibattito sulla loro localizzazione e la loro 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

²⁶ PINGRÉ, *Cométographie*, cit., tome II, p. 216.

²⁷ C. A. MANZINI, *Stella Gonzaga sive Geographica ad Terrarum Orbis ambitum et meridianorum differentias tractatus*, Bononiae, Typis HH Ducijs, 1654 p. 4 (cfr. *infra*, cap. I, 3).

²⁸ P. BARKER, B. R. GOLDSTEIN, *The role of Comets in the Copernican Revolution*, «Studies in History and Philosophy of Science», XIX (3), 1988, p. 300.

²⁹ Cfr. *ivi*, pp. 307-315. Secondo Peter Barker, le teorie ottiche 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. BARKER, *The optical theory of comets from Apianus to Kepler*, «Physis», 30, 1993, p. 11).

contribuito a portare avanti il progresso delle conoscenze astronomiche cinque-seicentesche³⁰. Molti di essi si sono soffermati sul periodo galileiano³¹, analizzando l'opera di grandi figure quali lo stesso Pisano, Kepler e Hevelius, e più raramente si sono spinti oltre il secondo decennio del secolo. In un contesto di progressivo raffinamento dell'indagine storica, l'analisi dei lavori di Cassini e Adrien Auzout sulle comete del 1664-65 fornisce un ulteriore tassello. Essi, primi a concepire e compilare in senso predittivo l'effemeride di una cometa, portarono in un certo senso a compimento il programma di Tycho: dalla registrazione puntuale delle posizioni nel corso del tempo (la «daily ephemeris»³² ticonica) si passa cioè a dedurre quelle future. La cometa, divenuto a tutti gli effetti oggetto celeste, assoggettato a leggi ordinarie del moto e quindi *prevedibile*, si prepara a perdere definitivamente ogni carica di 'esoterismo' per entrare a pieno titolo nel modello newtoniano:

Though knowledge of the periodicity of comets did not in itself disprove their influence, it was possible after the work of Halley and Newton to explain as well as predict their return. The doom-laden significance diminished with their mysteriousness.³³

Va osservato tuttavia come una lettura, ove Halley e Newton siano lo "spartiacque" fra i tempi delle credenze popolari e l'inquadramento razionale dei moti cometari, risulterebbe del tutto schematica e stereotipata. Ancora per Newton la cometa, considerata una sorta di vettore di fluido vitale che "ricarica" ciclicamente l'Universo, conserva una sua "aura" di peculiarità e acquista precise «teleological functions that set comets apart from planets and reveal Newton's debt to traditional lore»³⁴. Il concetto di cometa

³⁰ Per esempio, C. SOLÍS SANTOS, *Retòrica y geometria: Galileo, los Jesuitas y los cometas*, «Mathesis», IX (2), 1993, pp. 179-207; ID., *Los cometas contra Copèrnico: Brahe, Galileo y los Jesuitas*, in *Galileo y la gestación de la ciencia moderna*, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, Acta IX, 2001, pp. 49-62.

³¹ Come W. SHEA, *Galileo and the controversy of the comets (1618–1623)*, «Physis», XII (1), 1970, pp. 5-35; J. A. RUFFNER, *The curved and the straight: cometary theory from Kepler to Hevelius*, «Journal for the History of Astronomy», II (3), 1971, pp. 178-194; M. BUCCIANINI, *Galileo e Keplero. Filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*, Torino, Einaudi, 2003 (in particolare il cap. XI).

³² S. VANDEN BROECKE, *Teratology and the publication of Tycho Brahe's new World system*, «Journal for the History of Astronomy», 37 (1), 2006, p. 4.

³³ B. CAPP, *Astrology & the popular press. English almanacs 1500–1800*, Faber and Faber, London, 1979, p. 277.

³⁴ S. SCHECHNER GENUTH, *Comets, teleology, and the relationship of chemistry to cosmology in Newton's thought*, «Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza», X (2), 1985, p. 33. «When we tear down the fences, we discover that the traditional view of comets as divine signs [...] was not overturned by Newton and Halley's astronomical discoveries [...], but was in fact embraced by scientists and used creatively in the development of their cosmological theories. Newton and Halley wished to see God's providence in nature, and to this end, they redescribed comet lore in natural philosophical terms» (ID., *Comets, popular culture, and the birth of modern Cosmology*, Princeton Univ. Press, 1997, p. 4). Sul ruolo "rigenerante" delle code delle comete nella cosmogonia newtoniana si veda anche J. E. MCGUIRE, *Transmutation and immutability: Newton's doctrine of physical qualities*, «Ambix», XIV (2), 1967, pp. 86-89.

newtoniana contiene diversi elementi di continuità con le concezioni dei suoi precursori: in fin dei conti, ritenerla dispensatrice di materia per gli altri oggetti celesti è sì un modo per accomunarla a essi, ma anche per assegnarle un compito che la mantiene ben distinte nell'ordine del creato. Sopravvive così una sorta di teoria dell'esalazione, seppure curiosamente sdoppiata: le comete risultato di esalazioni e fonti di esalazioni a loro volta; infine, in quanto rivestite di uno speciale rango all'interno del creato, le loro influenze sulla Terra sono tutt'altro che dimenticate. Inserendosi in pieno nel filone di teorie catastrofistiche che in Inghilterra ha un seguito notevolissimo, Newton contribuisce a renderle, da segnali divini e portentosi, cause efficienti di eventi naturali³⁵.

Per questo, il periodo più 'immediatamente' *pre-newtoniano* può risultare quanto mai indicato per un approfondimento della ricerca. La Gravitazione universale fornirà una straordinaria chiave per la comprensione del mondo e aprirà la strada alla meccanica celeste, capace di ridurre a spiegazione dinamica la molteplicità dei moti; nella fase appena precedente, la fase nella quale la presente tesi vorrebbe calarsi, si assiste a una duplice tendenza. Da una parte, la teoria cassiniana delle orbite è un esempio di come la ricerca proceda attraverso la sistematizzazione geometrica portata a sommo grado: proseguendo la lezione di Bonaventura Cavalieri, che aveva indicato nella "via trigonometrica" la strada da percorrere per la comprensione delle comete, egli fornisce un modello generale e autoconsistente, che verrà ricordato a lungo dai posteri accanto ai sistemi di Halley e Newton. Cassini sa però che il suo è solo uno strumento fondato su artifici matematici e ancorato a concetti della tradizione, come la circolarità e l'uniformità dei moti celesti: ci troviamo ancora davanti a un modo di *salvare i fenomeni*, mantenendosi quanto più possibile vicini a concetti profondamente radicati e introducendo variabili *ad hoc* – ma con la dichiarata intenzione di compiere un primo passo verso un'opera assai più lunga e complessa. Si diceva di una tendenza duplice: ebbene, accanto a quella appena richiamata si assiste alla consapevolezza, che trova in Borelli uno dei suoi principali interpreti, che sia indispensabile passare per una lettura meccanica del fenomeno, nella quale rientri la descrizione fisica e dalla quale far discendere quella cinematica: le comete rientrano

³⁵ «Great world events [...] were commonly associated with comets. Newton did not break fully with this tradition [...] in his theory, comets continued to fulfill traditional teleological functions, but simply did so on a more cosmological, less localized scale than before» (SCHECHNER GENUTH, *Comets, teleology*, cit., p. 34, cui rimando per una approfondita analisi di questi elementi).

appieno in questo «Borelli's attempt to explain planetary motions in purely mechanical terms»³⁶.

Per poter approdare a questo traguardo è necessario che l'astronomia rientri completamente nel dominio della fisica, procedendo alla definitiva soppressione della distinzione fra filosofia naturale e fisica sperimentale: le comete si aggiungono ad altri temi nelle vesti di «banco di prova della possibilità della nuova scienza di sostituire la fisica aristotelica, di scendere insomma dai cieli alla terra»³⁷. Quella distinzione che fa dire al *maître de philosophie* di Molière, che relega le comete ancora nella sfera degli accidenti meteorologici:

La physique est celle qui explique les principes des choses naturelles, et les propriétés du corps; qui discourt de la nature des éléments, des métaux, des minéraux, des pierres, des plantes et des animaux, et nous enseigne les causes de tous les météores, l'arc-en-ciel, les feux volants, les comètes, les éclairs, le tonnerre, la foudre, la pluie, la neige, la grêle, les vents et les tourbillons³⁸.

È una separazione che nella «stagnante, dipendente e controriformistica Bologna» del 1650 si avverte ancora³⁹: con questi tre aggettivi Marta Cavazza ha ben racchiuso i caratteri salienti che, in un modo o nell'altro, influenzano la cifra scientifica della città. Bologna vive un periodo di declino economico e politico; così pure la sua Università attraversa un momento di relativa decadenza. Ciononostante, la vita culturale della città si presenta decisamente vivace e le scienze matematiche vi rivestono una parte primaria grazie all'attività delle accademie, promosse e incentivate da nobiluomini appartenenti all'oligarchia senatoriale. In questo scenario, mentre l'astronomia si scrolla di dosso ogni residuo di tradizione astrologica e imbecca la strada dell'acquisizione di un largo *corpus* di dati, sul piano filosofico e teologico prosegue una discussione imbrigliata dalle contraddizioni. Sono le «fantasme» aristoteliche, contro cui Cassini si scaglia⁴⁰, riesumate in continuazione dagli irriducibili sostenitori della “vecchia” filosofia naturale, che cerca non più di “salvare i fenomeni”, ma di conservare modelli teorici ora inadeguati alla luce delle nuove apparenze che il telescopio rende ogni giorno più inequivocabili. La stanca permanenza di una tradizione destinata al tramonto trova però un ambiente fertile in una

³⁶ A. ARMITAGE, “Borelli's Hypothesis” and the rise of celestial mechanics, «Annals of Science», VI (3), 1950, p. 272.

³⁷ Le parole di Maurizio Torrini sono originariamente riferite alla discussione sull'argento vivo (cfr. M. TORRINI, *Due galileiani a Roma: Raffaello Magiotti e Antonio Nardi*, in *La scuola galileiana. Prospettive di ricerca*, Firenze, La Nuova Italia, 1979, p. 77)

³⁸ MOLIÈRE, *Le Bourgeois gentilhomme* (1670), II, 4.

³⁹ M. CAVAZZA, *Settecento inquieto. Alle origini dell'Istituto delle Scienze di Bologna*, Bologna, Il Mulino, 1990, p. 131.

⁴⁰ Nella sua *Spina Celeste Meteora*, Bologna, 1668, p. 6 (cfr. *infra*, cap. V, 2).

Università che vive un momento di stasi sul piano della ricerca e degli strumenti didattici, preoccupandosi soltanto della propria sopravvivenza istituzionale, insidiata oltretutto dall'affermazione didattica della Compagnia di Gesù. Vedendosi a un certo punto minacciata l'egemonia nell'insegnamento cittadino, lo Studio ingaggia con i gesuiti una fase di conflitto profondo. La scienza trova così un importante spazio per cimentarsi nel panorama delle Accademie, all'interno di palazzi e specole private; la presenza di una Inquisizione che, nella seconda città dello stato Pontificio, non può che far sentire una presenza ingombrante, contribuisce a tenere l'accento del dibattito scientifico lontano dalle speculazioni sui grandi sistemi (e dalle loro implicazioni metafisiche e teologiche) e a imprimere alla ricerca una direzione più sperimentale – osservativa nel caso dell'astronomia.

Dal canto loro, i senatori bolognesi, benché il più delle volte maggiormente interessati alla pratica astrologica, forte di una tradizione radicata e tenace in città, non esitano a incoraggiare la crescita dell'astronomia di posizione per il perfezionamento delle tavole astronomiche e il conferimento all'astrologia di una "dignità scientifica": tale necessità porta a «privilegiare i calcoli e le osservazioni piuttosto che altri aspetti dell'astronomia» e nasce «dal bisogno d'indovinare gli eventi futuri da ogni singola posizione dei pianeti e in relazione ai segni dello zodiaco»⁴¹. I patrizi della città felsinea mettono a disposizione degli scienziati, che essi stessi spesso ingaggiano o raccomandano nell'insegnamento dello Studio, mezzi e luoghi: Carlo Antonio Manzini, Cornelio Malvasia, Giovanni Vassè Pietramellara, Galeazzo Manzi ospitano nelle proprie specole private, fornite di strumenti di prim'ordine, astronomi professionisti come Cassini e Geminiano Montanari, che non di rado essi stessi, forniti di una preparazione spesso tutt'altro che dilettantesche, affiancano. Cassini definisce «Italice Uraniburgo» l'osservatorio del conte Malvasia e Giovanni Battista Riccioli, dal Collegio gesuita, osserva con cannocchiali prestatigli dal Cavaliere e dal Manzini, ottico e costruttore di strumenti⁴².

⁴¹ G. L. BETTI, *Il copernicanesimo nello Studio di Bologna*, in *La diffusione del copernicanesimo in Italia*, a cura di M. Torrini, M. Bucciattini, Olschki, Firenze 1997, p. 79. In questo lavoro l'autore dedica particolare attenzione alla figura di Giovanni Magini (pp. 72 e sgg.) e avanza l'ipotesi che nel 1588 fosse stato preferito a Galileo per la seconda cattedra di matematica dello Studio anche in forza delle sue competenze astrologiche.

⁴² «Quanto alla cometa et ai bambozzi di Giove noi non ne vediamo nulla, et pure habbiamo tra cannocchiali molto esquisiti, uno venuto da Napoli [...], l'altro del Galileo prestatomi dal P. Bonaventura Cavaliere et il terzo donatomi dal Dottor Manzino niente inferiore a quello di Napoli», G. A. Riccioli ad A. Kircher, Bologna, 14 novembre 1643, in I. GAMBARO, *Astronomia e tecniche di ricerca nelle lettere di G. B. Riccioli ad A. Kircher*, «Quaderni del Centro di studio sulla storia della tecnica del CNR», XV, 1989, p. 65 (i «bambozzi» sono nuovi satelliti gioviani, di cui si era sparsa la voce della scoperta nel 1642 – *ibid.*). Cfr.

Negli anni '80 Bologna resterà priva di tutte le figure principali della scena astronomica e che costituiscono i soggetti di maggior interesse del presente lavoro. Aggiungendo Firenze e Roma, Jean Michel Gardair ha notato come sia questa una sorte comune ai «trois principaux foyers d'activité scientifique et de diffusion des idées nouvelles que comptait l'Italie à la veille de 1670 [...]». Chacun de ces trois centres de la nouvelle science et des idées nouvelles connaît toutefois dès la fin des années 1660 une crise qui s'annonce à plusieurs signes⁴³. Riccioli muore nel 1671, Cassini passa a dirigere l'Observatoire parigino nel 1669, in seguito a un'estenuante trattativa, e l'ateneo di Padova crea nel 1678 l'insegnamento di «Astronomia e Meteore» per un Montanari amareggiato dalla chiusura dell'ambiente culturale bolognese. Difficile però non ricondurre all'opera di questi maestri e dei loro protettori una tradizione che sfocerà, di lì a pochi decenni, nella fondazione dell'Istituto delle Scienze, primo centro di ricerca stabile (almeno nel senso di una durata rilevante) nel panorama italiano.

Portare a compimento il processo che ho chiamato, forse in maniera non del tutto appropriata, “programma di Tycho” (e approdare dalla catalogazione sistematica alla individuazione della periodicità) doveva passare per diversi gradini teorici, *in primis* l'accettazione del concetto di cometa come oggetto celeste e fenomeno periodico e non transitorio; uno sforzo intellettuale che richiede nondimeno una competenza in campo strumentale sempre più evoluta. Affermare che le comete furono spunto per la realizzazione di nuovi strumenti è forse eccessivo? No, se si pensa che (al di là del fatto che ne fornirono, se non altro, *uno* spunto) la conoscenza delle loro posizioni è molto spesso menzionata fra gli usi possibili di nuove tecniche strumentali. Al contempo, la loro localizzazione la più *precisa* possibile è istanza ricorrente negli scritti di chi le studia. La cometa del 1652 suggerisce a Cassini il bisogno di un grande strumento, capace di ospitare due osservatori: una lettera (a quanto ci risulta, inedita) del suo mecenate Cornelio Malvasia ne attesta l'avvenuta costruzione nell'arco di pochi giorni⁴⁴. Montanari trova nelle osservazioni delle comete occasioni ideali per applicare i propri reticoli al telescopio, al fine di riferire le posizioni delle comete rispetto alle stelle ‘fisse’ in maniera oggettiva e affidabile⁴⁵. Allo stesso modo Borelli, fiducioso di poter descrivere il moto della cometa

anche D. ARICÒ, *Les «yeux d'Argos» et les «étoiles d'Astrée» pour mesurer l'univers. Les Jésuites italiens et la science nouvelle*, «Revue de Synthèse», 120, 1999 (3), p. 299.

⁴³ GARDAIR, *Le «Giornale de' letterati»*, cit., pp. 13-14.

⁴⁴ Cfr. *infra*, cap. II, 1.

⁴⁵ Cfr. *infra*, cap. III, 2.

del 1665 nel sistema copernicano («all'uso di Aristarco»), parla di «un istrumento grande ultimamente da me fatto, il quale benché sia così vasto riesce facilissimo e comodissimo»⁴⁶. Quando poi si rivolga l'attenzione alla produzione francese, saltano all'occhio fin dai titoli accostamenti inusuali, nei quali i «présages» delle comete sono oggetto di esame allo stesso modo delle «lunettes» per osservarle⁴⁷; Pierre Petit pubblica nel 1667 i suggerimenti per la realizzazione di «une nouvelle machine pour mesurer exactement les diametres des astres», concepita al fine di approfondire la conoscenza di alcune delle “nuove” scoperte astronomiche, quali le macchie solari o i moti dei satelliti di Giove. Non per niente fra gli usi della «machine» Petit menziona la precisa determinazione delle posizioni e delle stelle “fisse” e delle loro distanze reciproche, «qui sont fort utiles pour l'observation des cometes & nouveaux phenomenes»⁴⁸.

Gli astronomi bolognesi, grazie all'attività di artigiani eccellenti, svolgono talvolta un ruolo pionieristico nelle tecniche di osservazione: è il caso dello sviluppo del micrometro e del conseguente impulso dato all'uso di questo dispositivo, specie dal Malvasia e da Montanari. L'osservazione della cometa del 1664 è una delle prime occasioni per testarne le potenzialità, sfruttate poi dal Cassini “romano” per sviluppare la propria teoria⁴⁹. Al di là dei singoli contributi di questi protagonisti, si può intravedere in questo panorama l'avvio di un *progetto* scientifico, più o meno organico? Probabilmente sì, almeno in termini di conseguimento del dato di posizione sempre più raffinato, che diventa elemento oramai irrinunciabile per l'indagine astronomica. La lettura dei lavori che hanno come oggetto le comete aiuta nel dare una risposta più decisa a questa domanda, poiché essi riportano bene alla luce un mondo di osservazioni intese come impresa collettiva, di collaborazioni e (talvolta) di competizione.

Del resto, i decenni centrali del secolo XVII sono caratterizzati da quella stretta collaborazione fra le attività del costruttore di strumenti e quella dell'astronomo che li utilizza: una convergenza di interessi messa in evidenza in alcune acute considerazioni di

⁴⁶ Borelli a Leopoldo, Pisa, 15 aprile 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 162r.

⁴⁷ C. COMIERS, *La nature et présage des comètes, ouvrage enrichi des prophéties des derniers siècles et de la fabrique des grandes lunettes*, Paris, 1664 (Lyon, 1665; Cfr. BRÜNING, *Kometenliteratur*, cit., pp. 194, 207).

⁴⁸ Cfr. *JDS*, 1669 (IX), pp. 73 e sgg.: *Extrait d'une lettre de M. Petit, Intendant des Fortific. &c. au R. P. de Billy de la Comp. de Jesus, touchant une nouvelle machine pour mesurer exactement les diametres des astres*. La «nouvelle machine» consiste in uno dei primi micrometri a fili scorrevoli, grazie a una vite che permette a due reticoli posti nel fuoco del telescopio («treillis») di muoversi insieme, simmetricamente rispetto all'asse ottico, così da poter stimare frazioni sempre più piccole di misura angolare.

⁴⁹ Cfr. *infra*, cap. IV, 3.

Alexandre Koyrè sulla nascita dello strumento scientifico di precisione⁵⁰. In questo contesto, Bologna si presenta come un'ambientazione quasi paradigmatica di questa tendenza: la diffusione capillare degli interessi astronomici, retaggio di una radicata cultura astrologica e il gusto per le novità celesti, campi particolarmente spettacolari di applicazione della nuova scienza, fanno sì che molti dei palazzi patrizi bolognesi siano dotati di specole e strumenti a disposizione degli astronomi professionisti.

Un ambiente culturale segnato dai limiti imposti dall'Inquisizione, la necessità dell'astrologia di fondarsi su tavole astronomiche accurate, la diffusione di elevate competenze tecniche: incoraggiata da questi tre fattori, la vocazione espressamente operativa dell'astronomia trova nell'esame delle comete un campo di applicazione ideale e al tempo stesso controverso. Il confine tra conquista teorica e prassi strumentale intesa come mezzo per conseguirlo diviene labile e i due momenti della ricerca scientifica si confondono. È vero che la distinzione fra mondo terrestre e mondo celeste vede nelle parallasse della luna il termine di paragone discriminante, come è vero che la parallasse della Luna è, sul piano numerico, l'unica conosciuta con grado abbastanza unanime di precisione. Il bisogno di fissare parametri che siano sicuri elementi di riferimento affligge ogni tentativo di stima di distanze e dimensioni celesti. Riferendosi al periodo in esame, Michel-Pierre Lerner osserva che «l'astronome n'avait alors aucun moyen de déterminer avec précision ni le diamètre apparent des fixes ni leur distance, sans s'appuyer sur des conjectures tout à fait incertaines»⁵¹. Così, se la parallasse di un corpo celeste viene confrontata con quella della Luna è sì per un'esigenza teorica, ma anche per un preciso limite strumentale che finisce per condizionare la ricerca, dal momento che l'unica parallasse con cui ha, al momento, senso confrontarne altre è proprio quella lunare:

Ce qu'on peut tirer des observations astronomiques est de déterminer si la comete est dessous ou dessus la Lune, peu ou beaucoup: mais de comparer sa distance à celle du Soleil ou des autres Planetes, c'est une entreprise dans la quelle un astronome circonspect ne s'assureroit pas de reussir.⁵²

Proseguendo la rassegna delle questioni cui le comete prestano il fianco nel dibattito scientifico: in piena crisi dell'*horror vacui* aristotelico, questi astri misteriosi che

⁵⁰ A. KOYRÈ, *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Torino, Einaudi, 1992, p. 99.

⁵¹ M. P. LERNER, *Le monde des spheres*, vol. II, Paris, Les Belles Lettres, 1997, p. 135.

⁵² G. D. CASSINI, *Abregé des observations & des reflexions sur la Comete qui a paru au mois de Decembre 1680, & aux mois de Janvier, Fevrier & Mars de cette année 1681*, à Paris, chez E. Michallet, 1681, p. 29.

solcano l'etere (o, nell'opinione di molti, ne sono costituiti) possono dare informazioni sulla costituzione del mezzo cosmico, sui meccanismi di propagazione della luce. Reputandole fenomeni confinati all'estremità dell'atmosfera terrestre, Otto von Guericke pensa nel 1664 a un particolare tipo di barometro in grado di poter prevedere la formazione di nuove comete⁵³. Come questi temi s'intreccino più o meno saldamente, specie quello della natura della materia celeste, allo studio delle comete, è illustrato da Lerner nel seguire tale dibattito fra Cinque e Seicento:

si l'immutabilité absolue de la matière céleste a été très vite remise en cause avec la nova de 1572, l'analyse de la trajectoire complete des comètes [...] n'a pas ouvert aussi promptement la voie à la thèse des cieux fluides. Pour que l'argument tiré des comètes acquière une certaine validité scientifique, il a fallu que des astronomes observant simultanément d'endroits différents entrent en communication sui vie et critiquent mutuellement leur résultats, tout cela s'effectuant dans un climat de vive concurrence alimentée par des désaccords fondamentaux touchant la validité de l'héliocentrisme, mais aussi touchant la nature de la matière céleste.⁵⁴

Infine, ritornando alla questione copernicana: il moto delle comete viene visto da più di uno scienziato come possibile indizio del moto terrestre⁵⁵. Rimandando a quanto detto in apertura e riferendomi ancora agli esempi di letteratura ricordati sopra, Lakatos, nel criticare la teoria popperiana della falsificazione, ha parlato di «quella che potremmo chiamare quarta legge di Keplero e che oggi non viene più nominata in alcun manuale» – accanto alle tre, universalmente note, che regolano i moti planetari: quella, appunto, concernente il moto rettilineo della comete⁵⁶. Se, da un lato, assegnare una traiettoria rettilinea a delle 'pseudo-stelle' appariva ai più "stonato" in un sistema cosmologico tradizionalmente imperniato su moti circolari (eliocentrico o tolemaico che fosse), questa operazione trovava una collocazione ben precisa all'interno della cosmologia dell'astronomo tedesco. Del resto, le orbite delle comete rivestivano un ruolo non certo secondario neppure nel modello ticonico, anzi si può dire che «the geoheliocentric

⁵³ *Communicatio Hamburgi-Guerichiana continens experimentum novum magdeburgicum de vacuo spatio*, in S. LUBINIETZKI, *Theatrum Cometicum*, Lugduni Batavorum, ex officina Petri van der Meersche, 1681, pp. 237 e sgg. (cfr. *infra*, cap. IV, 1).

⁵⁴ LERNER, *Le problème de la matière céleste après 1550: aspects de la bataille des cieux fluides*, «Revue d'histoire des sciences», XLII (3), 1989, p. 280.

⁵⁵ BARKER, *The optical theory of Comets*, cit., p. 18, ricorda che Kepler nel *Mysterium cosmographicum* elenca i motivi che lo hanno convinto della verità della copernicanesimo, ponendo fra essi i lavori di Maestlin sulla cometa del 1577.

⁵⁶ La citazione è presa da LAKATOS, *Lezioni sul metodo* (1973), in LAKATOS, P. FEYERABEND, *Sull'orlo della scienza. Pro e contro il metodo*, a cura di M. Motterlini, Milano, Cortina, 1995, lez. VIII, p. 141.

hypothesis was published as a cometary hypothesis, rather than a standard planetary hypothesis»⁵⁷.

Nei decenni successivi, l'interrogativo cosmologico accompagna fatalmente ogni dibattito sul moto delle comete: in gradi diversi, la sua descrizione serve per suffragare le proprie convinzioni, per scovarvi una eventuale prova del moto terrestre, utilizzando di volta in volta i modelli cosmologici come "test" per verificare la bontà delle ricostruzioni delle orbite. Riccioli, fedele custode dell'ortodossia gesuita che si tiene ben saldo al sistema geostatico, non si spingerà mai ad accettare senza riserve la natura celeste delle comete. Montanari, meno convinto dei suoi contemporanei della solidità materiale delle comete, negli anni '60 adotta una posizione di neutralità (in parte condizionato da fattori culturali esterni in cui l'argomento copernicano desta ancora scandalo), salvo poi lasciar intravedere, negli anni padovani, il tentativo di mostrare il moto terrestre proprio grazie alle comete. Cassini si affida ancora a una descrizione geocentrica, come restando in attesa di evidenze inoppugnabili, a suo avviso impossibili da ravvisare nei moti delle comete, ma la sua simpatia per la causa eliocentrica è tradita in diversi passi. Borelli, pur deprecando all'Auzout un'eccessiva disinvoltura nell'indicare le comete come prova a favore del mondo copernicano («che poi dal corso di detta Cometa si possa aver argomento concludente e dimostrativo della mobilità della Terra, la stimo anche presunzione»⁵⁸), vede in tale sistema l'ambiente naturale in cui darne una descrizione. Paolo Galluzzi ha notato che «negli anni 1664-1666 egli si era dedicato quasi esclusivamente allo studio dei fenomeni astronomici, specialmente all'interpretazione delle comete e alle teoriche del moto dei pianeti [...] cavandone – non sempre con la necessaria prudenza – nuove prove a sostegno della verità dell'ipotesi copernicana»⁵⁹. Della fatica a trattarla, del fatto «che noi siamo in luogo dove non è lecito parlare con quella libertà che parlan loro», Borelli si rammaricherà sempre, vedendovi un fattore di ritardo e di debolezza della scienza italiana rispetto a quella d'oltralpe⁶⁰, dove, in effetti, la cometa viene assunta con più decisione come indice del moto terrestre anche da Petit⁶¹.

⁵⁷ VANDEN BROECKE, *Teratology*, cit., p. 3.

⁵⁸ G. A. BORELLI, *Sbozzo di critica di Gio. Alfonso Borelli, all'Ephemeride du Comete di Adriano Auzout*, in TARGIONI TOZZETTI, *Notizie*, cit., II, p. 765.

⁵⁹ P. GALLUZZI, *Galileo contro Copernico. Il dibattito sulla prova «galileiana» di G. B. Riccioli contro il moto della Terra alla luce di nuovi documenti*, «Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze», II (2), 1977, p. 113.

⁶⁰ Borelli a Leopoldo, Pisa, 29 aprile 1665, in BNF, ms. Gal 277, c. 166r.

⁶¹ «[...] il monstre par des raisons palpables & tirées da la mechanique, que les Cometes servent à prouver le mouvement de la terre, contre les Paripaticiens, supposé que leur opinion fust veritable» (*JDS*, 1666, XII, p. 84). Il recensore si riferisce qui a P. PETIT, *Dissertation sur la nature des Cometes*, A Paris, chez L. Billaine, 1665.

Avendo accennato al tema astrologico, nell'ambito del quale la cometa riveste una posizione privilegiata, vale la pena rimarcare come il caso bolognese sia emblematico del passaggio da una tradizione di questo tipo al distacco dell'astronomo dalla pratica astrologica, un distacco che si fa netto a partire dal magistero di Cavalieri. Cassini, assunto anche in virtù di una certa fama di astrologo, non esita a smentirla, lasciando questo genere di interessi al suo protettore e compagno di osservazioni Malvasia, che, pur riconoscendo la supremazia dei metodi dell'astronomia "razionale", non rinuncerà mai alle proprie inclinazioni astrologiche. Montanari irride esplicitamente all'obbligo per l'astronomo dello Studio di redigere il pronostico dell'anno in corso – una consuetudine che si trascinerà fino al 1799. Certo, Bologna non è in questo un'eccezione: un po' dappertutto, in Europa, è in atto un vero e proprio cambiamento di mentalità, già ricordato nelle parole di Bernard Capp, che nota come, in un quadro ove «astrology seems to have been destroyed not by new arguments but by a new view of the universe which eroded traditional beliefs»⁶², sia maturo un approccio 'unilateralmente scientifico' all'astronomia, che porterà in breve a un avvicinamento dell'astrologo all'astronomo. In altre parole, non sarà più l'astronomo a essere anche astrologo, ma semmai viceversa:

Though comets continued to arouse interest primarily for their prophetic significance, there was a steady growth of interest among compilers in their physical characteristics and composition. By the end of the period some astrologers were supplying their readers with brief accounts of Halley's work on the periodicity of comets. Astrologers were thus bringing to a wide public the ideas of the most advanced modern astronomers, in a popular and elementary form.⁶³

Sono gli anni in cui va delineandosi la figura dell'astronomo *professionista*: una figura che, nell'accezione odierna, nasce, nell'ambito della specializzazione delle discipline scientifiche, soltanto nel XIX secolo. Gli interessi, nel solco della scienza seicentesca, rimangono multiformi e intrecciati. Nella convivenza di professionisti dell'astronomia e non si realizza, nella *élite* colta bolognese, la separazione tra interessi schiettamente astronomici e gusto per il pronostico. Una separazione che altri, secondo un punto di vista più sociologico, hanno visto, più rapida e marcata in Paesi come Francia e Inghilterra, caratterizzare la frattura fra culture 'alta' e 'bassa'⁶⁴.

⁶² CAPP, *Astrology & the popular press*, cit., p. 277.

⁶³ Ivi, p. 195.

⁶⁴ SCHECHNER GENUTH, *Comets, popular culture*, cit., 1997, p. 124: «[...] prognostication from comets became confined to inferior social groups during the seventeenth century. The elite chose to reject comets as omens, and this repudiation was part of a broader movement by which they set themselves apart from the common people. The withdrawal of the upper classes occurred in stages, at different paces, and for

Dovendo collocare l'ambientazione della presente ricerca negli anni 1650-1670, ha allora senso chiedersi chi facesse astronomia e quale fosse lo stato delle conoscenze in materia all'inizio della seconda metà del secolo XVII. A costituire questo scenario, i *luoghi* dell'astronomia e i suoi *personaggi*: l'Ateneo, il Collegio dei Gesuiti, le Accademie. Queste ultime in particolare, in cui operano figure secondarie di nobili *amateurs*, quali Malvasia o Manzini, forniscono una trama al cui interno si muovono professori universitari oggi poco conosciuti (come Ovidio Montalbani) o che hanno conquistato un posto di rilievo nella storia dell'astronomia (è il caso di Cassini e, in misura minore, Montanari).

Una buona data “di partenza” per la presente ricerca è il 1651, anno di pubblicazione dell'*Almagestum novum* di Riccioli, testo di riferimento per gli astronomi europei delle generazioni successive, nel quale una lunga parte è dedicata alle comete. Di qui prenderò le mosse per avvicinarmi ai lavori di Cassini e di Riccioli, che osservano la cometa del 1652 e pubblicano le loro tesi quasi in competizione. Opere assai diverse nella forma e negli intenti, che meritano di essere lette più attentamente di quanto non si sia fatto finora. Mentre le *Theses* gesuite sono un puntuale e sintetico resoconto mirante a inserire la cometa nell'alveo della trattazione dell'*Almagestum* (tentativo che pure si pone in stridente contrasto con l'opinione degli astronomi contemporanei circa la sede delle comete), il più complesso *De cometa* cassiniano si addentra in aspetti connessi alla fisica e alla cosmologia, anticipando temi presenti nei lavori della maturità dell'astronomo.

Bologna non è certo una realtà culturale a sé; vive anche di intensi rapporti, specie con la Corte medicea e l'ambiente galileiano: si cercherà di porli in evidenza. Un esempio interessante è fornito dalla lettura dello scambio epistolare (sempre mediato dal principe Leopoldo) tra Montanari e Borelli. Uno scambio che è anche l'occasione per riflettere su diversi aspetti del fare scienza di due “galileiani”.

Quando Cassini osserva da Roma la grande cometa del 1664 e dà alle stampe la sua effemeride, essa, contemporaneamente a quella di Auzout, è accolta come un passo importante nella comprensione dei moti cometari. L'*Ephemeride* di Auzout fornisce inoltre l'occasione di una vivace polemica con lo stesso Borelli, che la riterrà per alcuni aspetti sopravvalutata. Quello che era un “segmento di osservazione” (Bologna–Firenze) diviene un “triangolo” allargato a Parigi. Viene così naturale ampliare l'orizzonte all'Europa, prediligendo, accanto a ‘filtri’ accademici quali le *Philosophical Transactions* e le

different reasons in different parts of Europe [...] and began earlier in England and France than in the rest of Europe».

Memoires parigine, un'opera meno 'ufficiale' come il *Theatrum Cometicum* di Stanislaw Lubinietzki. Questo è lo scenario presentato nel quarto capitolo, dedicato appunto alle comete degli anni 1664 e 1665.

Infine, tornando all'ambientazione iniziale, il trattato con cui si chiude la storia bolognese di Cassini nel 1668, di nuovo dedicata a una *celeste meteora*, suggerisce un punto d'arrivo significativo. La finestra che si apre sugli anni '70 del XVII secolo guarda alla cometa "decisive" del 1680-1682, la cui discussione esula dagli intenti di questa tesi.

A fianco di questa suddivisione 'canonica' (per *luoghi* e per *persone*) va tenuta presente una lettura per *argomenti* o *questioni* legate al tema cometario, pur non essendo sempre esse facilmente isolabili, ma in un certo senso trasversali e ricorrenti all'interno del dibattito *de cometis* – allo stesso modo in cui il "dubbio copernicano" pervade tutta questa produzione. La qui ricordata disputa tra Montanari e Borelli è tutta imperniata sul tema delle parallassi e la tecnica più opportuna per misurarle: meglio affidarsi a posizioni prese a intervalli di tempo dalla stessa postazione oppure affidarsi al confronto di osservazioni contemporanee da diverse posizioni? Quella che può sembrare una semplice questione di preferenza chiama in gioco problemi annosi: nel primo caso è la misura delle dimensioni della Terra il parametro vincolante, nel secondo gli scogli sono rappresentati dalla simultaneità e dall'esatta conoscenza delle coordinate geografiche. La scelta per una strada o per l'altra è dettata da un approccio diverso: per Montanari la questione diventa un esercizio sul piano della precisione, Borelli vi cerca un supporto teorico che ponga fine alle stantie obiezioni peripatetiche riguardo alla sottolunarità delle comete, «perché se nella stessa ora della notte cioè nello stesso tempo ci abatteremo con altri osservatori a vederla nello stesso sito sarebbe bell'e finita questa controversia»⁶⁵.

Cassini e Auzout si concentrano specialmente sul problema cinematico e si cimentano nell'analisi delle traiettorie. Il sorprendente accordo cui essi giungono indipendentemente nelle loro valutazioni sono per Cassini una prova della bontà del metodo che propone nelle sue *Theoriae motus Cometae*. Il reiterato tentativo di "imbrigliare" gli spostamenti apparenti delle comete tramite un metodo matematico (senza ricorso a spiegazioni fisiche), sfocia in quello che è forse il primo metodo compiuto per la ricostruzione dell'orbita tramite un metodo di approssimazioni successive.

⁶⁵ Borelli a Leopoldo, Pisa, 19 dicembre 1664, in BNF, ms. Gal 277, c. 60v.

Distanze e parallassi, costituzione fisica, orbite: si tratta di aspetti connessi a problematiche specifiche nell'osservazione delle comete, ma che hanno una parte essenziale nella messa in discussione della fisica e della cosmologia tradizionali e chiamano direttamente in causa l'avvento delle nuove potenzialità degli strumenti scientifici del XVII secolo.