

# FRISI TRA ILLUMINISMO E RIVOLUZIONE SCIENTIFICA di Paolo Casini

## 1. Lo stato degli studi

L'immagine che possiamo farci di Paolo Frisi, il giudizio che possiamo dare sui suoi meriti, sono inevitabilmente limitati da talune difficoltà. C'è innanzitutto un problema di approccio filologico. Chi ha praticato gli scritti dell'illuminista milanese sa quanto il terreno sia accidentato: le memorie e dissertazioni accademiche, i progetti e le relazioni, le edizioni successive di manuali, trattati, elogi, il fondo manoscritto del Politecnico, e soprattutto l'epistolario, disperso in varie sedi italiane e straniere. Nel 1870 Pietro Riccardi concludeva così il suo primo saggio di bibliografia frisiana, contenente 47 titoli a stampa:

«Mi è rimasto il desiderio di vedere (le opere del Frisi) più ampiamente illustrate come meritano, e per la storica influenza che esse ebbero nei progressi delle scienze fisico matematiche» (1).

Nel 1933 il Boffito faceva eco a queste parole, lamentando la mancanza di una «monografia esauriente» (2). Nel frattempo si sono avute alcune notevoli edizioni di inediti, ma la monografia esauriente è rimasta un pio desiderio. Scorrendo gli accurati studi bibliografici qui raccolti da Rosy Candiani (3), si è indotti a pensare che la meta sia ancora lontana e non facile da raggiungere.

L'autore ipotetico di una monografia (o anche soltanto di una biografia critica) dovrebbe innanzitutto risolvere i problemi d'ordine filologico, per poi affrontare una difficoltà più intrinseca, d'ordine metodico. Come riportare a un denominatore comune i molteplici interessi dello studioso di fisica, matematica, elettricità, ingegneria idraulica, architettura; dell'intellettuale dei lumi; del consigliere del principe; dell'educatore? Frisi si prodigò in queste varie direzioni, non sempre seguendo la logica della pura ricerca scientifica, ma la trama delle ambizioni, lo stimolo delle occasioni, secondo un ritmo che appare spesso dispersivo e un po' affannoso. Di qui il suo eclettismo scientifico e pratico, che pone un'ulteriore difficoltà: come padroneggiare in senso diacronico lo stato delle questioni entro le singole branche della *philosophia naturalis* di metà Settecento? Era una fase di rapido sviluppo e assestamento della scienza post-newtoniana, le cui diramazioni andavano allontanandosi dal vecchio ceppo comune. La simbiosi tra i vari campi di ricerca - per quanto essi fossero ormai sufficientemente distinti - era assai più ovvia allora di quanto non lo sia, oggi, per noi. Lo storico - che non abbia il dono dell'onniscienza - corre il rischio di modernizzare la situazione; ossia di proiettare due secoli addietro le sue proprie specializzazioni disciplinari e deformazioni professionali, le quali non hanno concreto riscontro nella mentalità scientifica settecentesca.

Il rischio è insito in qualsiasi altro genere di ricerca storica. Nel caso nostro, può accadere che il senno del poi faccia apparire come «errori» concezioni generali, metodi, ipotesi, teoremi, che hanno soprattutto il torto di essere obsoleti, e di appartenere a contesti teorici ormai «falsificati». Per esempio: che le congetture del Frisi sulle atmosfere dei pianeti o sull'etere elettrico non avessero un solido fondamento, è presto detto. Assai più difficile è ricostruire la filogenesi che precede, il tessuto concettuale che avvolge tali congetture, nell'epoca stessa in cui sono state formulate; e rammentare - come ammoniva Alexandre Koyré - che anche gli errori sono stati fecondi nel divenire del metodo sperimentale, e che sono preziosi per la comprensione storica.

Se si potesse disporre di un quadro d'insieme ben articolato riguardo agli sviluppi dell'algebra, della geodesia, della teoria e pratica fluviale, e degli altri settori in cui Frisi operò, si potrebbero forse collocarvi con precisione i suoi contributi. Ma bisogna francamente ammettere che un simile quadro di riferimento - almeno per ora - ci manca. La storiografia della scienza ha proceduto in ordine sparso, preoccupandosi soprattutto di mettere in evidenza i momenti delle grandi scoperte e i titoli di priorità. Ora, questo genere di ricerca ha ed ha avuto scarsa presa sulla figura del Frisi, che non ha legato il suo nome a «scoperte» di grande momento.

I meriti di Frisi si presentano piuttosto sul versante dell'assimilazione e della trattazione manualistica - in sostanza, dell'insegnamento - questo sì pionieristico e impartito in *partibus infidelium*. L'attenzione degli storici della scienza si volge oggi appunto a questo versante. Ci si rende ormai conto che le figure dei grandi inventori non si possono isolare dal loro contesto; le figure «minori» - come accade in tanti altri settori della ricerca storiografica - entrano a far parte di un orizzonte che si sta esplorando e che appare, anche per quanto riguarda l'Italia, più folto e variegato di quanto si potesse immaginare.

In questo orizzonte Frisi occupa un posto notevole. Se lo si escludesse si creerebbe un vuoto: il vuoto che si avverte, ad esempio, nella recente e pregevole antologia di *Scienziati del Settecento*, curata da Maria Luisa Altieri Biagi e Bruno Basile per la collezione *La letteratura Italiana, Storia e Testi* dell'editore Ricciardi (1983). Nel volume figurano, tra una fitta schiera di naturalisti, biologi e studiosi di elettricità, i fisici e matematici Ruggero Boscovich, Eustachio Manfredi, Maria Gaetana Agnesi, Jacopo Riccati. Non vi figura Paolo Frisi.

Si potrebbero obiettare ragioni di economia editoriale: Frisi è già presente nel volume terzo degli *Illuministi italiani* (1958), della medesima collezione, magistralmente presentato da Franco Venturi con un agile profilo, testi inediti ed editi, note di commento. Si potrebbe sostenere inoltre che in fondo si trova perfettamente a suo agio tra i riformatori e pubblicitari de «Il Caffè», militanti sotto l'egida del dispotismo illuminato, cosmopoliti e attivi nella vita civile e politica della Lombardia austriaca. Ma, a ben guardare, la cosa non sta in questi termini. Il matematico, il fisico, il consulente d'idraulica, lo studioso di dinamica celeste e di elettricità, è come messo tra parentesi in questa antologia. La formula «d'Alembert italiano», proposta dal Venturi, è brillante e insieme elusiva: pone, almeno, tanti problemi quanti ne ha posti il vero d'Alembert agli studiosi convenuti al convegno celebrativo che si è tenuto presso la «Revue de Synthèse» a Parigi nel luglio 1983.

A proposito di d'Alembert: ritengo che egli avesse in mente proprio la figura di Frisi quando, nell'articolo «Géomètre» della *Encyclopédie*, sosteneva che le scienze matematiche «dans les pays d'Inquisition» fungevano da potente strumento di rischiarimento intellettuale, e precisava:

«On étudie et on raisonne en Italie... Faites naître, s'il est possible, des géomètres dans ces peuples. C'est une semence qui produira des philosophes avec le temps»(4).

A quest'atto di fiducia nei confronti dei propri studi prediletti, d'Alembert aggiungeva l'indicazione delle tappe successive di un itinerario pedagogico prevedibile:

«Lo studio della geometria condurrà alla meccanica; che da sola e senza ostacoli, condurrà alla sana fisica; e la sana fisica, infine, alle *vraie philoso-phiae*; la quale, con la diffusione generale e subitanea della propria luce, sarà ben presto più potente di tutte le forze della superstizione»(5).

Intenzionale o no, l'itinerario così tracciato da d'Alembert si attaglia perfettamente a Frisi; il quale somiglia a d'Alembert ed agli enciclopedisti non tanto - e non solo - perché combattè la credenza nella magia e nelle streghe, polemizzò contro i gesuiti, negò l'autorità della chiesa nell'ambito temporale; ma perché, come gli enciclopedisti e i *philosophes* illuministi europei, approdò alle idee dei lumi passando attraverso l'assimilazione della geometria, della matematica, della meccanica, della fisica.

Sembra un'affermazione lapalissiana: oggi si parla con crescente insistenza dell'«illuminismo scientifico», come se si trattasse semplicemente di un elemento da aggiungere dall'esterno del quadro già noto. Senonché il quadro nel suo complesso - il quadro della cultura illuministica ricostruito negli ultimi decenni dagli storici - ci appare in una prospettiva diversa, se si colloca al suo giusto posto questo elemento. Esso ebbe un'importanza capitale nella stessa formazione intellettuale degli uomini dei lumi, che tutti - più o meno - condivisero certi motivi di fondo: l'immagine del mondo fisico dominato da leggi matematiche; il modello corpuscolare della materia; la meccanica come criterio di spiegazione dei moti naturali, fisici e biologici; il rifiuto dei sistemi metafisici; l'uso flessibile dell'ipotesi di lavoro, e così via. Condivisero, insomma, quel complesso di regole e di procedure che avevano avuto successo in ottica, fisica gravitazionale, dinamica. Non dimentichiamo che quasi tutti i *philosophes* esordirono come studiosi, apprendisti, divulgatori, commentatori della sintesi newtoniana. Ecco il vero senso del passo di d'Alembert citato qui sopra. L'itinerario dalla conoscenza scientifica alla «*vraie philosophie*» implica appunto il nesso profondo che collegava la mentalità sperimentale applicata alle analisi del mondo fisico e la volontà di riformare il mondo umano.

Torniamo all'ipotetico biografo del Frisi, che si proponeva di ricostruire nei dettagli l'itinerario che si è detto. Ci sono vaste lacune, ma i documenti non mancano. Andrebbero approfondite le notizie sulle sue frequentazioni giovanili (6): chi fu in realtà il padre olivetano Ramiro Rampinelli, noto soprattutto come maestro di Maria Gaetana Agnesi? Le sue postume *Lectiones opticae* (1761), che si limitano a esporre l'ottica geometrica pre-newtoniana di Isaac Barrow, sono deludenti. Ciò non esclude che Rampinelli ne sapesse molto di più, che fosse un buon matematico e un buon mentore: è una ricerca da fare. E che dire del confratello e amico di Frisi, il barnabita Francesco De Regis (o Re) che iniziava gli scolari di Sant'Alessandro alla geometria ormai assai «datata» di Guido Grandi? Ancora: che senso dare alla testimonianza di Pietro Verri, secondo la quale un altro barnabita, Pietro Besozzi, «fu il primo che nelle scuole di San'Alessandro in Milano facesse conoscere le ecoperte di Newton»? (7). Frisi aggiunge, dal canto suo, che Besozzi gli suggerì l'ipotesi (newtoniana, appunto) che il globo terrestre fosse una massa fluida raffreddata e perciò schiacciata ai poli. Ma di Pietro Besozzi resta soltanto traccia come esperto di sacra liturgia, e più tardi superiore dei barnabiti.

L'ambiente dei collegi barnabiti a Milano, a Pavia, a Casale, a Lodi, dove Frisi studiò e fece le sue prime prove come pedagogo, doveva essere grigio, tradizionalista, ma non del tutto chiuso. Se ne trova testimonianza negli stessi corsi manoscritti di logica e metafisica, composti dal giovane professore tra il 1750 e il 1753 (8). Tra molta zavorra scolastica, c'è qua e là qualche segno di vita: caute discussioni sul sensismo di Locke, sulla fisiologia medica e sui problemi della sensibilità, sulla morale «naturale» di Antonio Genovesi. Se ne deduce facilmente che Frisi frequentava con una certa libertà autori sospetti, e tentava di contrabbandarli nei suoi corsi. I suoi superiori dovettero accorgersi di qualcosa, se, a Lodi, gli negarono l'imprimatur per la stampa della *Disquisitio* sulla forma della Terra, sotto trasparenti pretesti: «Un continuo difetto d'ortografia e la noncuranza di premettere alcuna protesta per il moto che si attribuisce alla Terra...» (9). L'opera - come si sa - uscì egualmente a spese del mecenate Donato Silva; ed è uno scritto tutt'altro che insignificante. A soli ventidue anni, il professore barnabita di metafisica era in grado di discutere con Boscovich, Bouguer, Clairaut, d'Alembert su uno dei problemi tecnici più ardui della geodesia newtoniana, che implicava la scelta di metodi matematici, di ipotesi di lavoro, di misurazioni: un argomento allora al centro dell'interesse dei matematici europei (10). Un altro aspetto della formazione del Frisi è la sua amicizia e collaborazione con il matematico Radicati di Coconato, documentata da un carteggio ancora tutto da studiare (11). Questo legame, secondo Verri, «dispacque ai vecchi barnabiti», e probabilmente li indusse a punire Frisi con un periodo di purga nel collegio di Novara. Anche questo Radicati era un libero pensatore?.

Molti dettagli per ora ci sfuggono. Certo, il giovane Frisi fu sostanzialmente un autodidatta. A parte qualche amico e qualche protettore, fu in conflitto con il suo ambiente. Percorse da solo l'itinerario avventuroso che lo condusse dalla scolastica corrente dei collegi alla lettura di Bayle, Locke, Voltaire e al decisivo incontro con le prime opere scientifiche di d'Alembert. Probabilmente Frisi ebbe tra le mani quasi subito dopo la pubblicazione (1751) il primo volume della *Encyclopédie*. Il manoscritto delle *Institutiones physicae*, composte a Milano attorno al 1753, testimonia un distacco ormai netto dalla metafisica e dalla teologia, la prevalenza dell'interesse scientifico. Frisi espone le *leges motus* e le *regulae philosophandi* di Newton, le nozioni di tempo e spazio assoluti, l'ipotesi corpuscolare, i principi dell'ottica e dell'acustica, la legge gravitazionale, anche se il contesto della sua cosmologia resta neocartesiano, secondo la linea di compromesso indicata in Francia dai Bernoulli (12). La metamorfosi accademica seguì poi a Pisa, nel 1760: da insegnante di metafisica che era, Frisi si guadagnò una cattedra di matematica, soprattutto grazie al prestigio che gli veniva dalle memorie accademiche sul moto annuo della Terra, sul problema dei tre corpi, sulle atmosfere dei pianeti, sull'elettricità, ben accolte dalle accademie europee.

Si deve interpretare questa svolta come una uscita di minorità? Come l'abbandono «positivo» di ogni questione filosofica o speculativa? Non si deve dimenticare il vincolo dell'autocensura: in Italia, mettere tra parentesi gli argomenti metafisici e teologici era una ovvia misura prudenziale. Nelle *Institutiones physicae* c'è un singolare tentativo di discutere il dogma dell'eucarestia in rapporto all'ipotesi corpuscolare. Ma poi Frisi, su questi argomenti, non parlò più. Non potè non essere una scelta obbligata, da parte di un universitario che restava nella «famiglia» barnabita. Così gli argomenti filosofici erano accantonati nella sfera del non-detto, e l'autocensura dava l'impressione che i criteri del metodo sperimentale fossero neutri, asettici, afilosofici.

## 2. Frisi e la storia della rivoluzione scientifica

Il che ovviamente era falso, anche soltanto storicamente. Frisi si rese conto che il miglior terreno di difesa e di attacco - conservando il silenzio sui problemi tabù era appunto quello della storia. La storia del metodo sperimentale delineava di per sé la crescita della conoscenza positiva da un lato, il declino della metafisica dall'altro, e il conflitto tra questi due mondi. E' il caso di soffermarsi sul programma pedagogico che sottende i manuali, i trattati, gli *Elogi*.

La prolusione milanese del maggio 1764 traccia le linee di tale programma (13). Interrogandosi sul passato, nell'occasione solenne del suo insediamento come professore di matematiche alle Scuole Palatine, Frisi pone una questione che si può formulare all'incirca così: c'è stato, in Lombardia, un robusto movimento tecnico e scientifico? Quale contributo ha dato Milano alla crescita dell'ingegneria e della scienza sperimentale? Non è soltanto un pretesto accademico. Negli anni di insegnamento a Pisa, Frisi è entrato in contatto con l'eredità ancora viva di Galileo e della sua scuola. Ma i suoi interlocutori sono altrove: a Parigi, Londra, Berlino, Pietroburgo, le sedi delle grandi accademie dove i suoi primi lavori di geodesia e di dinamica celeste ottengono premi e riconoscimenti. Così lo sguardo rivolto al passato ha un duplice significato: avvia, per un verso, la ricerca di lontane radici sulle quali innestare in un vincolo di continuità la propria attività di studioso, operante sul fronte avanzato della ricerca. Per un altro verso, evoca le ragioni della crisi della scienza italiana dopo Galileo, crisi d'involuzione sincrona alla grande evoluzione della scienza europea.

L'orazione di circostanza fissa qualche punto di riferimento remoto: i grandi lavori di sistemazione idraulica sul Ticino e sull'Adda, eseguiti al tempo degli Sforza; la presenza a Milano di Leonardo «matematico, anatomico, chimico, musico, pittore, architetto, scultore»; gli architetti del Cinquecento, Bramante e Cesariano (14). Lombardo era Cardano, lo stravagante ma geniale algebrista; milanese Bonaventura Cavalieri, «novello Archimede» - come l'aveva definito Galileo stesso - al quale spetta un posto d'onore nell'invenzione del calcolo infinitesimale (15). Frisi nota che tutti, oltralpe, si sono battuti per rivendicare meriti di priorità nell'invenzione del calcolo. In Italia c'è stato soltanto silenzio, come ripeterà ritornando sull'argomento qualche anno più tardi:

«Il Newton, e il Leibnitz, l'Inghilterra, e la Germania si disputarono fervidamente quest'invenzione: nel fervore della contesa non fu neppure nominata l'Italia, né il Cavalieri: e solamente in Francia il Fonte-nelle gli rese allora giustizia chiamandolo il precursore del calcolo differenziale, e integrale» (16).

E<sup>1</sup> qualcosa di più che un moto di orgoglio municipale: Frisi sa bene che le risse sulla priorità delle scoperte non sono sterili, ma pongono a loro modo - come fanno gli storici di oggi - precisi problemi di storia del pensiero scientifico.

Non si deve accettare senza riserve il luogo comune corrente, che la dimensione storica fosse assente negli uomini di scienza dei secoli XVII e XVIII. E<sup>1</sup> vero che la nuova scienza era nata distruggendo, facendo *tabula rasa* degli «errori» del passato e di ogni principio di autorità. Eppure, era subito sorto il bisogno di capire, ricordare, rimodellare in funzione della nuova scienza stessa il corso della tradizione. Si pensi al gran tema del rapporto con i *veteres*, i filosofi della natura presocratici, platonizzanti o atomisti, animatamente discusso da matematici e fisici fino al Settecento inoltrato. Si pensi ai diari, agli *acta*, ai periodici delle società scientifiche, che interpretavano l'esigenza di una nuova «memoria» a favore del progresso della ricerca: Magalotti, Sprat, Oldenburg, Fontenelle furono i primi storiografi dell'impresa scientifica. Il genere dell'elogio, di cui Fontenelle divenne il maestro, fornì il primo embrione di biografia degli scienziati e una documentazione preziosa per i poteri. La mentalità storica non è estranea ai trattati di fisica e di astronomia, là dove l'esposizione sistematica acquista maggior significato alla luce dei «precedenti» di un problema, si tratti dei principi della dinamica o della forma delle orbite planetarie.

Qualche esempio: David Gregory dedicò una lunga prefazione nella sua *Astronomia* (1702), alle intuizioni cosmologiche degli antichi, utilizzando una serie di spunti inediti comunicatigli da Newton in persona (17). L'esempio fu seguito da numerosi trattatisti newtoniani: Keill, Whiston, Pemberton, Maclaurin in Inghilterra; M.me du Châtelet e Voltaire in Francia; Musschenbroek e 's Gravesande in Olanda; i matematici napoletani Di Martino e Genovesi in Italia. In varia misura, questi autori affidano a prefazioni e scollati cenni di cronaca o abbozzi di storia della fisica e della astronomia. Cenni e abbozzi, ovviamente, schematici: la documentazione era lacunosa, i criteri incerti. Ma nei loro scritti, destinati all'insegnamento, si avverte il senso di una lotta ancora in corso contro la mentalità scolastica e dogmatica dei retrivi. E tutti avvertivano che l'assiomatizzazione della scienza del moto, la sistemazione della dinamica celeste, i progressi del calcolo, la geometrizzazione dell'ottica, dell'acustica, dell'idrodinamica, non erano pienamente comprensibili al di fuori di un confronto con il passato. Interpretò in modo organico tale esigenza Jean-Etienne Montucla (1725-1799), l'autore della notevole *Histoire des mathématiques*, la cui prima edizione apparve nel 1758 (18). Nata in ambiente prossimo agli enciclopedisti, l'*Histoire* è il primo tentativo di sistemazione diacronica e critica delle varie discipline scientifiche, dalle origini alla metà del secolo dei Lumi.

Frisi era un lettore onnivoro. Seguì - come si vedrà tra poco - l'esempio degli autori dei manuali; ma fu anzitutto sollecitato da Montucla, non a caso, proprio a proposito di Galileo. Nell'anno del ritorno di Frisi a Milano - il 1764 - cadeva il bicentenario della nascita di Galileo. Quale migliore occasione per riproporre il caso Galileo agli adepti dei Lumi? Quale sede più adatta del «Caffè», il foglio di Verri e Beccaria? La figura e l'eredità dello scienziato pisano, penitenziato dall'Inquisizione, era infatti il nodo di molti problemi. Soprattutto in Italia, Galileo era un mito, il simbolo della libertà di pensiero: ma l'opera sua, ormai circolante nelle due grandi edizioni del 1718 e del 1744 (19), poneva problemi di valutazione storica tutt'altro che facili. Le leggi della meccanica galileiana erano incorporate nella dinamica newtoniana; le geniali premesse poste dal pioniere in idrostatica, astronomia, fisica apparivano «stranamente superate», come ha osservato Rupert Hall; i suoi numerosi «errori» erano stati corretti; la sua battaglia copernicana, fuori d'Italia, era appena un ricordo; la sua eredità, *res nullius* (20). Una situazione paradossale, resa ancor più critica, nel mondo cattolico, dalle conseguenze della condanna e dalle distorsioni di diverso segno che la condanna aveva provocato, occultando o sfocando i meriti reali di Galileo come «filosofo naturale».

Era accaduto così che perfino d'Alembert, nel «Dis-cours préliminaire» dell'*Encyclopedie*, si fosse limitato a un fuggevole cenno: «Galilée, à qui la géographie doit tant par ses découvertes astronomiques, et la mécanique pour sa théorie de l'accélération» (21). La *gaffe* del matematico francese, che Frisi pur ammirava, gli offrì lo spunto per ristabilire la prospettiva giusta. Il *Saggio sul Galileo* è un tentativo di mettere a fuoco i meriti reali dello scienziato pisano, al di là dei miti, delle dispute e delle lacune d'informazione (22). Si apre con una copiosa dosso-grafia di giudizi, seguita da una ricostruzione della vita e delle scoperte, attinta in gran parte all'*Histoire* di Montucla, oltre che alla lettura delle principali opere di Galileo. Lo storico francese si era servito della *Vita di Galileo* del Viviani e dell'edizione del 1744 curata dal Toaldo. In varie sezioni della sua *Histoire* si leggono resoconti accurati e dettagliati delle scoperte galileiane. Ampio spazio è dato alla questione copernicana e alle vicende della condanna, alla costruzione e all'uso astronomico del cannocchiale, alle scoperte del *Sidereus nuncius*, alle dispute sulle macchie solari (23). Montucla ha cura di sottolineare in ogni caso la priorità che si deve riconoscere a Galileo nei confronti dei suoi avversari, detrattori e concorrenti («[...] è sempre ottimo giudice e apologista delle invenzioni italiane» (24), nota compiaciuto Frisi). Pur dando il dovuto rilievo al ruolo di Galileo in astronomia e in idrodinamica, Montucla insiste soprattutto sull'originalità del fondatore della dinamica:

Le nom de Galilée n'est pas moins célèbre dans la mécanique que dans l'astronomie. Quelque brillantes même que soient les découvertes dont il enrichit la dernière, elles ne lui assureront pas dans la postérité une place aussi distinguée, que celles dont nous avons à parler [...] Il falloit bien moins de génie pour tourner un télescope vers le ciel, et y appercevoir les phénomènes dont on lui doit la découverte, que pour démêler les lois de la nature dans la chute des graves, l'espèce de courbe qu'ils décrivent en tombant obliquement, la solution enfin de divers autres problèmes mécaniques qu'il traita avec beaucoup de sagacité [...]. Il sera toujours regardé comme celui qui a principalement débrouillé cette partie si intéressante de nos connoissances (25).

Frisi attinge largamente a questi giudizi, anche al di là dei riferimenti espliciti che fa all'*Histoire* di Montucla. Si astiene invece dal seguirla riguardo al conflitto di Galileo con la chiesa, al precetto del 1616 e alla condanna del 1636. Lo storico illuminista non aveva temuto di dire:

«L'Europe indignée ne vit dans le jugement porté contre l'astronome italien que l'ouvrage d'un tribunal ignorant et incompetent, et les pays protestants triomphèrent de voir Rome compromettre d'une façon si visible son autorité [...]» (26).

Frisi si limita ad alludere alla questione tabù. Si autocensura riguardo all'eliocentrismo e al moto terrestre, mentre passa in rassegna le scoperte e intuizioni di Galileo in ottica, dinamica, idraulica, resistenza dei materiali. Il *Saggio* apparso nel «Caffè» ha il taglio di uno scritto d'occasione; è un abbozzo frammentario e provvisorio, in cui prevale il tono della rettifica, della riabilitazione, della rivendicazione delle priorità. I dati di copiose letture sono affastellati in modo un po' frettoloso. Manca una nitida trama narrativa; ma è ben posto in rilievo il debito che i cultori delle varie discipline esatte postgalileiane hanno contratto nei confronti del loro pioniere. Il *Saggio*, steso in forma di replica a vari scrittori francesi, ottenne in Francia un'eco immediata e non effimera: tradotto nel 1767, fu incluso nel 1777 nel terzo *Supplément* dell'*Encyclopédie*, quasi a riparazione della lacuna di cui d'Alembert si era reso colpevole (27).

Come gli altri autori di manuali, nella pratica didattica Frisi si avvaleva di copiosi riferimenti retrospettivi, inseriti nella serrata informazione e discussione circa i lavori in corso. Così le sue principali opere di sintesi - l'*Arithmetica universalis*, la *Medianica univèrsa* e la *Cosmographia physica et mathematica* - sono precedute da ampi *excursus* storici sugli sviluppi delle rispettive discipline, dall'antichità al Settecento (28). Il trattato *De' canali navigabili* contiene un'ampia rassegna dei lavori di sistemazione delle acque eseguiti in Lombardia dal Quattrocento in poi (29). Il punto di vista storico non rimane mai estraneo rispetto all'esposizione dei problemi tecnici e dei principi in vigore al presente. Per esempio, nella *Cosmographia*, dopo aver formulato le leggi del moto e le definizioni della meccanica, Frisi annota:

«Le idee e le nozioni di tempo, spazio, corpo, moto, velocità appaiono così semplici ed evidenti che sembra sufficiente, all'inizio della Meccanica, indagarle piuttosto che spiegarle [...] I filosofi che hanno voluto avvolgere queste nozioni in questioni metafisiche hanno variamente discusso: i pirroniani se esistano corpi; gli zenonici se si dia il moto; i cartesiani se, tolto ogni intermediario tra la materia, i corpi estremi tra loro debbano toccarsi [...] Di tutte queste dispute non si sono curati i filosofi che, partendo da principi semplicissimi, hanno proceduto alla ricerca delle leggi matematiche della natura ed hanno gettato le basi della meccanica» (30).

La semplicità dei principi newtoniani del moto non esclude un *iter* tormentato e faticoso, che ne ha preceduto la gestazione. A proposito del principio d'inerzia, Frisi cita Galileo e Baliani, quest'ultimo diretto predecessore di Newton (31). Questi e altri cenni di storia della meccanica lasciano cogliere le linee di pensiero che si sono affermate nella rivoluzione scientifica del Seicento e sono venute saldandosi nella sintesi newtoniana.

Un altro esempio - questa volta di cronaca - è la recente disputa sulla natura delle forze vive. Prima di scrivere le formule, Frisi cita i protagonisti della controversia:

«Nella misura delle forze vive dapprima Bernoulli, poi Hermann e altri matematici hanno accolto le tesi di Leibniz; Maclaurin, Mairan e altri hanno seguito invece la vecchia tesi di Galileo e Cartesio, misurando qualsivoglia forza di un corpo in base alla massa e alla semplice velocità. Anche nella nostra Italia si è discusso di recente tra Vincenzo Riccati e Francesco Zanotti [...] della misura delle forze vive, e mentre Riccati ha sostenuto le tesi di Leibniz, Zanotti, seguendo un altro punto di vista, ha accolto quanto ne ha detto d'Alembert all'inizio del suo *Traité de dynamique*; ossia che l'intera questione della misura delle forze vive appartiene alla metafisica piuttosto che alla meccanica, né può giovare alla soluzione dei problemi meccanici» (32).

Un esempio di astronomia: a proposito dell'atmosfera dei pianeti, questione legata in origine alle osservazioni di Galileo sulle macchie solari, Frisi dà ampi dettagli circa lo sviluppo delle ipotesi successive, ad opera di G.D. Cassini, Kaestner, Eulero, Mairan e lui stesso (33).

Questi sondaggi - che si potrebbero facilmente moltiplicare - mostrano che Frisi considerava parte integrante dell'insegnamento fisico e matematico di grado superiore una buona informazione circa il *background* problematico e storico delle singole questioni: il processo di assiomatizzazione dei principi, la verifica o falsificazione delle ipotesi, il contesto «filosofico» dal quale sono venute diramandosi le varie discipline, e così via.

Gli *Elogi* di Galileo, Cavalieri, Newton, d'Alembert - composti negli anni 1775-1783 - vanno riletti anch'essi in questa prospettiva. Soltanto la scarsa familiarità che gli storici umanisti hanno con le scienze esatte può indurre a considerarli come degli *hors d'oeuvre* rispetto al resto degli *Opera*, di Frisi. Ma gli elogi sono un'appendice essenziale del *De gravitate univèrsali* e della *Cosmographia*.

Se infatti Frisi, nel 1774, sentì il bisogno di riscrivere in una stesura assai più completa il suo saggio su Galileo, e di comporre in seguito gli elogi di Cavalieri, Newton e d'Alembert, non lo fece certamente per pura ambizione letteraria; lo fece per dare una forma più organica alle sue curiosità e ricerche di storia della scienza, per offrire una guida ai lettori dei suoi manuali. Trattando di meccanica, astronomia, matematica, algebra, idrodinamica, si era dovuto limitare a informazioni retrospettive rapide,

necessariamente frammentarie e scarse. Di qui il ricorso a un genere letterario *ad hoc*, l'elogio: un genere connesso, allora, a precisi rituali accademici (34). Frisi non aveva alle sue spalle una solida istituzione scientifica paragonabile a quelle dell'Europa dei Lumi. Anziché elogiare colleghi accademici defunti - che era il compito professionale di Fontenelle e di d'Alembert - Frisi usò il genere elogio per uno scopo più ambizioso: si propose di tracciare un disegno d'insieme della rivoluzione scientifica tra Seicento e Settecento, narrata attraverso le vite, le scoperte e gli scritti di quattro dei maggiori protagonisti.

Ho riproposto gli elogi di Galileo, Newton e d'Alembert in una edizione annotata, nella quale si troveranno indicazioni sulla composizione e sulle fonti (35). Mi limito qui a notare che Frisi, percorrendo il cammino della fisica matematica con il materiale documentario disponibile allora, riuscì a comporre un quadro organico e ben articolato dell'intera vicenda. Per quanto riguarda la prima fase, italiana, della rivoluzione scientifica, le prudenze dell'autocensura vennero meno. L'età delle riforme teresiane e la salda posizione personale di Frisi a Milano consentivano di far luce sulla condanna di Galileo. Frisi poté valersi della nuova documentazione offerta dall'epistolario galileiano, allora in corso di pubblicazione a cura di Angelo Fabroni. Inserì nell'Elogio di Galileo un resoconto puntuale degli eventi del 1616 e del 1633. Sottolineò gli effetti dell'ostilità gesuitica, e non esitò a formulare contro gli scienziati della Compagnia di Gesù l'accusa di aver segnato un punto di crisi e di non ritorno. Nell'elogio di Cavalieri ritornò più ampiamente su questo tema, indicando nel monopolio gesuitico della ricerca e dell'insegnamento la più grave causa della decadenza della scienza italiana (36). Nell'Elogio di Newton tornò a insistere sull'opposizione mossa dai gesuiti alla teoria dei colori e alla fisica gravitazionale nei circoli scientifici francesi, in un'epoca in cui:

«la maggior parte delle scuole d'Italia, affidate ai gesuiti, ridotte ad una disciplina monastica [...] erano ancora più oscure e caliginose. Vi si cercava più la subordinazione che la solida istruzione de' giovani; vi s'insegnavano le qualità occulte, gli enti di ragione, la distinzione virtuale, l'ingenerabilità, e l'incorruttibilità dei cieli; le influenze della Luna, e degli altri pianeti. La quiete della Terra formava come la base degli studi astronomici, che vi erano allora permessi [...] La persecuzione del Galileo, che là nel centro dell'Olanda avea messo il Des Cartes quasi in procinto di dare alle fiamme tutti i suoi scritti, dovea ritenere di più un italiano da qualunque, scolastica novità. Gli esteri saranno abbastanza giusti nei loro giudizi quando a tutto ciò che si è scritto, e che si è fatto in Italia aggiungeranno tutte le difficoltà, e le opposizioni, che vi sono state da superare» (37).

Nella sua polemica antigesuita, Frisi riprende le argomentazioni e il tono degli scritti di d'Alembert e dei *philosophes*, apparsi al momento della soppressione della Compagnia. Aveva, in più, motivi di risentimento personale nei confronti degli astronomi dell'osservatorio di Brera: ma non al punto di ignorare i meriti del suo antagonista Ruggero Boscovich. Né confondeva gli scienziati della Compagnia in una condanna generale, quando osservava che c'erano tra loro eccezioni, e che era «forse ancor presto per decidere imparzialmente sul merito letterario, e scientifico de' Gesuiti» (38). Comunque, nel riesaminare tutta la vicenda di Galileo, Frisi s'imbattè nel difficile problema dell'intreccio come si dice oggi - tra storia «esterna» e storia «interna» delle idee scientifiche. Le sue osservazioni in proposito sono acute, ma necessariamente approssimative. Si possono compendiare nella drammatica contrapposizione tra il destino di Galileo e quello di Newton: un'antitesi di cui Voltaire si era ampiamente servito nelle sue *Lettres philoso-phiques* per disegnare il contrasto tra l'oscurantismo cattolico e la libertà di pensiero trionfante nell'Inghilterra dei Lumi. Sulla traccia di Voltaire, Frisi volle «finire [*l'Elogio di Galileo*] con un parallelo tra Galileo e Newton», che ben riassume le sue vedute di storico. Il parallelo esordisce con la coincidenza cronologica tra la scomparsa di Galileo nel 1642 e la nascita di Newton, e prosegue:

«Rovesciato il vecchio sistema delle scuole, insegnato il metodo d'osservare, e di ragionare, riconosciuto l'Universo per ogni parte, applicata la geometria alla fisica, fissato il piano dell'astronomia, e della geografia, trattata ampiamente dal Galileo la statica, l'idrostatica, e la meccanica; contemporaneamente promossa l'algebra dal Cartesio, e applicata alla geometria; preparato dal Cavalieri il calcolo differenziale; spiegata dal Torricelli l'aerometria, e dall'Ugenio l'orologeria, l'ottica, e la teoria delle forze centrifughe; trovate dal Keplero le primitive leggi dell'aree proporzionali a' tempi, e de' quadrati de' tempi periodici proporzionali a' cubi delle distanze de' pianeti dal Sole, abbisognava alle scienze un genio superiore, che [...] abbracciando tutte le altre invenzioni, le portasse a un più alto grado di perfezione, e ne lasciasse a' posteri solamente l'ultimo finimento. Bisognava che si succedessero il Galileo, ed il Newton: ambedue abbastanza liberi, intraprendenti, ed attivi, per dare una nuova forma alle scienze; ambedue d'idee vaste, e precise, d'una fervida immaginazione, d'un giudizio lento, e maturo, nel travaglio pazienti, e conseguenti nelle ricerche; ambedue occupati delle verità utili, e attenti a tutti que' casi, ne' quali le cognizioni astratte potevano influire nel bene della società; [...] ambedue erano forniti di tutt'i talenti necessari, il primo per cominciare la rivoluzione delle scienze, il secondo per darvi la forma, che devono conservare stabilmente [...]» (39).

L'Italia di Galileo, l'Inghilterra di Newton: due contesti sociali e culturali quasi incommensurabili tra loro, che pure occorre mettere a confronto per cogliere la parabola della rivoluzione scientifica. Su questo confronto Frisi ritorna anche al termine dell'Elogio di Newton, alludendo al proprio pellegrinaggio personale in Westminster, ideale suggello del lavoro dell'uomo di scienza e dello storico:

«In Firenze i gesuiti avevano consultato che al Galileo non si potesse dare una sepoltura onorifica [...] L'Inghilterra ha sempre concordemente renduti al Newton tutti gli onori, che meritava, dalla gioventù, sino alla morte. Il di lui elogio sarà sempre intrecciato a quello della nazione. Una nazione libera riceva adesso l'elogio libero di un filosofo [...] che dalla tomba del Galileo viaggiando sino a quella del Newton ha onorato nell'Inghilterra i progressi, gli onori, e i premi delle scienze nate in Italia» (40).

Il genere elogio consentiva questo volo pindarico; ma l'emozione che Frisi aveva provato visitando la tomba di Newton era autentica. Là, in Westminster Abbey, aveva forse trovato la risposta al quesito circa il destino della scienza italiana che sottende - si è già notato - tutte le sue vedute di storico. La società inglese, nonostante la guerra civile e la rivoluzione del 1688, aveva favorito la grande fioritura delle scienze fisiche e matematiche. La sintesi newtoniana non era soltanto frutto del genio individuale, ma

espressione di tutta una temperie civile e intellettuale. Frisi sentiva che le riforme teresiane rendevano ora possibili anche in Italia la libertà di pensiero, il recupero di Galileo, l'avvento dei Lumi.

Gli *Elogi* non sono un contributo alla cosiddetta «Arcadia della scienza», ma una necessaria presa di coscienza del passato in vista del presente; una genealogia dell'illuminismo scientifico di cui si deve tenere ben conto quando si rifa oggi la storia delle idee dei Lumi in Italia. Ammirabili per sobrietà, precisione, quantità e qualità dell'informazione, gli *Elogi* offrono una nitida visione dell'impresa scientifica: la sua natura cumulativa ma non lineare, la sua razionalità, gradualità, nel quadro della lenta trasformazione dei contesti teorici e sperimentali. Frisi sa ben interpretare gli «errori» come momenti di un approccio iniziale a fenomeni, che hanno poi trovato spiegazione in trame concettuali più comprensive. Così la teoria galileiana delle maree e quella delle comete; così i calcoli del moto della luna; così le difficili questioni della precessione degli equinozi e della nutazione dell'asse terrestre: problemi impostati, ripresi, e infine risolti alla luce di una teoria unificata che esigeva ormai soltanto alcuni aggiustamenti sperimentali.

La sintesi newtoniana, aggiornata e completata dal lavoro dei fisici e matematici continentali - come è presentata nella *Cosmographia* - è il punto di vista dal quale muove lo storico nella sua ricostruzione del passato, il termine *ad quem* della sua riflessione. L'originalità di Frisi consiste, in fondo, nella semplicità della sua impostazione: fedeltà alle fonti, acuto senso del nesso tra teoria e sperimentazione, interesse per gli aspetti tecnici e strumentali della scienza, adesione a una precisa concezione del progresso: d'Alembert, e in secondo ordine Montucla, restano in questo i suoi modelli.

Si può parlare di divulgazione storica? Si deve dire piuttosto che Frisi ha compiuto un notevole tour de *force*, cercando di narrare con «il linguaggio della conversazione» uno sviluppo estremamente complesso di problemi fisici, matematici, astronomici, sperimentali. Gli *Elogi* - si è detto - sono un'integrazione delle opere di sintesi. Si può aggiungere che danno un peculiare spessore alla figura del riformatore degli studi, del protagonista di un processo di assimilazione e iniziazione alla scienza, che ci proponiamo di indagare in questo convegno.

## Note

1. P. Riccardi, *Biblioteca matematica italiana*, Modena 1870, I, col. 490.
2. G. Boffito, *Scrittori barnabiti*, Firenze 1933, segg., II, p. 72.
3. Cfr. p. 443 II volume.
4. *Encyclopédie [...]* t. VII, Paris 1757, col. 682 b.
5. *Ibidem*
6. Si vedano, per queste notizie, le *Memorie appartenenti alla vita e agli studi del Signor Don Paolo Frisi*, Milano 1787, pp. 10 segg.
7. *Ibidem*, p. 12.
8. Una scelta di questi corsi è in S. Tomani, *I manoscritti filosofici di Paolo Frisi*, Firenze 1968, preceduti da una puntuale analisi delle «letture» di Frisi.
9. Lettera del padre Viarigi a Frisi del 2 settembre 1759, pubblicata da O. Premoli, *Storia dei barnabiti*, Roma 1925, II, p. 189.
10. Si veda lo studio di P. Nastasi, *Frisi e il problema della forma della terra*, in questo volume.
11. E' conservato nel fondo frisiano della Biblioteca Ambrosiana di Milano.
12. Si veda il testo parzialmente edito da S. Tomani, *op. cit.*, pp. 104 segg.
13. *Praelectio habita Mediolani Vili Maij a. 1764*, Mediolani, J. Galeatium, 1764.
14. *Ibidem*, p. 8
15. *Ibidem*, p. 10 segg.
16. *Elogio di Bonaventura Cavalieri*, Milano, Galeazzi, 1778, p. 52; cfr. *Praelectio [...]*, p. 15.
17. David Gregory, *Elementa astronomiae physicae et geometricae*, London 1702, *The Author's preface*, riprodotta con i mss. di Newton in P. Casini, *Newton: the Classical Scholia, History of Science*, XXIII. (1984), pp. 1-58.
18. Scarse notizie su Montucla in *Nouvelle biographie generale*, p.p. Hoefer, Paris 1865, voi. 36, p. 406; autodidatta, frequentatore della cerchia di d'Alembert, Montucla fu redattore del «Mercure de France» e accompagnò Turgot a Cayenne nel 1764 «à titre d'astronome». La seconda edizione della sua *Histoire des mathématiques*, completata dal Lalande, apparve a Parigi tra il 1799 e il 1802, in quattro volumi.
19. *Opere di Galileo Galilei*, a cura di T. Bonaventuri, Firenze 1718, 3 vol.; *Opere di Galileo Galilei*, a cura di G. Toaldo, Padova 1744, 4 vol.; com'è noto, il *Dialogo sui massimi sistemi*, escluso dall'edizione fiorentina, fu ripubblicato dal Toaldo.
20. Si vedano le ottime osservazioni svolte da A. Rupert Hall, «Galileo nel XVIII secolo», *Rivista di Filosofia*, n. 15 (ott. 1979), pp. 367-90.
21. *Discours préliminaire*, in *Encyclopédie [...]*, t. I, Paris 1751, p. 71.
22. *Saggio sul Galileo*, «Il Caffè», t. II, fogli III-IV, ora nella ristampa a cura di S. Romagnoli, Milano 1960, pp. 305-14.
23. Montucla, *op. cit.*, t. I, pp. 522 segg.; t. II, pp. 168, 220 segg., 260-80.
24. *Saggio sul Galileo*, cit., p. 307.
25. Montucla, *Histoire*, t. II, p. 260.
26. *Ibidem*, t. II, pp. 224. Montucla definisce altrove l'abiura di Galileo «humiliante rétractation», e il decreto dell'Inquisizione «monument célèbre de l'ignorance et de la passion [...] qui révoltera à jamais les siècles éclairés», t. I, p. 525.
27. Ulteriori indicazioni nel mio studio *Frisi e Galileo*, nella miscellanea di studi in onore di Franco Venturi, *L'età dei Lumi, Studi storici sul Settecento europeo*, Napoli 1985, t. I, pp. 969 ss.
28. Si vedano le prefazioni alle opere citate in Paulli Frisii *Opera*, tt. I, II, III, Mediolani, F. Galeatium, 1781-1785.
29. *De' canali navigabili*, Cambiagi, Firenze 1770; cfr. *Teoria generale de' fiumi*, in *Opera*, t. II, pp. 453 segg.
30. *Opera*, t. II, pp. 9-10.
31. *Ibidem*, p. 11.
32. *Ibidem*, p. 14.
33. *Ibidem*, t. Ili, p. 219.
34. Sono da vedere le considerazioni di Gennaro Barbarisi nella sua introduzione, assai informata e interessante, all'«Elogio di Maria Teresa imperatrice» del Frisi, *I quaderni di Palazzo Sormani*, Milano 1981.
35. Frisi, *Elogi di Galileo, Newton, d'Alembert*, Roma 1985.
36. *Elogio di Bonaventura Cavalieri*, cit., pp. 11 e 37; è qui inserita parte del testo rimasto ms *Del merito scientifico e letterario dei gesuiti* (Politecnico, Fondo Frisi, voi. 35, n. IX; l'autografo con varianti nelle carte Frisi della Bibl. Ambrosiana, Y 163 sup.), in parte edito da S. Tomani, *J manoscritti filosofici*, cit.

37. *Elogio di Isacco Newton*, Galeazzi, Milano 1778, pp. 93-4.

38. *Elogio di Bonaventura Cavalieri*, cit., pp. 38 e 40.

39. *Elogio del Galileo*, cit., pp. 104-5.

40. *Elogio di Isacco Newton*, cit., pp. 128-9; la visita di Frisi alla tomba di Newton in Westminster Abbey è citata nel **suo Diario**, in *Illuministi italiani*, t. Ili, a cura di F. Venturi, Napoli-Milano 1958, p. 312.