

LAGRANGE E L'ASTRONOMIA A TORINO

DAVIDE ARECCO

Università di Genova

A seguito delle innovazioni cassiniane nel campo dell'astronomia di osservazione, il Settecento vide nascere e moltiplicarsi anche in Piemonte e nel Nord Italia gli osservatori astronomici. Nella capitale sabauda, accanto all'intrecciarsi di interessi geodetici e meteorologici, non mancarono gli sviluppi dell'astronomia teorica, in particolare grazie a Lagrange, allievo e continuatore di Giambattista Beccaria, noto ancora oggi quasi solo per il suo talento di matematico e fisico, ma ancora tutto da riscoprire sotto il profilo della meccanica celeste. Una ricerca che restituisca alla storia dell'astronomia i contributi lagrangiani non può nemmeno prescindere dagli apporti teorici successivi, opera di Plana e Carlini nel corso del primo Ottocento e dedicati in prevalenza allo studio dei moti lunari.

1. La storia dell'astronomia inizia nel Regno di Sardegna con le molteplici attività di Giambattista Beccaria (1716-1781), formatosi sulle pagine di Galilei e di Wolff e poi convertito alla nuova cosmologia newtoniana dai minimi francesi Le Seur e Jacquier, la lettura dei quali lo portò a modificare l'indirizzo cartesiano sino ad allora dominante in Università. Nel 1759, in occasione del ritorno della cometa di Halley¹, padre Beccaria lavorò alla costruzione di un dispositivo strumentale che rappresentasse l'orbita annua della Terra e con essa anche l'orbita della cometa che si attendeva. Lo scolio presentò tale «macchinetta» al principe di Piemonte e «quando apparve la cometa andava le notti in Corte a farla osservare»².

In quello stesso anno, il gesuita dalmata Ruggero Boscovich (1711-1787), nel suo passaggio a Torino³, suggerì al re Carlo Emanuele III di far misurare l'arco di meridiano passante per la capitale sabauda. Nonostante non mancassero studiosi

¹ E. Halley, *Tables astronomiques pour les planetes et les comètes réduites au nouveau stile et au méridien de Paris avec des explications détaillées et l'histoire de la comète de 1759 par monsieur de Lalande*, Paris 1759; J.-F. Lalande, *Mémoire sur le retour de la comète de 1682 observée en 1759*, in *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, II, Amsterdam 1759, pp. 1-40; J.N. Delisle, *Sur la comète de 1759*, in «Mémoires de l'Académie Royale des Sciences», II, 1760, pp. 367-380; J.-F. Lalande, *Réflexions sur les comètes qui peuvent se rapprocher de la Terre*, Paris 1773; J.-F. Lalande, *Abrégé d'astronomie*, Paris 1774; C. Wilson, *Clairaut's calculation of the eighteenth-century return of Halley's comet*, in «History of Astronomy», XXIV, 1993, pp. 1-15.

² G.A. Eandi, *Memorie storiche intorno gli studi del padre Giovan Battista Beccaria delle scuole pie*, Torino 1783, p. 129; A.M. Vassalli, *Memorie fisiche*, Torino 1789; A.M. Vassalli-Eandi, *Notizie sopra la vita e gli studi del padre Giambattista Beccaria delle scuole pie*, Milano 1816, p. 188.

³ J.-F. Lalande, *Bibliographie astronomique*, Paris 1803; P. Casini, *Ruggero Giuseppe Boscovich*, in «Dizionario biografico degli italiani», XIII, 1971, p. 224; P. Casini, *Newton e la coscienza europea*, Bologna 1983, pp. 143-171; M. Mamiani, *Spazio e tempo in Newton e Boscovich*, in *Il newtonianesimo nel Settecento*, Roma 1983, pp. 83-92.

esperti in materia, il compito toccò proprio al Beccaria. Il fisico piemontese, nel corso del mese di maggio 1760, ne misurò la base lungo la strada di Rivoli⁴, dove nel 1808 vennero collocate le piramidi per indicarne gli estremi. A partire da allora e per molti anni, anche se nessuno storico della scienza lo rammenta più, le osservazioni astronomiche rappresentarono per Beccaria l'occupazione primaria, dalla quale fu per un breve periodo allontanato a causa della visita a Torino del duca di York⁵, il quale volle vedere le esperienze sull'elettricità frankliniana, nonché da lavori d'idraulica sovrintesi per conto della casa regnante.

In seguito, dopo la stampa dell'*Elettricismo artificiale* nel 1771, padre Beccaria si occupò della misura del grado di meridiano passante per Torino. Un'opera che in molti, tra i primi biografi del Nostro, definirono piuttosto enfaticamente «sventurata», e perché nel corso del viaggio verso Susa intrapreso al fine di compiere la misurazione diede le sue prime manifestazioni la malattia che lo avrebbe condotto alla morte e perché egli non credette utile ragguagliare lettori e colleghi circa i fondamenti adottati. Ne vennero varie attribuzioni di errori strumentali in realtà inesistenti. Molte delle critiche alle quali la misurazione andò incontro furono alimentate peraltro dallo stesso Beccaria, che, per sgombrare il campo dalle polemiche, non fece la sola cosa che avrebbe potuto e dovuto fare, vale a dire pubblicare le proprie osservazioni, basate su un induttivismo dal sapore baconiano, influenzato anche dalla lettura di Condillac⁶.

Le riserve nei confronti dell'opera beccariana, pubblicata nel 1774 con il titolo di *Gradus Taurinensis*, portarono il sovrano Vittorio Amedeo III a incaricare i professori Michelotti e Revelli di esaminare accuratamente le varie obiezioni, addotte per lo più da quanti avevano sin da principio osteggiato l'assegnazione dell'incarico allo scienziato di Mondovì. Una volta accertata la totale inconsistenza teorica di quelle «mormorazioni», il re, al quale l'opera era dedicata, consentì entusiasta all'Autore di pubblicare nel 1777 in Firenze, per il tipografo granduca Gaetano Cambiagi, sette lettere contenenti una appassionata autodifesa *D'un italiano ad un parigino sul grado torinese*. L'astronomo francese cui fa riferimento il titolo era il quarto Cassini, Jacques-Dominique, geodeta e cartografo, il quale ebbe con il fisico sabaudo una vivace polemica sulla misurazione da lui effettuata, sia per la presunta irregolarità dei metodi sia per le divergenze presenti nei risultati raggiunti.

Tre le altre opere scritte da padre Beccaria in materia di questioni astronomiche, a stampa e non, occorre poi ricordare la *Observatio eclipsis lunae (Augustae Taurinorum 1764)*, la *Lettera delle stelle cadenti al chiarissimo signor Le Roy*, accademico francese, pubblicata nel 1776 sul secondo volume dell'edizione torinese della *Scelta d'opuscoli interessanti* amoretiana, l'*Opinione intorno ad alcuna particella che ribuce nel disco della luna interamente oscurata*, inclusi nei cignani *Nuovi sperimenti per confermare*

⁴ G. Boccardi, *La misura dell'arco meridiano fatta dal padre Beccaria*, Torino 1935.

⁵ G. Beccaria, *Ragguaglio delle doppie rifrazioni ne' cristalli*, in «Philosophical Transactions», LII, 1762, pp. 486 e sgg.; G. Beccaria, *Osservazioni intorno alla doppia rifrazione del cristallo di rocca dedicate a Sua altezza reale il duca di York*, Torino 1764; G. Beccaria, *A sua altezza reale il duca di York sperienze ed osservazioni*, Torino 1764.

⁶ E. Condillac, *Essai sur les origines des connaissances humaines*, Amsterdam 1746.

ed estendere la meccanica del fuoco elettrico (Torino 1780), nonché, tra i manoscritti, la lettera *Al signor Giuseppe Banks presidente della Reale società di Londra nella quale si congettura che l'aurora boreale sia un meridiano polare*, alcuni *Ragguagli di fulmini e d'aurora boreali*, le interessanti e malnote *Varie carte del lume zodiacale* e un *Giornale d'osservazioni meteorologiche e principalmente d'elettricità atmosferica*, antico amore del Nostro.

2. Non aveva tutti i torti Lagrange, quando, nel 1787, pregato con solidi argomenti dal nuovo re piemontese Vittorio Amedeo III di fare ritorno a Torino, rispondeva di non poter proprio rinunciare all'opportunità offertagli dall'Académie des Sciences di Parigi, vero punto di riferimento per le pratiche culturali e le tecniche di ricerca nella seconda metà del Settecento, forte attrattiva e «premier tribunal de l'Europe pour les sciences», come egli scriveva al sovrano⁷.

Matematico e astronomo, Lagrange rimane senz'altro il più clamoroso esempio di scienziato professionista *avant la lettre*, come ha sottolineato Vincenzo Ferrone. Nato a Torino da famiglia di origine francese nel 1736, venne chiamato appena diciannovenne a insegnare «analisi sublime» presso le Reali scuole d'artiglieria sorte nel 1739⁸. La sua carriera, sia pure nell'indubbia eccezionalità che contraddistingueva il personaggio, può venire ritenuta paradigmatica del *savant* settecentesco⁹. Allievo infedele di Giambattista Beccaria, assieme ad altri scienziati piemontesi, per lo più medici e militari, il Lagrange fondò nel 1757 la Società privata torinese, primo nucleo della futura Accademia Reale delle Scienze. I «Mélanges» della neonata società contribuirono a far conoscere in tutta l'Europa il suo straordinario talento di fisico matematico¹⁰.

Nel 1763, al pari di molti altri giovani promesse all'esordio nel mondo scientifico continentale¹¹, egli fece quell'autentico rito iniziatico rappresentato nel secolo dei Lumi dal viaggio accademico, conoscendo pieno di reverenza molti dei suoi futuri *confrères* e trovando modo di frequentare salotti importanti, specialmente nella capitale francese, dove si legò in amicizia con d'Alembert. I due, si sa, avrebbero poi gestito da patriarchi del sapere il grande circuito accademico europeo nel secondo Settecento. A quel primo viaggio, che lo condusse anche a Basilea e nella Berlino di Federico II, seguì nel 1766 l'iscrizione alle maggiori associazioni scientifiche e l'attesa nomina a direttore della sezione matematica dell'accademia berlinese. Una carriera realmente sfolgorante, che vide lo scienziato torinese raggiungere

⁷ R. Taton, *Sur le départ de Lagrange de Berlin et son installation à Paris en 1787*, in «Revue d'histoire des sciences», XLI, 1988, pp. 39-74; R. Taton, *Lagrange et l'Académie Royale des Sciences*, in «Atti della Accademia delle Scienze di Torino», CXXIV, 1990, pp. 1-23.

⁸ R. Taton, *Les débuts de la carrière mathématique de Lagrange*, in «Symposia mathematica», XXVII, 1986, pp. 123-145; M.T. Borgato e L. Pepe, *Lagrange a Torino 1750-1759*, in «Bollettino di storia delle scienze matematiche», VII, 1987, pp. 3-43; R. Taton, *Sur quelque pièce de correspondance de Lagrange (1756-1758)*, in «Bollettino di storia delle scienze matematiche», VIII, 1988, pp. 3-19.

⁹ V. Ferrone, *L'età dei Lumi*, in V. Ferrone e P. Rossi, *Lo scienziato nell'età moderna*, Roma-Bari 1994, pp. 97-101; R. Fox, *Science, Practice and Innovation in the Age of the Natural Dyes (1750-1860)*, in *Technological Revolutions in Europe*, Cheltenham 1998, pp. 86-95.

¹⁰ C. Fraser, *The Lagrange's Early Contributions to the Principles and Methods of Mechanics*, in «Archives for the History of Exact Sciences», XXVIII, 1980, pp. 197-241.

¹¹ J.-F. Lalande, *Journal d'un voyage en Angleterre*, Paris 1763.

la meta appena trentenne, libero poi di dedicarsi unicamente alla ricerca astronomica, privilegio di cui non tutti potevano ancora godere nel secolo XVIII¹².

Lagrange limitò da allora i propri compiti istituzionali a vagliare i contributi dei colleghi e a produrre quelle ammirevoli costruzioni del pensiero che affascinano ancora oggi per l'arditezza e l'ingegno, molto lontani dal sapere pratico caratteristico degli altri *savants* dell'Illuminismo scientifico piemontese e assai più vicini alla pura speculazione di Legendre e di Condorcet. Non a caso, nei tardi anni Ottanta, quando, da venerato e grande maestro, si mise con discrezione sul mercato, le accademie di San Pietroburgo, Napoli e Torino se lo contesero senza lesinargli laute offerte, ma egli scelse la Parigi di Luigi XVI senza tentennamenti o rimpianti. In Francia, attraversò indenne le varie e tumultuose fasi del Terrore, del Termidoro e dell'Impero. Furono soltanto il suo genio scientifico e la sua prudenza politica ad aprirgli le porte del Panthéon, primo uomo di scienza tra i padri della Francia moderna.

A Parigi, Lagrange venne sempre rispettato e onorato dai differenti regimi che si susseguirono nei convulsi anni rivoluzionari. Nel 1793 venne nominato presidente della commissione per l'introduzione del sistema metrico decimale, due anni dopo professore all'Ecole Normale e infine, nel 1797, docente alla neonata Ecole Polytechnique¹³.

3. Nella Specola di Brera, una delle più moderne e meglio attrezzate del tempo, il Boscovich si adoperò a partire dal 1764 per introdurre nuovi metodi di misura e una teoria degli errori applicabile a osservazioni astronomiche e geodetiche assai prossima a quella successiva dei minimi quadrati di Gauss.

A Brera, l'ultimo grande enciclopedista italiano rivolse la propria attenzione in particolare a problemi di astronomia pratica, cercando di valutare ed eliminare i diversi errori strumentali tramite l'elaborazione di metodi di verifica e rettifica, tra i quali un livellatore per stabilire il piano del bordo di un quadrante e un cuneo micrometrico per misurare la distanza tra due piani. Egli progettò un telescopio ad acqua per correggere l'aberrazione ottica, un altazimuth e un nuovo settore zenitale¹⁴. Tentò, inoltre, di cancellare l'aberrazione cromatica delle lenti combinando tre o più di esse e s'interessò da ultimo anche di questioni meteorologiche, studiando l'origine dei venti, dell'aurora boreale e della luce zodiacale¹⁵.

¹² R. Taton, *L'inventaire chronologique des oeuvres de Lagrange*, in «Revue d'histoire des sciences», XXVII, 1974, pp. 3-36; L. Pepe, *Sull'edizione delle opere di Lagrange*, in *Edizioni critiche e storia delle matematiche*, Pisa 1986, pp. 109-122; M.T. Borgato e L. Pepe, *L'inventaire des manuscrits de Lagrange*, in «Atti della Accademia delle Scienze di Torino», CXXIV, 1990, pp. 25-49.

¹³ C.H. Boatner, *Certain Unpublished Letters from French Scientists of the Revolutionary Period*, in «Osiris», I, 1936, pp. 173-183; R. Fox, *Le accademie di provincia e la sopravvivenza della cultura nella Francia rivoluzionaria e post-rivoluzionaria*, in «Intersezioni», IX, 1989, pp. 435-443; R. Fox, *Science, Industry and Social Order in the Post-revolutionary France*, Aldershot 1995; S. Leschiutta, *Lagrange and the Metric System*, in «Quaderni di storia della fisica», VIII, 2001, pp. 47-64; L. Pepe, *Il Collège de France durante la Rivoluzione francese*, in «Nuncius», XI, 1996, pp. 3-41.

¹⁴ M. Di Bono, *L'astronomia in Italia*, in *La storia delle scienze*, a cura di C. Maccagni e P. Freguglia, Busto Arsizio 1989, pp. 33-35.

¹⁵ M. Mamiani, *Newton in Lombardia*, in *Economia, istituzioni, cultura in Lombardia nell'età di Maria Teresa*, a cura di A. di Maddalena, E. Rotelli e G. Barbarisi, II, Bologna 1982, pp. 215-222; E. Proverbio,

Tuttavia, nonostante il fattivo impegno e la notevolissima importanza degli studi teorico-pratici boscovichiani, i contrasti sempre più forti subentrati con l'amico-nemico Paolo Frisi (1728-1784), più interessato alla politica che alla scienza, portarono a una prima bipartizione della stessa Specola. I conseguenti e continui intrighi frisiani furono all'origine nel 1772 dell'allontanamento di Boscovich dall'osservatorio braidense, di cui gli fu tolta definitivamente la direzione scientifica¹⁶. In quello stesso anno l'istituzione era ufficialmente riconosciuta dall'autorità imperiale di Vienna, con direttore Lagrange, il quale avrebbe conservato l'incarico fino al 1777¹⁷.

Il secolo XVIII non conobbe solamente la nascita degli osservatori astronomici e l'inizio di un'attività pianificata nell'esplorazione dei cieli, ma anche l'affermazione in Europa del sistema del mondo newtoniano e dello sviluppo dei problemi di meccanica celeste relativi alla sintesi esposta nel *Philosophiae naturalis principia mathematica*, la cui terza edizione apparve a Londra nel 1726, appena un anno prima della scomparsa di Newton¹⁸.

A seguito della partenza dall'Italia di Boscovich, che abbiamo visto essersi posto tra i primi il problema delle orbite cometarie e della determinazione del tipo di orbita descritta da un corpo celeste partendo da un certo numero di osservazioni, alcune prime risposte a questi quesiti vennero proprio, prima che da Lagrange, dal suo collega e rivale Frisi. L'astronomo barnabita sintetizzò nella sua *Cosmographia physica et mathematica* (Milano 1774) i risultati delle proprie ricerche sulla teoria dei movimenti periodici dei corpi celesti e dei problemi connessi.

In precedenza, il Frisi aveva dato alle stampe nel 1751 la *Disquisitio mathematica in causam physicam figurae et magnitudinis Telluris nostrae*, accolta con molto favore

L'evoluzione degli strumenti e delle tecniche per la conservazione del tempo, in «Giornale di astronomia», VIII, 1982, pp. 133-144; E. Proverbio, *Sui primi strumenti di astronomia della Specola di Brera in Milano*, in «Giornale di astronomia», X, 1984, pp. 191-200; E. Proverbio, *La strumentazione astronomica dell'Osservatorio di Brera dal 1765 al 1772*, in «Giornale di astronomia», XII, 1986, pp. 25-32; P. Tucci, A. Mandrino e G. Tagliaferri, *Catalogo della corrispondenza degli astronomi di Brera 1726-1799*, I, Milano 1986; P. Tucci, A. Mandrino e G. Tagliaferri, *L'archivio della Specola di Brera*, in «Nuncius», III, 1988, pp. 163-176.

¹⁶ J.-F. Lalande, *Voyage en Italie*, Paris 1786; J.-F. Lalande, *Suite de l'Histoire de l'astronomie*, in «Giornale fisico-medico», III, 1792, pp. 143-164; J.-F. Lalande, *Storia dell'astronomia*, in «Giornale fisico-medico», II, 1794, pp. 174-186; J.-F. Lalande, *Histoire de l'astronomie*, Paris 1807; A. Favaro, *Sette lettere di Lagrange al padre Paolo Frisi*, in «Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino», XXXI, 1896, pp. 182-194. Si vedano in proposito G.V. Schiaparelli, *Sull'attività del Boscovich quale astronomo in Milano*, Milano 1938; G. Costa, *Il rapporto Frisi-Boscovich alla luce di lettere inedite di Mozzì, Lalande e Pietro Verri*, in «Rivista storica italiana», LXXIX, 1967, pp. 819-876, e la recensione che ne ha fatto S. Rotta, in «Il pensiero politico», II, 1968, pp. 284-286.

¹⁷ G. Sarton, *Lagrange's Personality*, in «Proceedings of the American Philosophical Society», LXXXVIII, 1944, pp. 457-496; G. Sarton e R. Taton, *Nouveaux documents concernant Lagrange*, in «Revue d'histoire des sciences», III, 1950, pp. 110-132; M.T. Borgato e L. Pepe, *Sulle lettere familiari di Giuseppe Luigi Lagrange*, in «Bollettino di storia delle scienze matematiche», IX, 1989, pp. 193-256; M.T. Borgato e L. Pepe, *Lagrange*, Torino 1990.

¹⁸ C. Wilson, *The Work of Lagrange in Celestial Mechanics*, in «History of Astronomy», II, 1995, pp. 108-129; J.P. Verdet, *Storia dell'astronomia*, Milano 1995, pp. 179-186; A. Masani, *La cosmologia nella storia*, Brescia 1996, pp. 21-29; M. Hoskin, *Newton, Newton e il newtonianesimo*, in *Storia dell'astronomia di Cambridge*, Milano 2002, pp. 124-147.

dall'Académie des Sciences francese, ma non dai superiori, poiché ancora si taceva del movimento terrestre, e soprattutto la *De motu diurno terrae dissertatio*, i cui maggiori contributi teorici riguardavano la nutazione dell'asse terrestre e la composizione di due moti rotatori. L'opera vide la luce nel 1756, lo stesso anno in cui Boscovich usciva allo scoperto con il suo studio delle perturbazioni di Giove e Saturno¹⁹.

Influenzato dalla lettura di Eulero e dai dibattiti scientifici continentali, Frisi volse anche la sua attenzione alle ineguaglianze lunari²⁰, partecipando al concorso bandito nel 1772 dall'Académie parigina. Inaspettatamente e non senza un certo disappunto da parte dell'illuminista lombardo, il concorso fu invece vinto da Lagrange, il neo direttore della Specola di Brera, il quale, dopo avere già dato prova delle proprie doti di geometra e di algebrista,²¹ iniziava allora ad affermarsi come una delle massime autorità nel settore della fisica celeste accanto a diversi *savants* di formazione newtoniana, come Clairaut e d'Alembert, Eulero e Condorcet²².

Nell'occasione, Lagrange fornì uno dei suoi contributi scientifici di importanza maggiore, riconducendo l'annoso problema dei tre corpi alla soluzione di un sistema di dodicesimo ordine²³. Inoltre, in un precedente *Mémoire* del 1764 ripreso nel 1780, si era occupato della teoria della librazione lunare e degli altri fenomeni legati alla figura non sferica del nostro satellite²⁴, risolvendone i problemi di calcolo con l'introduzione del principio delle velocità virtuali²⁵. Un superbo esempio di corretta applicazione della meccanica razionale ai problemi dell'astronomia teorica settecentesca. Vanno ricordate altresì le ricerche lagrangiane del 1765 sulle ineguaglianze dei satelliti di Giove²⁶.

Eulero (che fu tra i più disposti ad accettare le implicazioni catastrofiche racchiuse nella decadenza di Giove), Laplace e Lagrange operarono una distinzione fondamentale tra due tipi di variazioni nei moti planetari. Le variazioni periodiche

¹⁹ L. Euler, *Recherches sur les inégalités de Jupiter et de Saturne*, Paris 1769.

²⁰ L. Euler, *Theoria motus Lunae*, San Pietroburgo 1753. Sul grande matematico svizzero si può vedere ora anche il mio *Mongolfiere, scienze e Lumi nel tardo Settecento*, Bari 2003.

²¹ G. Loria, *Lagrange nella vita e nelle opere*, Padova 1937; G. Loria, *Saggio di una bibliografia lagrangiana*, in «*Isis*», XL, 1940, pp. 111-117; F. Burzio, *Una lettera del Lagrange e un singolare giudizio nel terzo centenario di Galileo*, in «*Minerva*», IV, 1942, pp. 69-70; L.F. Menabrea, *Memorie*, Firenze 1971; J. Itard, *Lagrange (1736-1813)*, in Id., *Essai d'histoire des mathématiques*, Paris 1984, pp. 310-330; L. Pepe, *Lagrange e la trattatistica dell'analisi matematica*, in «*Symposia mathematica*», XXVII, 1986, pp. 69-97; M.T. Borgato, *Una memoria inedita di Lagrange sulla teoria delle parrallele*, in «*Bollettino di storia delle scienze matematiche*», VIII, 1988, pp. 307-335; F. Burzio, *Lagrange*, Torino 1993; F. Burzio, *Scritti scientifici*, Torino 1997.

²² J.-L. Lagrange, *Oeuvres*, XIV, *Correspondance avec Condorcet, Laplace et Euler*, Paris 1892; L. Euler, *Opera*, VIII, *Correspondance avec Clairaut, d'Alembert et Lagrange*, Basilea 1980.

²³ J.-L. Lagrange, *Essai d'une nouvelle méthode pour résoudre le problème des trois corps*, in «*Recueil des prix de l'Académie des Sciences*», IX, 1772, pp. 7-126.

²⁴ J.-L. Lagrange, *Théorie de la libration de la Lune*, in *Oeuvres*, V, Paris 1870, pp. 5-122; J.-L. Lagrange, *Recherches sur la libration de la Lune*, in *Oeuvres*, VI, Paris 1878, pp. 5-61.

²⁵ J.-L. Lagrange, *Sur le principe des vitesses virtuelles*, in «*Journal de l'Ecole polytechnique*», II, anno VI, 1798, pp. 115 e sgg.; E. Mach, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Torino 1977, pp. 28 e sgg.; W.B. Fihlo, *La Mécanique de Lagrange*, Paris 1994, pp. 175 e sgg.

²⁶ J.-L. Lagrange, *Sur les inégalités du mouvement des satellites de Jupiter*, in «*Recueil des prix de l'Académie des Sciences*», IX, 1766, pp. 1-162; C.A. Wilson, *The Great Inequality of Jupiter and Saturn*, in «*Archive for the History of Exact Sciences*», XXXIII, 1985, pp. 15-290.

erano concepite alla stregua di oscillazioni – paragonabili a quelle del pendolo – in longitudine, latitudine e distanza dal corpo centrale e risultavano passibili di correzione in tempi relativamente brevi. Le variazioni secolari erano invece mutamenti a lungo termine e Lagrange, sulla scia di Eulero e Lalande, le intese in un primo momento come attive sempre nella stessa direzione. Esse influivano molto sull'aspetto e sull'orientamento dell'orbita, sulla sua eccentricità, sulla posizione dell'asse dell'ellisse, sull'inclinazione del piano dell'orbita rispetto all'eclittica – il piano orbitale terrestre – sulla posizione della linea dei nodi – in punti in cui l'orbita intersecava l'eclittica – nonché sulla distanza media dal Sole²⁷.

In una memoria del 1774 pubblicata quattro anni più tardi, Lagrange mostrò che le variazioni secolari nelle inclinazioni delle orbite planetarie rispetto all'eclittica e nella posizione della linea dei nodi erano, in prima approssimazione, oscillatorie e periodiche, sia pure con periodi che si potevano misurare in migliaia di anni²⁸. Una volta venuto a conoscenza della dimostrazione lagrangiana, Laplace applicò lo stesso tipo di analisi ad altri aspetti delle orbite dei pianeti, rendendo chiaro che i cambiamenti a lungo termine nelle orbite planetarie risultanti dalle reciproche attrazioni dei corpi celesti nel sistema solare fossero di natura oscillatoria e periodica²⁹. Ancora nella *Mécanique analytique* (Paris 1788), Lagrange ripresentò uno studio rigoroso e circostanziato del moto della Luna e dei satelliti di Giove, trovando, a proposito del problema dei tre corpi, una soluzione di particolare interesse.

Essi sarebbero in equilibrio gravitazionale solo a condizione di costituire particolari configurazioni spaziali, occupando cioè cinque punti particolari, in seguito chiamati con il suo nome. Lagrange metteva pertanto a profitto il suo metodo, teso ad affrontare la meccanica di sistemi a più gradi di libertà in termini di equazioni differenziali derivabili da un solo principio variazionale, al quale era arrivato a partire dagli studi giovanili sui problemi isoperimetrici e sul quale aveva intrattenuto una fitta e feconda corrispondenza con Eulero³⁰.

Le equazioni permettevano a Lagrange di confrontare la dinamica di sistemi tra di loro completamente diversi dal punto di vista geometrico e materiale, adottando però un opportuno insieme di coordinate. Una modellistica assai raffinata quella presentata nella meccanica analitica lagrangiana, una teorizzazione intellettuale che si affrancava ormai totalmente dalla vecchia eredità sperimentale e operativa di padre Beccaria. Lo attesta lo scarso interesse mostrato dal matematico

²⁷ J.-F. Lalande, *Astronomie*, Paris 1764; J.-F. Lalande, *Traité de l'astronomie*, Paris 1771.

²⁸ J.-L. Lagrange, *Recherches sur l'équation séculaire de la Lune*, in *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, Paris 1778, pp. 97-174; J.-F. Lalande, *Histoire céleste française*, Paris 1801.

²⁹ J.-F. Lalande, *Sopra la teoria de' satelliti di Giove del signor de La Place*, in «Biblioteca fisica d'Europa», XIX, 1791, pp. 125-136; P.S. Laplace, *Mécanique céleste*, I, Paris 1799.

³⁰ J.-F. Lalande, *Considerazioni sopra lo stato attuale dell'astronomia*, in «Biblioteca fisica d'Europa», I, 1788, pp. 47-62; J.-F. Lalande, *Progressi dell'astronomia*, in «Biblioteca fisica d'Europa», XVIII, 1790, pp. 114-129; A. Mieli, *Variational Methods in the Aeronautics*, in *Atti del convegno lagrangiano*, Torino 1964, pp. 192-240; C. Fraser, *Isoperimetric Problems in the Variational Calculus of Euler and Lagrange*, in «Historia mathematica», XIX, 1992, pp. 4-22.

torinese verso l'astronomia di osservazione³¹, nonché la sua vicinanza all'impostazione di Laplace³².

Lagrange si dedicò, in seguito, alla teoria delle variazioni degli elementi planetari nella loro reciproca azione, nonché alle perturbazioni delle orbite delle comete. Ma nella sua opera seppe anche spingersi oltre i luoghi classici della meccanica celeste. Così, con il *Mémoire sur le passage de Vénus du 3 juin 1769*, stampato sugli atti della Accademia delle Scienze di Berlino, consegnò alla storia il primo caso significativo di un problema astronomico elementare risolto ricorrendo al metodo di tre coordinate rettangolari, non senza suscitare scalpore presso numerosi astronomi europei³³.

4. Il proposito di costruire una teoria completa del movimento lunare si sviluppò a Brera, forse il più attivo degli osservatori italiani, per mano di Barnaba Oriani³⁴, e venne portato avanti, nella capitale sabauda, da Giovanni Plana (1781-1864)³⁵. Quest'ultimo, che si è formato a Parigi sotto la guida attenta quanto preziosa di Laplace³⁶, Lagrange e Legendre, nel 1811 ricevette l'incarico presso la cattedra di astronomia a Torino e due anni più tardi la direzione dell'osservatorio cittadino,

³¹ L. Pepe, *La filosofia naturale nella formazione scientifica di Lagrange*, in «Rivista di filosofia», LXXXVII, 1996, pp. 95-109.

³² Quest'ultimo, si sa, tentò anche, in quegli anni, di spiegare l'origine dell'universo, riprendendo l'ipotesi avanzata in precedenza dal newtoniano inglese Thomas Wright nella sua *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* (1750). La nostra galassia avrebbe avuto origine da una massa caotica di polvere e di gas a poco appiattitasi, mentre il Sole sarebbe il frutto di una condensazione primaria centrale, dominante altre condensazioni minori, quali i pianeti del sistema solare (M.V. Gushee, *Thomas Wright of Durham Astronomer*, in «Isis», XXXIII, 1941, pp. 197-218; M. Hoskin, *The Cosmology of Thomas Wright of Durham*, in «History of Astronomy», I, 1970, pp. 44-52; S. Schaffer, *The Phoenix of Nature. Fire and Evolutionary Cosmology in Wright and Kant*, in «History of Astronomy», IX, 1978, pp. 180-200; M. Mamiani, *Antecedenti e temi dell'ipotesi cosmogonica di Immanuel Kant*, in «Nuova civiltà delle macchine», IV, 1983, pp. 49-55; M. Hoskin, *Thomas Wright and the Royal Society*, in «History of Astronomy», XXIII, 1992, pp. 167-172).

³³ J.-F. Lalande, *Explication de la figure du passage de Venus sur le disque du soleil qui s'observera le 3 Juin 1769 avec les résultats du passage observé en 1761*, Paris 1769; H. Woolf, *Eighteenth Century Observations of Transits of Venus*, in «Annals of Science», IX, 1953, pp. 176-190; H. Woolf, *A Transit of Venus. A Study on the Eighteenth Century Science*, Princeton 1959; S. Rotta, *Sulla costruzione e diffusione in Italia dei telescopi a riflessione*, in «Le Machine», II-III, 1968, pp. 90-102; M. Rigutti, *Storia dell'astronomia occidentale*, Firenze 1999, pp. 131-133, 262-265.

³⁴ Oriani, si sa, effettuò le triangolazioni geodetiche fondamentali per la stesura della grande carta topografica della Lombardia e compì ricerche sulla rifrazione atmosferica, sull'obliquità dell'eclittica, sulla precessione degli equinozi e le teorie orbitali. Si occupò in particolare dell'orbita del pianeta Urano, scoperto da Herschel nel 1781 (J.-F. Lalande, *Lettera sopra il nome del pianeta Herschel*, in «Biblioteca fisica d'Europa», VIII, 1789, pp. 53-60; M. Hoskin, *Herschel Pioneer of the Sideral Astronomy*, London 1959; M. Hoskin, *William Herschel and the Construction of the Heavens*, London 1963).

³⁵ G. Agostinelli, *Per il centenario della morte dell'astronomo Giovanni Plana*, in «Atti della Accademia delle Scienze di Torino», LXXXIX, 1964, pp. 1177-1199; A. Maquet, *L'astronome royale de Turin Giovanni Plana*, in «Mémoires de l'Académie Royale de Belgique», XXXVI, 1965, nonché la recensione che ne ha fatto C. Maccagni, in «Physis», VIII, 1966, pp. 134-136; S. Leschiutta, *Giovanni Antonio Amedeo Plana astronomo reale*, in «Giornale di fisica», XXXIII, 1992, pp. 111-125.

³⁶ R. Fox, *The Rise and Fall of Laplacian Physics*, in «Historical Studies in the Physical Sciences», IV, 1974, pp. 89-136; P.M. Dessì, *Laplace e la probabilità*, in «Rivista di filosofia», XXIV, 1982, pp. 313-332.

che, allestito inizialmente in cima a una torre da Giambattista Beccaria nel 1759, era passato nel 1790 all'Accademia delle Scienze con una nuova e apposita sede.

Il Plana lo rinnovò per intero e intanto iniziò a frequentare quello di Brera, dove sin dal 1799 lavorava Francesco Carlini (1783-1862), prima come allievo e poi in qualità di astronomo sovrannumerario, tra gli altri con Oriani. Carlini si distinse soprattutto con il calcolo delle effemeridi di Milano, ritenute le migliori allora a disposizione, almeno fino alla stampa del «Nautical Almanac»³⁷.

Caratteristico esempio delle poliedriche attività che vedevano allora impegnato l'astronomo italiano, Carlini compilò inoltre nel 1807 alcune tavole di rifrazione che lo fecero particolarmente conoscere e apprezzare nell'Europa delle accademie. Conquistò nel 1810 una notorietà ancor maggiore con quelle solari, che, basate su un procedimento assolutamente rivoluzionario, furono usate ancora per parecchi anni nel calcolo delle più celebri effemeridi.

Il Carlini fu anche il primo biografo di Antonio Cagnoli (1742-1816), un nobile veneto appassionatosi di astronomia in età ormai avanzata, che abbandonò la carriera diplomatica per cominciare a lavorare, nel 1785³⁸, nel proprio osservatorio di Verona e trasferirsi in seguito a Modena, dove pubblicò, nel 1807, uno dei primi atlanti stellari (dopo quello di Messier) e dove poté seguire da vicino la vita della Società Italiana delle Scienze, della quale (morto Lorgna) aveva ereditato nel 1796 il ruolo di segretario³⁹.

Nel XIX secolo, la questione relativa al moto della Luna continuava a rivestire un interesse notevole, non soltanto come caso particolare del movimento dei tre corpi, ma anche per ragioni eminentemente pratiche, prima delle quali il calcolo delle longitudini in mare. Tuttavia, si presentava pure di difficile soluzione per la presenza di anomalie, come l'accelerazione secolare, che rendeva particolarmente problematica l'elaborazione delle relative effemeridi.

Essa venne affrontata, oltre che da Plana, anche da Giovanni Santini (1787-1877), astronomo teorico e pratico di grande spessore, il quale aveva lavorato inizialmente a Brera (1805) e a Padova (1807), dove nel 1813 era divenuto direttore dell'osservatorio fondato da Giuseppe Toaldo (1719-1797)⁴⁰. Il Santini legò il suo nome all'osservazione di pianeti e comete, delle quali calcolò numerose orbite, e in particolare alla stampa del secondo grande catalogo stellare italiano. Secondo l'Oriani si trattava di redigere tavole sufficientemente precise ricorrendo alla legge newtoniana di gravitazione universale e traendo dall'osservazione soltanto i dati strettamente necessari alla determinazione delle costanti arbitrarie.

A impegnarsi nella questione furono Plana e Carlini, i quali nel 1820 vinsero il primo premio messo in palio da Laplace, all'Académie des Sciences di Parigi, per la

³⁷ J.-F. Lalande, *Abrégé de navigation historique, théorique et pratique*, Paris 1793; F. Flora, *Astronomia nautica*, Milano 1987; D. Sobel, *Longitudine*, Milano 1996.

³⁸ F. Carlini, *Notizie sulla vita e sugli studi di Antonio Cagnoli*, Milano 1819; C. Farinella, *Da Montesquieu a Lalande. Antonio Cagnoli e una specola privata nel Settecento*, in «Studi settecenteschi», XVII, 1997, pp. 249-264.

³⁹ C. Farinella, *L'Accademia repubblicana*, Milano 1994; C. Farinella, *Accademie e scienziati nel tardo Settecento italiano*, in AA.VV., *Anton Mario Lorgna*, Verona 1996, pp. 13-35.

⁴⁰ S. Casati, *Giuseppe Toaldo. La Luna, il Saros e le meteore*, in «Nuncius», V, 1990, pp. 17-42.

compilazione di tavole esatte cui si fosse giunti esclusivamente per via teorica. Alcuni dissapori di carattere personale sorti tra i due astronomi impedirono la pubblicazione dei risultati raggiunti e il lavoro venne portato avanti a Torino dal solo Plana, che ci lavorò sopra per i successivi dodici anni, sino a presentare la versione definitiva nei tre volumi della *Théorie du mouvement de la lune*, tuttora valida. Si tratta di un'opera ancora oggi poco letta e poco conosciuta, che, a fronte di una scarsa fortuna storica, ebbe all'epoca il notevole pregio di contribuire alla soluzione analitica del problema della determinazione delle coordinate rettangolari della Luna, nonché delle sue principali ineguaglianze, affrontato anni prima da Lagrange⁴¹.

Nel Settecento italiano, con Beccaria e Lagrange a Torino, Frisi e Oriani a Bra, Perelli e Cadenberg a Pisa⁴², oltre alla sempre viva circolazione di uomini e di scoperte, profonda era la connessione tra geodesia e astronomia, se non altro per la contiguità di metodi e sistemi osservativi, prima che si registrasse una vera autonomia disciplinare delle due scienze. Plana e Carlini fornirono il loro personale apporto anche in questo campo, partecipando nel 1821 alla campagna internazionale per la misura del parallelo medio dall'Atlantico all'Adriatico. Essi effettuarono i rilievi tra la Francia e Torino, in quel tratto, cioè, che, per la presenza delle Alpi, presentava le difficoltà maggiori. Il Carlini, inoltre, confermò le anomalie del grado torinese, riscontrate prima di lui già da padre Beccaria⁴³.

⁴¹ Di Bono, *L'astronomia in Italia* cit., pp. 40-41. Indagine esemplare, da me qui ampiamente utilizzata.

⁴² M. Di Bono, *La Specola pisana (1735-1808)*, in «Giornale di astronomia», X, 1984, pp. 221-229; M. Di Bono, *Un secolo di astronomia a Pisa nelle vicende della Specola 1735-1833*, in «Bollettino storico pisano», LIX, 1990, pp. 49-89.

⁴³ G.V. Schiaparelli, *Notizie sulla vita e sugli scritti di Francesco Carlini*, Milano 1862; C. Carlomagno, *Il grado torinese e le sue vicende*, Torino 1921.