

CARLA RITA PALMERINO

“PRIMA FURON LE COSE E POI I NOMI”.
RIFLESSIONI INTORNO ALLA FILOSOFIA DEL
LINGUAGGIO DI GALILEO

ABSTRACT: This article addresses an aspect of Galileo’s thought that has hitherto attracted little attention, that is to say, his philosophy of language. First of all, we try to show that Galileo’s reflections on the ambiguous and conventional nature of verbal language, though not expounded systematically, present interesting analogies with John Locke’s. In addition, we analyse the ontological and epistemological implications of Galileo’s mathematical realism.

SOMMARIO: Questo articolo è dedicato ad un aspetto finora poco studiato del pensiero galileiano, ovvero la filosofia del linguaggio. Si cerca di mostrare, in primo luogo, come le riflessioni di Galileo sulla natura ambigua e convenzionale del linguaggio verbale, pur nella loro asistematicità, presentino interessanti analogie con quelle successivamente elaborate da John Locke. Si analizzano inoltre le implicazioni ontologiche ed epistemologiche del realismo matematico di Galileo.

KEYWORDS: Galileo Galilei; Mathematical Realism; Philosophy of Language; John Locke; Book of Nature

Nella nona delle sue *Lezioni Accademiche*, Evangelista Torricelli ricordava “d’aver sentito dire da un grande ingegno, che l’onnipotenza di Dio

compose una volta due volumi. In uno *dixit, et facta sunt*, e questo fu l'Universo. Nell'altro *dixit, et scripta sunt*, e questo fu la Scrittura".¹

Le parole di Torricelli riassumono bene il significato del vecchio *topos* del libro della natura. L'immagine del Dio che crea attraverso la parola è presente tanto nel Vecchio quanto nel Nuovo Testamento: "Dio disse: Sia la luce e la luce fu" (*Genesi*, 1.3); "Dalla parola del Signore furono fatti i cieli, dal soffio della sua bocca ogni loro schiera" (*Salmo*, 33.4); "In principio era il Verbo, e il Verbo era presso Dio e il Verbo era Dio" (*Vangelo secondo Giovanni*, 1.1). Se la parola, o *logos*, è lo strumento della creazione, allora il mondo può essere considerato reificazione della parola divina.

Nella *Lezione nona* Torricelli si richiama dapprima al *De doctrina christiana* di Sant'Agostino, dove si legge "che per l'ignoranza de' numeri, e dell'Aritmetica, non erano intese molte cose, le quali con trattati, e in sensi mistici, venivan poste nelle Sacre Carte", e passa poi ad osservare come le matematiche siano necessarie per decifrare anche l'altro libro scritto da Dio, ovvero l'Universo:

Che per legger la Bibbia sieno giovevoli le Matematiche, già sentiste l'opinione di Sant'Agostino, e d'altri Padri. Che per leggere il gran volume dell'Universo [cioè quel libro, ne i fogli del quale dovrebbe studiarsi la vera filosofia scritta da Dio] sieno necessarie le Matematiche, quegli se n'accorgerà, il quale con pensieri magnanimi, aspirerà alla scienza delle parti integranti, e de i membri massimi di questo gran corpo che si chiama mondo.²

L'appello ai principi esegetici dei Padri della Chiesa, il richiamo al carattere metaforico del linguaggio biblico, l'immagine dell'Universo come testo filosofico scritto da Dio, si ritrovano tutti negli scritti di Galileo, che è ovviamente "il grande ingegno" cui fa riferimento Torricelli.

Nel saggio *Linguaggio della natura e linguaggio delle scrittura in Galileo. Dalle Istoria sulle macchie solari alle lettere copernicane*, Giorgio Stabile osserva come Galileo, pur richiamandosi alla concezione medievale della doppia processione del Verbo, inverta il potere d'obbligo della *lex divina* e della *lex naturae*. Il linguaggio biblico, essendo "per suo atto istitutivo linguaggio di parola, e come linguaggio verbale legato a convenzione", è derogabile; il linguaggio della natura, non essendo "verbalmente profferito, ma ontologicamente reificato" è invece

¹ E. Torricelli, *Opere scelte*, a cura di L. Belloni, Torino, UTET, 1975, p. 620.

² *Ibidem*.

inderogabile ed irrevocabile.³ La teoria del doppio linguaggio, che Galileo usa nelle lettere copernicane per affermare l'autonomia delle verità naturali rispetto al dettato scritturale, lungi dall'aver – come credono alcuni – un carattere puramente strumentale, si accorda pienamente con le convinzioni filosofiche di Galileo. Offrendo “un'implicita lettura di carattere neoplatonico” del vecchio *topos* del libro della natura, Galileo evidenzia che la *lex divina* e la *lex naturae*, sebbene procedano entrambe dal Verbo divino, rappresentano, per il diverso atto istitutivo del loro linguaggio, “due ordini di legalità diversamente obbliganti, ma non contraddittori”.⁴ Il rifiuto di parlare *ex suppositione*, l'insofferenza nei confronti del convenzionalismo teologico di Bellarmino e di Urbano VIII, si spiegano solo alla luce del realismo ontologico di Galileo, che Stabile ribattezza efficacemente ‘giusnaturalismo matematico’: “una volta espressa, la *lex naturae* è norma irrevocabile, e irrevocabile anzitutto per chi l'ha espressa”.⁵

Nelle pagine che seguono mi propongo di analizzare, in primo luogo, le interessanti considerazioni di Galileo sulla diversa origine del linguaggio verbale e del linguaggio matematico, per poi passare a riflettere su un aspetto ingiustamente trascurato del pensiero galileiano, ovvero la filosofia del linguaggio.

1. Il libro della natura ed i libri degli uomini

Come sottolineato da Torricelli nelle *Lezioni Accademiche*, Galileo, pur richiamandosi esplicitamente ai principi esegetici di Agostino, aveva una visione diversa da quest'ultimo riguardo all'accessibilità dei due libri scritti da Dio. In un passo delle *Enarrationes in Psalmos* (XLV, 7), Agostino aveva osservato che mentre le pagine della Bibbia potevano essere comprese solo da chi era in grado di leggere e scrivere, il grande libro della natura era accessibile anche agli illetterati. Galileo riteneva, al contrario, che il libro della natura fosse più difficile da decifrare rispetto al libro della Scrittura, poiché a differenza di quest'ultimo non era accomodato alle capacità intellettuali della gente comune. Come si legge nella *Lettera a Madama Cristina di Lorena*:

³ G. Stabile, “Linguaggio della natura e linguaggio della scrittura in Galilei. Dalla *Istoria* sulle macchie solari alle lettere copernicane”, *Nuncius*, 9, (1), 1994, p. 37-64, qui a p. 55-56.

⁴ *Ibid.*, p. 54.

⁵ *Ibid.*, p. 56

procedendo di pari dal Verbo divino la Scrittura Sacra e la natura, quella come dettatura dello Spirito Santo, e questa come osservantissima esecutrice de gli ordini di Dio; ed essendo, di più, convenuto nelle Scritture, per accommodarsi all'intendimento dell'universale, dir molte cose diverse, in aspetto e quanto al nudo significato delle parole, dal vero assoluto; ma, all'incontro, essendo la natura inesorabile ed immutabile, e mai non trascendente i termini delle leggi impostegli, come quella che nulla cura che le sue recondite ragioni e modi d'operare sieno o non sieno esposti alla capacità degli uomini.⁶

Che il mondo non “si accomoda alla nostra intelligenza” Galileo lo afferma pure in un passo del *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, dove aggiunge però “la natura aver fatte prima le cose a suo modo, e poi fabbricati i discorsi umani abili a poter capire (ma però con fatica grande) alcuna cosa de' suoi segreti”.⁷ La capacità di decifrare il libro della natura è proprio ciò che distingue il filosofo dall'uomo comune.⁸

Eugenio Garin ha osservato che “il nodo della questione, per chi voglia intendere a fondo il valore del simbolo del libro, può, del resto, ritrovarsi nella determinazione dei *caratteri* in cui si suppone, appunto, che sia scritto il libro della Natura”.⁹ È cosa nota che, per Galileo, il libro della natura è scritto in lingua matematica ed i suoi caratteri sono figure geometriche. È quanto si legge, ad esempio, in un celebre passo del *Saggiatore*, dove Galileo sceglie di presentarsi retoricamente non come autore, ma piuttosto come interprete del testo filosofico scritto da Dio. All'avversario Orazio Grassi, Galileo ricorda che la filosofia non è

un libro e una fantasia d'un uomo, come l'*Iliade* e l'*Orlando furioso*, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero. Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non

⁶ G. Galilei, *Le Opere*, Edizione Nazionale a cura di A. Favaro, 20 voll., Firenze, Barbera, 1890-1909, V, p. 316.

⁷ Galilei, *Opere*, VII, p. 289.

⁸ Nell'Epistola dedicatoria del *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, Galileo scrive: “Chi mira più alto, si differenzia più altamente; e 'l volgersi al gran libro della natura, che è 'l proprio oggetto della filosofia, è il modo per alzar gli occhi” (Galilei, *Opere*, VII, p. 27). Per un'analisi del *topos* galileiano del libro della natura si vedano, tra gli altri: K. J. Howell, *God's Two Books. Copernican Cosmology and Biblical Interpretation in Early Modern Science*, Notre Dame, Ind., University of Notre Dame Press, 2002; M. Bucciantini, *Galileo e Keplero. Filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*, Torino, Einaudi, 2003; M. Biagioli, “Stress in the Book of Nature: The Supplemental Logic of Galileo's Realism”, *Modern Language Notes*, 118, 2003, p. 557-85; C. R. Palmerino, “Galileo and the Mathematical Characters of the Book of Nature,” in K. van Berkel & A.J. Vanderjagt (red.), *The Book of Nature in Modern Times*, Lovanio, Peeters, 2006, p. 27-45.

⁹ E. Garin, *La cultura filosofica del Rinascimento Italiano*, Milano, Bompiani, 1994, p. 461.

Riflessioni intorno alla filosofia del linguaggio di Galileo

s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.¹⁰

L'immagine del libro della natura serve a Galileo anche per rivendicare la propria *libertas philosophandi*. In una lettera a Fortunio Liceti, scritta alla fine della propria vita, Galileo osserva polemicamente che

quando la filosofia fosse quella che ne i libri di Aristotele è contenuta, V.S. per mio parere sarebbe il maggior filosofo del mondo [...]. Ma io veramente stimo, il libro della filosofia esser quello che perpetuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi; ma perché è scritto in caratteri diversi da quelli del nostro alfabeto, non può esser da tutti letto: e sono i caratteri di tal libro triangoli, quadrati, cerchi, sfere, coni, piramidi et altre figure matematiche, attissime per tal lettura.¹¹

Nella *Vita di Galileo*, Niccolò Gherardini scelse di enfatizzare proprio questo uso della metafora del libro della natura: “Hebbe pochissima quantità di libri e lo studio suo dependea dalla continua osservazione, con dedurre da tutte le cose che vedea, udiva, o toccava, argomento di filosofare; e diceva egli ch' il libro nel quale si dovea studiare era quello della natura, che sta aperto per tutti”.¹²

Abbiamo visto Galileo contrapporre di volta in volta il libro della natura ad opere di fantasia, come *Iliade* o *l'Orlando Furioso*, che non aspirano alla verità; ai testi scolastici, che contengono dubbie verità; ed ai libri della scrittura, che contengono verità adombrate.¹³ Queste tre categorie di libri hanno una cosa in comune: sono tutti scritti nel linguaggio verbale, la cui ambiguità contrasta con l'esattezza del linguaggio matematico.

È alla filosofia del linguaggio di Galileo, stranamente trascurata dagli studiosi, che rivolgerò ora la mia attenzione.

2. La strettezza del linguaggio matematico e la vaghezza del linguaggio verbale

Le riflessioni galileiane sulla natura del linguaggio verbale, che presentano tra l'altro interessanti analogie con quelle di John Locke, si articolano

¹⁰ Galilei, *Opere*, VI, p. 232.

¹¹ Galileo Galilei a Fortunio Liceti, Gennaio 1641, in Galilei, *Opere*, XVIII, p. 295.

¹² Galilei, *Opere*, XIX, p. 646

¹³ Per un'analisi della teoria galileiana dell'*adumbratio*, cf. Stabile, “Linguaggio della natura”, p. 54-56.

attorno a tre temi, ovvero il carattere arbitrario dei nomi, l'incostanza dei significati, il legame fra nomi e apparenze.

Nel criticare le definizioni essenzialiste dei suoi avversari aristotelici, Galileo si sofferma spesso a riflettere sul carattere convenzionale del linguaggio verbale. Rispondendo a Ludovico Delle Colombe, egli osserva, ad esempio, che "l'esplicazioni dei termini sono libere" e pertanto non può esserci errore nell'imposizione dei nomi. Gli equivoci e le fallacie nascono "non dalla prima definizione, ma dal non si contener dentro ai termini usati nel definire, e dal formar varii concetti della cosa definita".¹⁴ Osservazioni analoghe si incontrano nelle *Lettere sulle macchie solari* e nel *Saggiatore*: libero è il Welser di chiamare 'stelle' le macchie solari e libero il Grassi di chiamare 'pianeta' la cometa, purché i due non pretendano che l'attribuzione di un nuovo nome possa bastare a risolvere una disputa sulla natura dei corpi celesti. Così risponde Galileo al Welser:

Ben è vero ch'io metto così poca difficoltà sopra i nomi, anzi pur so ch'è in arbitrio di ciascuno l'imporgli a modo suo, che, tuttavolta che col nome altri non credesse di conferirgli le condizioni intrinseche ed essenziali, poco caso farei del nominarle stelle [...]. Con simile ragione potransi chiamare stelle anco le macchie solari; ma essenzialmente averanno condizioni differenti non poco dalle prime stelle.¹⁵

Mentre ad Orazio Grassi ribatte che

non so se per far che la cometa sia un quasi pianeta, e che, come tale, se gli convengano le proprietà degli altri pianeti, basti che il Sarsi, il suo maestro ed altri autori l'abbiano stimata e nominate tale: che se la stima e la voce loro avessero possenza di porre in essere le cose da essi stimate e nominate, io gli supplicherei a farmi grazia di stimar e nominar oro molti ferramenti vecchi che mi ritrovo avere in casa.¹⁶

La parola umana, a differenza di quella divina, non ha il potere di porre in essere le cose nominate. Contrariamente ai numeri e alle figure geometriche, che sono stati iscritti da Dio nelle cose, i nomi sono stati imposti dagli uomini alle cose e non possono pertanto rivelarne l'essenza. 'Nomi' e 'cose', 'attributi' ed 'essenze' sono quattro termini chiave delle speculazioni galileiane sul linguaggio. Nella *Prima lettera sulle macchie solari* si legge che "i nomi e gli attributi si devono accomodare all'essenza delle cose, e non l'essenza a i nomi; perché prima furon le cose, e poi i

¹⁴ Galilei, *Opere*, IV, p. 632.

¹⁵ Ibid., V, p. 229. Un ragionamento analogo si ritrova in ibid., IV, p. 631.

¹⁶ Ibid., VI, p. 274.

nomi”.¹⁷ E quando il Simplicio del *Dialogo* dichiara, con piglio sicuro, che la causa della caduta dei corpi è la gravità, Salviati risponde che conoscere il nome di una cosa non è lo stesso che conoscerne l'essenza:

Voi errate, signor Simplicio; voi dovevi dire che ciaschedun sa ch'ella si chiama gravità. Ma io non vi domando del nome, ma dell'essenza della cosa: della quale essenza voi non sapete punto più di quello che voi sappiate dell'essenza del movente le stelle in giro, eccettuatone il nome, che a questa è stato posto e fatto familiare e domestico per la frequente *esperienza* che mille volte il giorno ne veggiamo; ma non è che realmente noi intendiamo più, che principio o che virtù sia quella che muove la pietra in giù, di quel che noi sappiamo chi la muova in su, separata dal proiciente, o chi muova la Luna in giro, eccettoché (come ho detto) il nome, che più singulare e proprio gli abbiamo assegnato di *gravità*. Doveché a quello con termine più generico assegnamo *virtù impressa*, a quello diamo *intelligenza*, o *assistente*, o *informante*, ed a infiniti altri moti diamo loro per cagione la *natura*.¹⁸

In un altro passo del *Dialogo* Galileo fa notare come il linguaggio verbale, con le sue svianti sinonimie, possa talvolta essere di ostacolo al progresso della conoscenza. Quando, nella terza giornata, Simplicio manifesta scetticismo nei confronti della teoria geomagnetica di Gilbert, Salviati si chiede se non sia per colpa di un “solo puro ed arbitrario nome” che l'aristotelico è riluttante a credere che la Terra possa essere una grande calamita. Se invece di usare “questo nome terra per significar tanto quella materia che si ara e si semina, quanto per nominar questo nostro globo” si fosse scelto per quest'ultimo “la denominazione di pietra”, Salviati crede che “il dir che la sustanza primaria di esso fusse pietra” – poiché la calamita è appunto una pietra - “non arebbe sicuramente trovato renitenza o contradizione in alcuno”.¹⁹

Nel *Saggio sull'intelligenza umana*, Locke osserverà che benché le parole siano costruzioni arbitrarie dei soggetti, è comunque “un manifesto inganno e abuso” farle stare, all'interno di un discorso, “a volte per una data cosa, a volte per un'altra”.²⁰ Una simile posizione, come abbiamo visto, viene assunta anche da Galileo, il quale accusa ripetutamente gli scolastici di incoerenza nell'applicazione dei termini da loro stessi conati. Se, per esempio, con Aristotele si definisce luogo “la superficie del corpo ambiente” non ha senso chiedersi, come fa il Delle Colombe, se l'ultimo cielo sia o meno in un luogo; o se, sempre con Aristotele, si stabilisce “l'umido esser

¹⁷ Ibid., V, p. 97.

¹⁸ Ibid., VII, p. 261.

¹⁹ Ibid., p. 429.

²⁰ J. Locke, *Saggio sull'intelligenza umana*, a cura di C. Pellizzi, Bari, Laterza, 1988, p. 553.

quella qualità per la quale i corpi facilmente si terminano de i termini d'altri" allora "non bisogna poi dire che 'l fuoco non sia umido, perché sarebbe incostanza e un confessar d'aver auto in mente un concetto dell'umidità, il quale con parole non sia poi bene stato esplicato".²¹ Le contese sulle imposizioni dei nomi sono cosa da grammatici e non da filosofi. Ciò che deve stare a cuore a questi ultimi è che i termini non vengano prima "definiti in un modo e applicati poi alle dimostrazioni in un altro".²²

Un altro tema che sembra accomunare le riflessioni galileiane sul linguaggio a quelle di Locke è il rapporto tra nomi e apparenze. La distinzione lockiana fra essenza reale ed essenza nominale dei corpi poggia, com'è noto, sulla distinzione fra qualità primarie e secondarie. L'essenza reale, ovvero l'insieme delle qualità costitutive di una sostanza, ci è sconosciuta, "e non avendone alcuna idea particolare non abbiamo nemmeno un nome che ne sia il segno". All'origine dell'idea complessa astratta cui attribuiamo un nome stanno pertanto non le qualità primarie dei corpi, ma le qualità secondarie, che non hanno uno statuto ontologico autonomo, essendo presenti soltanto nel soggetto percipiente. L'unica categoria di oggetti per la quale essenza reale ed essenza nominale coincidono è rappresentata dalle figure geometriche, la cui definizione è "non soltanto l'idea astratta cui si attribuisce il nome generale, ma la vera e propria essentia, o essere, della cosa stessa; ossia quel fondamento da cui discendono tutte le sue proprietà, e cui esse sono tutte inseparabilmente unite".²³

Anche in questo caso le riflessioni di Galileo, pur nel loro carattere polemico e asistemico, sembrano anticipare quelle di Locke. Nella *Quarta Lettera sulle Macchie solari*, si fa notare, attraverso il seguente esempio, come il "tentar di penetrar l'essenza vera ed intrinseca delle sustanze naturali" sia impresa impossibile e vana:

E se, domandando io qual sia la sustanza delle nugole, mi sarà detto che è un vapore umido, io di nuovo desidererò sapere che cosa sia il vapore; mi sarà per avventura insegnato, esser acqua, per virtù del caldo attenuata, ed in quello resoluta; ma io, egualmente dubbioso di ciò che sia l'acqua, ricercandolo, intenderò finalmente, esser quel corpo fluido che scorre per i fiumi e che noi continuamente maneggiamo e trattiamo: ma tal notizia dell'acqua è solamente più vicina e dipendente da più sensi, ma non più intrinseca di quella che io avevo per avanti delle nugole.²⁴

²¹ Galilei, *Opere*, IV, p. 633.

²² *Ibid.*, p. 698-700.

²³ Locke, *Saggio*, p. 471-473.

²⁴ Galilei, *Opere*, V, p. 187-188.

Che le definizioni dipendenti dai sensi non possano rivelare l'essenza intrinseca delle cose, Galileo lo afferma esplicitamente in quel famoso passo del *Saggiatore* che anticipa la distinzione lockiana fra qualità primarie e qualità secondarie dei corpi. Per spiegare che sapori, odori e colori non risiedono negli oggetti percepiti, ma solo nel soggetto percipiente, Galileo dichiara che essi sono 'puri nomi'. Il fatto di aver imposto alle qualità sensoriali "nomi particolari e differenti da quelli degli altri primi e reali accidenti" ci porta erroneamente a credere "ch'esse ancora fossero veramente e realmente da quelli diverse".²⁵ Il vocabolario dell'esperienza, al pari del linguaggio verbale che da esso è derivato, abbonda di omonimie e sinonimie. Cose che sono uguali in essenza, ma diverse in apparenza vengano chiamate in modo diverso, mentre cose che sono diverse in essenza, ma uguali in apparenza vengono chiamate con lo stesso nome.

Ma benché le definizioni delle sostanze naturali siano generalmente dipendenti dai sensi, non è impresa vana tentare un'analisi accurata di alcune proprietà dei corpi. Nel caso delle macchie solari, Galileo osserva ad esempio che "alcune loro affezioni, come il luogo, il moto, la figura, la grandezza, l'opacità, la mutabilità, la produzione ed il dissolvimento", possono "da noi esser apprese, ed esserci poi mezzi a poter meglio filosofare intorno ad altre più controverse condizioni delle sostanze naturali".²⁶ Non può sfuggire che questo elenco di affezioni coincide parzialmente con la lista delle qualità primarie che sarà compilata da Locke, ovvero estensione, figura, numero, moto e quiete. Il filosofo interessato a studiare il libro della natura deve rivolgere lo sguardo alle proprietà quantitative dei corpi, che a differenza delle proprietà qualitative, non sono 'puri nomi', ma hanno un fondamento ontologico autonomo.

Dopo quanto si è detto, può apparire sorprendente che Galileo, in un passo della prima giornata dei *Discorsi*, scriva che le definizioni matematiche altro non sono "che una imposizion di nomi, o vogliam dire abbreviazioni di parlare", il che è esattamente quanto, molti anni prima, aveva affermato a proposito del linguaggio verbale.²⁷ Ma benché anche nel campo della geometria la scelta dei 'significanti' sia opera dell'arbitrio umano, i 'significati' sono stati stabiliti da Dio al momento della creazione.

²⁵ Ibid., VI, p. 348.

²⁶ Ibid., V, p. 188.

²⁷ Si confronti il passo dei *Discorsi* (*Opere*, VIII, p. 74) con quanto osservato da Galileo in risposta al Di Grazia: "Il Sign. Grazia [...] si scuopre non sapere che nell'imposizioni de' nomi e nelle definizioni de' termini ciascheduno ha liberissima autorità, e che simili definizioni altro non sono che abbreviazioni di parlare" (*Opere*, IV, p. 697).

All'Aristotelico Coresio, Galileo confessa di non essere in grado di “disputar problema alcuno *ad utranque partem*” e né tantomeno di “sostener conclusione non creduta e conosciuta prima per vera”, essendo piuttosto “usato a studiare sul libro della natura, dove le cose sono scritte in un modo solo”.²⁸ La stessa univocità si ritrova nel linguaggio matematico:

Le cose geometriche – scrive Galileo nella risposta a Delle Colombe – sono tali che i cavilli e i paralogismi non possono apportargli perturbazione, essendo vere in un modo solo, ed esposte in un modo solo, e da chi le intende, intese ancora in un modo solo.²⁹

Il linguaggio del libro della natura è economico e privo di ambiguità. Ogni segno è portatore di un unico significato e le proposizioni che costruiamo con questi segni non possono che essere vere o false. Diverso è il caso per il linguaggio verbale, che si presta ad essere usato e manipolato in molti modi. Con le parole si può essere succinti o prolissi, si possono descrivere fatti reali, possibili o immaginari, si può mentire o dire la verità, ma si possono anche dire cose che sono vere o false a secondo del modo in cui le si interpreta. Come Galileo spiega nel *Saggiatore*, il linguaggio verbale è il linguaggio della persuasione, mentre il linguaggio matematico è il linguaggio della certezza:

per uno che voglia persuader cosa, se non falsa, almeno assai dubbiosa, di gran vantaggio è il potersi servire d'argomenti probabili, di conghietture, d'esempi, di verisimili ed anco di sofismi, fortificandosi appresso e ben trincerandosi con testi chiari, con autorità d'altri filosofi, di naturalisti, di rettorici e d'istorici: ma quel ridursi alla severità di geometriche dimostrazioni è troppo pericoloso cimento per chi non le sa ben maneggiare; imperocché, sì come *ex parte rei* non si dà mezo tra il vero e 'l falso, così nelle dimostrazioni necessarie o indubitabilmente si conclude o inescusabilmente si paralogizza, senza lasciarsi campo di poter con limitazioni, con distinzioni, con istorcimenti di parole o con altre girandole sostenersi più in piede, ma è forza in brevi parole ed al primo assalto restare o Cesare o niente.³⁰

3. Come leggere il libro della natura?

In un importante articolo, pubblicato più di trent'anni fa, Noretta Koertge sosteneva che l'immagine dell'universo come libro scritto in lingua matematica non dovesse essere interpretata “as a significant or

²⁸ Ibid., IV, p. 248.

²⁹ Ibid., p. 458.

³⁰ Ibid., VI, p. 296.

careful statement of Galileo's philosophical views".³¹ Nell'affermare che le leggi matematiche erano idealizzazioni non aventi una controparte nel mondo reale, Galileo ammetteva – secondo la Koertge – l'esistenza di una discrepanza fra astratto e concreto:

De i quali accidenti di gravità, di velocità ed anco di figura, come variabili in modi infiniti, non si può dar ferma scienza: e però, per poter scientificamente trattar cotal materia, bisogna astrar da essi, e ritrovate e dimostrate le conclusioni astratte da gl'impedimenti, servircene, nel praticarle, con quelle limitazioni che l'esperienza ci verrà insegnando.³²

Credo che la Koertge sbagliasse ad attribuire un significato ontologico a considerazioni di natura epistemologica. Quando Galileo afferma non potersi dare 'ferma scienza' di accidenti fisici che variano in modi infiniti, egli non intende dire che tali accidenti non sono matematici, ma piuttosto che le loro variazioni sono troppo complesse per essere catturate dal filosofo naturale. Per Galileo il problema non sta – come credono in molti³³ – nel fatto che il mondo non si accorda con le verità matematiche, ma piuttosto nel fatto che la struttura matematica del mondo sfugge in parte alla nostra comprensione.

A conferma della mia interpretazione, vorrei invocare un passo della seconda giornata del *Dialogo* dove Simplicio afferma, in polemica con il metodo dimostrativo di Salviati, che le verità matematiche perdono validità quando vengono applicate a questioni fisiche. "Sphaera tangit planum in puncto" rappresenta, secondo l'Aristotelico, un classico esempio di proposizione vera in astratto e falsa in concreto. A tale obiezione Salviati risponde osservando, in primo luogo, che se il contatto fra due sfere, o fra una sfera ed un piano, avvenisse non in uno, ma in più punti, il postulato euclideo secondo il quale la retta è la linea più breve fra due punti sarebbe violato.³⁴ Simplicio, come c'è da aspettarsi, interrompe il proprio interlocutore per osservare che anche questo argomento è valido in matematica, ma non in fisica, dato che

³¹ N. Koertge, "Galileo and the Problem of Accidents", *Journal of the History of Ideas*, 38, 1977, p. 389-408: p. 402.

³² Galilei, *Opere*, VIII, p. 276.

³³ Cf. e.g., R. E. Butts "Some Tactics in Galileo's Propaganda for the Mathematization of Scientific Experience", in *New Perspectives on Galileo*, a cura di R. E. Butts e J. C. Pitt, Dordrecht, Reidel, 1998, p. 59-85, spec. p. 81; G. Giorello, "Galileo, l'artista toscano", in G. Galilei, *Il Saggiatore*, prefazione di G. Giorello, introduzione e note di L. Sosio, Milano, Feltrinelli, 1992, p. vii-xli, spec. p. xxix.

³⁴ Galilei, *Opere*, VII, p. 232.

le sfere materiali sono soggette a molti accidenti, a i quali non soggiacciono le immateriali. E perché non può essere che, posandosi una sfera di metallo sopra un piano, il proprio peso non calchi in modo che il piano ceda qualche poco, o vero che la stessa sfera nel contatto si ammacchi? In oltre, quel piano difficilmente potrà essere perfetto, quando non per altro, almeno per esser la materia porosa; e forse non sarà men difficile il trovare una sfera così perfetta, che abbia tutte le linee dal centro alla superficie egualissime per l'appunto (...). Non è dubbio che l'imperfezione della materia fa sì che le cose prese in concreto non rispondono alle considerate in astratto.³⁵

Ma Salviati non è disposto ad accettare l'equazione fra 'perfetto' ed 'astratto', e fra 'imperfetto' e 'concreto'. Egli osserva infatti che

Tuttavolta che in concreto voi applicate una sfera materiale a un piano materiale, voi applicate una sfera non perfetta a un piano non perfetto; e questi dite che non si toccano in un punto. Ma io vi dico che anco in astratto una sfera immateriale, che non sia perfetta, può toccare un piano materiale, che non sia perfetto, non in un punto, ma con parte della sua superficie; talchè sin qui quello che accade in concreto accade nell'istesso modo in astratto: e sarebbe ben nuova cosa che i computi e le ragioni fatte in numeri astratti, non rispondessero poi alle monete d'oro e d'argento e alle mercanzie in concreto.³⁶

Gli attributi 'perfetto' ed 'imperfetto' vengono usati da Salviati non per marcare il confine fra matematica e fisica, ma solo per distinguere ciò che è semplice, o regolare, da ciò che è complesso, o irregolare.³⁷ Se è possibile immaginare una figura irregolare astratta, perché allora dovremmo negare alle figure regolari il diritto di cittadinanza nel mondo fisico? Perché escludere *a priori* che una sfera concreta possa toccare un piano concreto in un unico punto? Salviati è certamente pronto a concedere che il comportamento reale dei corpi fisici non sia sempre traducibile in una legge matematica semplice, ma allo stesso tempo insiste che

quando il filosofo geometra vuole riconoscere in concreto gli effetti dimostrati in astratto, bisogna che difalchi gli impedimenti della materia; che se ciò saprà fare, io vi assicuro che le cose si riscontoreranno non meno aggiustatamente che i computi aritmetici. Gli errori dunque non consistono né nell'astratto né nel concreto, né nella geometria o nella fisica, ma nel calcolatore, che non sa fare i conti giusti.³⁸

³⁵ Ibid., p. 233.

³⁶ Ibid., p. 233-234.

³⁷ Galileo critica spesso la nozione aristotelica di perfezione. Vedi *ibid.*, IV, p. 446; VI, p. 319-320; VII, p. 35; XI, p. 149-150.

³⁸ Ibid., VII, p. 234.

Per riuscire “a fare i conti giusti” il filosofo geometra deve dunque difalcare gli impedimenti della materia, che rendono i fenomeni fisici troppo complessi per essere analizzati matematicamente. Il passo dei *Discorsi* caro alla Koertge, dove Galileo sostiene non potersi dare ‘ferma scienza’ degli “accidenti di gravità, di velocità ed anco di figura, come variabili in modi infiniti” è complementare ad un altro passo del *Saggiatore*, dove Galileo spiega chiamarsi

linee regolari quelle che, avendo la lor descrizione una, ferma e determinata, si possono definire, e di loro dimostrare gli accidenti e proprietà [...]. Ma le linee irregolari son quelle che, non avendo determinazion veruna, sono infinite e casuali, e perciò indefinibili, né di esse si può, in conseguenza, dimostrar proprietà alcuna, né in somma saperne nulla. Sì che il voler dire “Il tale accidente accade mercè di una linea irregolare” è il medesimo che dire “Io non so perché ei s'accaglia”.³⁹

Galileo ancora una volta ci sorprende con il suo rigore linguistico. Sia nel *Saggiatore* che nei *Discorsi* egli attribuisce al filosofo naturale la capacità di raggiungere ‘ferma scienza’ di ciò che è semplice, o regolare, ma non quella di matematizzare gli accidenti fisici che sono variabili in modi infiniti.

Che l'intelletto umano sia capace di comprendere solo ciò che è matematicamente semplice, viene affermato esplicitamente nelle pagine conclusive della prima giornata del *Dialogo*. Qui Salviati spiega infatti che, preso *extensive*, ovvero rispetto all'infinita moltitudine degli intellegibili, l'intelletto umano è un nulla rispetto all'intelletto divino.

Ma pigliando l'intendere *intensive*, in quanto cotal termine importa intensivamente, cioè perfettamente, alcuna proposizione, dico che l'intelletto umano ne intende alcune così perfettamente, e ne ha così assoluta certezza, quanto se n'abbia l'istessa natura; e tali sono le scienze matematiche pure, cioè la geometria e l'aritmetica, delle quali l'intelletto divino ne sa bene infinite proporzioni di più, perché le sa tutte, ma di quelle poche intese dall'intelletto umano credo che la cognizione agguagli la divina nella certezza obiettiva, poiché arriva a comprenderne la necessità, sopra la quale non par che possa esser sicurezza maggiore.⁴⁰

Se malgrado le nostre limitate capacità intellettuali siamo in grado di decifrare alcuni capitoli del libro della natura, è perché tale libro è stato scritto nel linguaggio più semplice possibile. In una lettera a Gallanzone

³⁹ Ibid., VI, p. 244.

⁴⁰ Ibid., VII, pp. 128-129.

Gallanzoni del luglio 1611, Galileo ci mette in guardia dall'applicare i nostri criteri di semplicità e perfezione alla valutazione delle opere della natura. A chi si chiedesse, ad esempio, perché la circonferenza del cerchio “non sia stata fatta o tripla a punto del suo diametro, o rispondentegli in qualche più conosciuta proporzione” egli fa notare che in tal modo molte mirabili proprietà del cerchio sarebbero andate perdute: “non la superficie della sfera sarebbe stata quadrupla del cerchio massimo, non il cilindro sesquialtero della sfera, et insomma nissun'altra cosa della geometria sarebbe stata vera e quale ella è”.⁴¹

Tale argomento contiene due elementi degni di nota: il primo è che Galileo attribuisce agli oggetti matematici lo statuto ontologico di oggetti creati; il secondo è che egli ritiene che gli atti di Dio, per quanto possano apparire irrazionali, rispondono sempre a criteri di ordine e semplicità.⁴²

Vale forse la pena, a questo punto, di tornare brevemente ad analizzare il passo del *Dialogo* dove Galileo riflette sul rapporto fra verità fisiche e verità matematiche. Quando Simplicio afferma che non è possibile trovare in natura un oggetto dalla perfetta forma sferica, Sagredo gli domanda “se maggior difficoltà si trovi in voler ridurre un pezzo di marmo in figura d'una sfera perfetta, che d'una perfetta piramide, o d'un perfetto cavallo, o d'una perfetta locusta”. È proprio vero che le forme regolari sono più difficili da realizzare che le forme irregolari? Ma è Salviati il primo a dare una risposta:

E rispondendo alla vostra prima interrogazione, dico che se figura alcuna si può dare a un solido, la sferica è la facilissima sopra tutte l'altre, sì come è anco la semplicissima e tiene tra le figure solide quel luogo che il cerchio tiene fra le superficiali [...]. Ed è talmente facile la formazione della sfera, che se in una piastra piana di metallo duro si caverà un vacuo circolare, dentro al quale si vada rivolgendo casualmente qualsivoglia solido assai grossolanamente tondeggiato, per sé stesso senz'altro artificio si ridurrà in figura sferica, quanto più sia possibile perfetta [...]. Quello poi che ci voglia per formare un cavallo o (come voi dite) una locusta, lo lascio giudicare a voi, che sapete che pochissimi cultori si troveranno al mondo atti a saperlo fare.

⁴¹ Ibid., XI, pp. 149-150.

⁴² Cf. P. Galluzzi, “Il tema dell'ordine' in Galileo”, in *Ordo. Atti del II Colloquio Internazionale del Lessico Intellettuale Europeo (Roma, 7-9 gennaio 1977)*, a cura di M. Fattori e M. Bianchi, Roma, Olschki, 1979, p. 235-277: “pur ammettendo che avrebbe potuto dar vita a infiniti altri tipi di *ordinamento* dell'universo, Galileo lascia tuttavia chiaramente intendere che Dio non può fare a meno di operare secondo il criterio della massima razionalità” (p. 254-255).

Al che Sagredo ribatte:

Adunque, se delle figure irregolari, e perciò difficili a conseguirsi, pur se ne trovano infinite perfettissimamente ottenute, con qual ragione si potrà dire che la semplicissima, e per ciò facilissima più di tutte, sia impossibile a ritrovarsi?⁴³

A questo punto Salviati pone bruscamente fine alla discussione. La domanda di Sagredo, pur rimanendo senza risposta, serve a Galileo per suggerire che la probabilità di trovare in natura un corpo dalla forma perfetta viene accresciuta dal fatto che le figure regolari, benchè pochissime in numero, sono, per la loro semplicità, più facilmente realizzabili che non quelle irregolari. Tradotto in termini più generali, tale discorso equivale a sostenere che benchè i fenomeni fisici vengano spesso complicati da una serie di accidenti è possibile, facendo astrazione dagli impedimenti della materia, trovare la legge matematica che li governa. La natura è infatti intrinsecamente razionale e viene governata da leggi semplici.

Se guardiamo alla pratica scientifica di Galileo vediamo che il principio di semplicità della natura svolge effettivamente un'importante funzione euristica. Esso viene usato, nel *Dialogo*, per affermare la superiorità del sistema copernicano su quello tolemaico⁴⁴, mentre viene presentato, nei *Discorsi*, come l'assunto che ha guidato Galileo nella ricerca della legge di caduta dei gravi.⁴⁵

Pur rappresentando un'utile guida per il filosofo interessato a conoscere la "vera costituzione dell'universo", il principio di semplicità della natura non permette di stabilire *a priori* quali leggi matematiche

⁴³ Galilei, *Opere*, VII, p. 235-236.

⁴⁴ "Sagr.: A me, per quello che appartiene al mio senso, si rappresenta non piccola differenza tra la semplicità e facilità dell'operare effetti con i mezzi assegnati in questa nuova costituzione, e la molteplicità confusione e difficoltà che si trova nell'antica e comunemente ricevuta; chè quando secondo questa molteplicità fusse ordinato questo universo, bisognerebbe in filosofia rimuover molti assiomi comunemente ricevuti da tutti i filosofi, come che la natura non moltiplica le cose senza necessità, e che ella si serve de' mezzi più facili e semplici nel produrre i suoi effetti, e che ella non fa niente indarno, ed altri simili" (Ibid).

⁴⁵ "Ad investigationem motus naturaliter accelerati nos quasi manu duxit animadversio consuetudinis atque instituti ipsiusmet naturae in ceteris suis operibus omnibus, in quibus exercendis uti consuevit mediis primis, simplicissimis, facillimis [...]. Dum igitur lapidem, ex sublimi a quiete descendentem, nova deinceps velocitatis acquirere incrementa animadverto, cur talia additamenta, simplicissima atque omnibus magis obvia ratione, fieri non credam? Quod si attente inspiciamus, nullum additamentum, nullum incrementum, magis simplex inuenimus, quam illud, quod semper eodem modo superaddit" (Ibid).

governino di fatto il comportamento dei corpi fisici.⁴⁶ Se infatti ciò che è falso in matematica non *può* essere vero in fisica, ciò che è vero in matematica non *deve* necessariamente essere vero in fisica. È questo, a mio avviso, quanto Galileo vuole affermare in una nota alla lettera di Bellarmino a Foscarini del 12 aprile 1615, dove si legge che

È vero che non è istesso il mostrare che con la mobilità della Terra e stabilità del Sole si salvano l'apparenze, e 'l dimostrare che tali ipotesi in natura sien realmente vere; ma è ben altrettanto e più vero che con l'altro sistema comunemente ricevuto non si può render ragion di tali apparenze. Quello è indubitabilmente falso, sì come è chiaro che questo, che si accomoda benissimo, può essere vero: né altra maggior verità si può o si deve ricercare in una posizione, che il rispondere a tutte le particolari apparenze.⁴⁷

Nel commentare questo passaggio, Ernan McMullin ha accusato Galileo di non saper adeguatamente difendere l'opinione copernicana dalle accuse di Bellarmino:

Galileo [...] failed, as a scientist, to grasp what was called for in the way of proof in the context of cosmology or to appreciate the epistemic value of probable reasoning [...]. Granted that these notes are no more than jottings, it is still disturbing to find Galileo so uncertain regarding the principal philosophical issue separating Bellarmine and himself [...]. The most that can be said of a hypothesis (like that of Copernicus) that 'fits the appearances perfectly' is, apparently, that it *could* be true. But this is far too weak to carry any weight in the face of Bellarmine's objection.⁴⁸

Credo, contrariamente a Mc Mullin, che la risposta a Bellarmino rifletta in pieno le convinzioni epistemologiche di Galileo: se il sistema tolemaico, non essendo in grado di salvare i fenomeni, deve necessariamente essere falso, il sistema copernicano, che corrisponde perfettamente alle apparenze, può essere vero. Galileo scrive 'può' e non 'deve' poiché ritiene non si possa escludere *a priori* che esista un altro sistema capace di salvare i fenomeni come o meglio del sistema copernicano. Ma noi sappiamo che Galileo non

⁴⁶ Come scrive Stabile "in reciproco rapporto di *causa essendi* e *causa cognoscendi*, la fisica è reificazione *de facto* della geometria, così come la geometria è fondamento *de jure* della fisica. Non diverso è il rapporto, di tipo necessitante e neoplatonico, che intercorre tra Dio-geometra e natura. Seppur pensabile nel cosmo poetico di Dio secondo infinite configurazioni geometriche, la natura, una volta espressa, ne determina fisicamente e realizza di fatto una e una soltanto" (Stabile, "Linguaggio della natura", p. 61).

⁴⁷ Galilei, *Opere*, V, p. 369.

⁴⁸ E. McMullin, "Galileo on Science and Scripture", in *The Cambridge Companion to Galileo*, a cura di P. Machamer, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, p. 271-347, qui a p. 285-286.

si accontentava di essere un 'puro astronomo', interessato a "render solamente ragione delle apparenze ne i corpi celesti". Egli voleva essere un 'astronomo filosofo', capace di dedurre da 'supposizioni vere' la reale costituzione dell'universo.⁴⁹ Solo in quest'ottica si spiega, del resto, l'ostinazione di Galileo nel ricercare una prova fisica del moto terrestre. Affermare che il flusso e riflusso del mare poteva essere causato soltanto dal doppio moto della Terra significava per Galileo trasformare un'ipotesi probabile in una verità scientifica dimostrata, l'unica che potesse essere anteposta al dettato scritturale. Poiché come si legge ancora nelle note alla lettera di Bellarmino "se la Terra si muove *de facto*, noi non possiamo mutar la natura e far che ella non si muova; ma ben possiamo facilmente levar la ripugnanza della Scrittura con la sola confessione di aver penetrato il suo vero senso".⁵⁰

Lo stesso criterio metodologico viene applicato da Galileo allo studio del moto naturalmente accelerato. Siamo nella terza giornata dei *Discorsi e Simplicio*, dopo aver pazientemente ascoltato la dimostrazione galileiana della legge di caduta dei gravi, dichiara:

io resto assai ben capace che il negozio deva succeder così, posta e ricevuta la definizione del moto uniformemente accelerato. Ma se tale sia poi l'accelerazione della quale si serve la natura nel moto de i suoi gravi descendentis, io per ancora ne resto dubbioso; e però, per intelligenza mia e di altri simili a me, parmi che sarebbe stato opportuno in questo luogo arrear qualche esperienza di quelle che si è detto esservene molte, che in diversi casi s'accordano con le conclusioni dimostrate.⁵¹

In precedenza abbiamo visto Galileo presentare la propria definizione di moto naturalmente accelerato come quella che meglio si accorda con il principio di semplicità della natura. Nel passo appena citato Simplicio riconosce come la legge dei quadrati (la quale afferma che gli spazi percorsi da un mobile in caduta libera sono proporzionali ai quadrati dei tempi impiegati a percorrerli) sia l'unica a seguire necessariamente da quella definizione, ma si mostra ancora scettico sul fatto che in natura i gravi accelerino effettivamente secondo la proporzione indicata da Galileo. La richiesta di Simplicio viene, per una volta, accolta senza riserve da Salviati:

Voi, da vero scienziato, fate una ben ragionevol domanda; e così si costuma e conviene nelle scienze le quali alle conclusioni naturali applicano le dimostrazioni

⁴⁹ Galilei, *Opere*, VII, p. 369.

⁵⁰ Ibid., V, p. 365. Stabile ricollega questo passo ai brani censurati delle *Lettere sulle macchie solari* (Stabile, "Linguaggio della natura", p. 62).

⁵¹ Galilei, *Opere*, VIII, p. 212.

matematiche, come si vede ne i prospettivi, negli astronomi, ne i meccanici, ne i musici ed altri, li quali con sensate esperienze confermano i principii loro, che sono i fondamenti di tutta la seguente struttura: [...] Circa dunque all'esperienze, non ha tralasciato l'Autor di farne; e per assicurarsi che l'accelerazione de i gravi naturalmente descendentis segua nella proporzione sopradetta, molte volte mi son ritrovato io a farne la prova nel seguente modo, in sua compagnia.⁵²

È a questo punto che Salviati racconta del famoso esperimento del piano inclinato, che ripetuto più volte ed in presenza di testimoni, ha fornito indubitabile conferma della validità della legge dei quadrati. È lo stesso Galileo tuttavia a rivelare, nel *Dialogo*, che il modo in cui i filosofi naturali presentano le loro teorie non corrisponde generalmente al metodo usato per investigarle. Ciò che infatti si fa nelle scienze dimostrative è cercare prima “per via de' sensi, dell'esperienze e delle osservazioni, di assicurarsi quanto fusse possibile della conclusione” per ricercare poi “i mezzi da poterla dimostrare”. Accade infatti che, “quando la conclusione è vera, servendosi del metodo risolutivo, agevolmente si incontra qualche proposizione già dimostrata, o si arriva a qualche principio per sé noto”.⁵³

Se è dunque vero che solo la conoscenza della matematica ci pone in grado di decifrare il libro dell'universo, sono però i sensi, pur colpevoli si traslitterare lo 'stretto' linguaggio della natura nell'ambiguo linguaggio della percezione, a permettere al filosofo naturale di stabilire quali proposizioni siano state effettivamente scritte da Dio al momento della creazione.

REFERENCES

- Biagioli, Mario, “Stress in the Book of Nature: The Supplemental Logic of Galileo's Realism”, *Modern Language Notes*, 118, 2003, p. 557-85.
- Bucciantini, Massimo, *Galileo e Keplero. Filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*, Torino, Einaudi, 2003.
- Butts, Robert E., “Some Tactics in Galileo's Propaganda for the Mathematization of Scientific Experience”, in *New Perspectives on Galileo*, a cura di R. E. Butts e J. C. Pitt, Dordrecht, Reidel, 1998, p. 59-85.
- Galilei, Galileo, *Le Opere*, Edizione Nazionale a cura di A. Favaro, 20 voll., Firenze, Barbera, 1890-1909.
- Galluzzi, Paolo, “Il tema dell'ordine' in Galileo”, in *Ordo. Atti del II Colloquio Internazionale del Lessico Intellettuale Europeo (Roma, 7-9 gennaio 1977)*, a cura di M. Fattori e M. Bianchi, Roma, Olschki, 1979, p. 235-277.
- Garin, Eugenio, *La cultura filosofica del Rinascimento Italiano*, Milano, Bompiani, 1994.

⁵² Ibid.

⁵³ Galilei, *Opere*, VII, p. 75.

Riflessioni intorno alla filosofia del linguaggio di Galileo

- Giorello, Giulio, "Galileo, l'artista toscano", in G. Galilei, *Il Saggiatore*, prefazione di G. Giorello, introduzione e note di L. Sosio, Milano, Feltrinelli, 1992, p. vii-xli.
- Howell, Kenneth J., *God's Two Books. Copernican Cosmology and Biblical Interpretation in Early Modern Science*, Notre Dame, Ind., University of Notre Dame Press, 2002.
- Koertge, Noretta, "Galileo and the Problem of Accidents", *Journal of the History of Ideas*, 38, 1977, p. 389-408.
- Locke, John, *Saggio sull'intelligenza umana*, a cura di C. Pellizzi, Bari, Laterza, 1988.
- McMullin, Ernan, "Galileo on Science and Scripture", in *The Cambridge Companion to Galileo*, a cura di P. Machamer, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, p. 271-347.
- Palmerino, Carla Rita, "Galileo and the Mathematical Characters of the Book of Nature", in K. van Berkel & A. J. Vanderjagt (red.), *The Book of Nature in Modern Times*, Leuven, Peeters, 2006, p. 27-45.
- Stabile, Giorgio, "Linguaggio della natura e linguaggio della scrittura in Galilei. Dalla *Istoria* sulle macchie solari alle lettere copernicane", *Nuncius*, 9 (1), 1994, p. 37-64.
- Torricelli, Evangelista, *Opere scelte*, a cura di Lanfranco Belloni, Torino, UTET, 1975.

CARLA RITA PALMERINO
Radboud University – Nijmegen
c.palmerino@ftr.ru.nl