



STUDI LATINI
Collana diretta da Giovanni Cupaiuolo e Valeria Viparelli

N.S.
– 87 –

*Le forme latine della scienza:
il Dynamica de potentia di W. G. Leibniz*



La collana *Studi latini* è stata fondata nel 1989
da Fabio e Giovanni Cupaiuolo

COLLANA DI STUDI LATINI
N.S.

Direzione: Giovanni Cupaiuolo (*Messina*) e Valeria Viparelli (*Napoli*)

Comitato Scientifico: Mireille Armisen-Marchetti (*Toulouse*)
Giovanni Cupaiuolo (*Messina*)
Arturo De Vivo (*Napoli*)
Antonio Marchetta (*Roma*)
Valeria Viparelli (*Napoli*)

ROSSANA VALENTI

Le forme latine della scienza:
il Dynamica de potentia
di W. G. Leibniz



Impaginazione: Nexus Advanced Technologies s.r.l. - Milano
Stampa: Grafica Elettronica s.r.l. - Napoli

Questo volume è stato pubblicato con il contributo dell'Università Federico II di Napoli, Dipartimento di Studi Umanistici - Via Porta di Massa 1



ISBN 978-88-99306-13-7

© 2015 by Paolo Loffredo - Iniziative editoriali srl -
80128 Napoli, via U. Palermo 6 - www.paololoffredo.it
e-mail: iniziativeeditoriali@libero.it

Questo libro non avrebbe mai visto la luce senza l'aiuto e il sostegno di molte persone, alle quali desidero esprimere il mio debito di gratitudine. Alcuni hanno fornito lo spunto iniziale, altri hanno accompagnato il lento sviluppo del lavoro, altri, infine, ne hanno accolto l'esito finale.

Antonino Drago, professore di Storia della Fisica nell'Università Federico II di Napoli, mi ha segnalato diversi anni fa l'importanza del *Dynamica de potentia* di Leibniz, invitandomi a curarne la traduzione in italiano. Gustavo Avitabile, professore di Chimica macromolecolare nella stessa Università, ha rivisto e discusso con me ogni passo della traduzione, spesso suggerendo le scelte lessicali di contenuto scientifico: a lui va un ringraziamento particolare per l'aiuto fattivo, l'incoraggiamento e l'amicizia. La collaborazione con i colleghi di area scientifica è stata per me importante e produttiva, non certo per confondere problemi e semantiche tra loro irriducibili, ma per aprire lo studio del latino al contributo di altri saperi, costruendo un dialogo che vada oltre la vecchia e superata formula delle "due culture", per incontrarci — umanisti e scienziati, docenti di latino e di scienze — in quello spazio unico, nel quale possono maturare la ricerca e il pensiero critico.

Ringrazio Giovanni Cupaiuolo e Valeria Viparelli per aver accolto il volume nella Collana da loro diretta, seguendone con sollecitudine costante e generosa l'itinerario editoriale.

Infine, alle mie figlie, Lydia e Valeria, devo più di quel che posso dire.





*Scienza e linguaggio: il latino di Leibniz*¹

In un discorso, tenuto il 28 settembre del 1941, nell'ambito di un convegno della British Association for the Advancement of Science, Albert Einstein affermava la natura sociale della conoscenza e della cultura, che vengono condivise tra gli uomini grazie al linguaggio: «La maggior parte di quello che sappiamo e crediamo ci è stata insegnata da altri per mezzo di una lingua che altri hanno creato. Senza la lingua la nostra facoltà di pensare sarebbe assai meschina e sarebbe simile a quella degli altri mammiferi superiori»².

Secondo il grande fisico, il legame tra pensiero e linguaggio ha spinto gli scienziati a costruire sistemi simbolici e terminologici al fine di elaborare le strutture concettuali delle scienze moderne, oltrepassando così i confini delle singole identità linguistiche nazionali; lungo questa linea si è giunti alla realizzazione di un linguaggio scientifico universale, i cui primi esempi sono per Einstein la geometria euclidea e l'algebra: a questi potremmo oggi aggiungere i linguaggi di programmazione dei computer e della rete.

¹ Nella stesura di questo capitolo introduttivo, ho utilizzato liberamente due miei lavori precedenti, *Parlare di scienza in latino: l'Arithmetica Universalis di I. Newton e il Dynamica de potentia di G. W. Leibniz*, pubblicato in *Forme e modi delle lingue e dei testi tecnici antichi*, a cura di R. Grisolia e G. Martino, Napoli 2012, pp. 287-318, e *Scienza e latino: esercizi di dialogo*, in *Lingue antiche e moderne dai Licei alle Università*, a cura di R. Oniga e U. Cardinale, Bologna 2012, pp. 83-97. Tutto il materiale già edito è stato ripensato, aggiornato e integrato con parti inedite in una nuova stesura unitaria.

² In A. Einstein, *The Theory of Relativity, and Other Essays*, Secaucus, New Jersey 1996, pp. 67 ss. Il file con la registrazione audio del discorso è disponibile sul sito di Youtube, all'indirizzo: <http://www.youtube.com/watch?v=td2SReWxogY>. Una penetrante analisi del rapporto tra scienza e lingua è offerta dal saggio di D. Gouthier – E. Ioli, *Le parole di Einstein*. Comunicare scienza fra rigore e poesia, Bari 2006.





Come osserva opportunamente Tullio De Mauro³, i problemi sui quali si sofferma Einstein in questo breve scritto sono molto simili a quelli che avevano impegnato il giovane Leibniz, quasi tre secoli prima, lungo il filo del rapporto tra lingue storiche e linguaggi scientifici.

Ricostruire la riflessione linguistica di Leibniz, complessa e profonda, sparsa in testi e ambiti disciplinari spesso assai lontani gli uni dagli altri, è un'operazione molto difficile, che ha impegnato nel corso del Novecento linguisti, filosofi, storici della scienza: mi propongo, in misura nettamente più modesta, di presentare una sezione di un'opera redatta in latino, il *Dynamica de potentia*, della quale ho curato una traduzione in italiano, per analizzare alcune scelte semantiche e sintattiche adottate dal filosofo nell'esposizione dei risultati della sua ricerca nel campo della meccanica⁴. Accanto all'opera di Leibniz, analizzerò anche alcuni passi di un celeberrimo saggio di I. Newton, l'*Arithmetica Universalis sive de compositione et resolutione arithmetica liber*, anch'esso redatto in latino, che testimonia un uso e una concezione diversi della lingua, quasi in sintonia con la netta contrapposizione che si instaurò tra i due grandi scienziati contemporanei⁵.

Nel grande "ideario" del pensiero linguistico sei-settecentesco, una sorta di magazzino concettuale⁶, in parte ereditato dai secoli precedenti, in parte elaborato *ex novo*, ricorrono temi rilevanti sul piano scientifico, ac-

³ Nella Prefazione al libro *Le parole di Einstein, cit.*, pp. 5-6, dove ricorre la citazione in italiano del discorso di Einstein.

⁴ W.G. Leibniz, *Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae*, in *Die mathematische Schriften*, ed. G.J. Gerhardt, Berlin-Halle, 1849-63 (rist. anast. Hildesheim 1980), vol. II, *Sectio tertia*, pp. 488-507. Mi corre l'obbligo di segnalare che ho curato questa e le altre traduzioni valendomi della imprescindibile collaborazione di alcuni colleghi di area scientifica dell'Università Federico II di Napoli: si tratta dei Proff. Gustavo Avitabile, che ha rivisto e curato tutta la traduzione, spesso intervenendo in maniera decisiva a migliorarla, Antonino Drago, che mi ha segnalato per primo l'interesse e la necessità di curare una traduzione dell'opera leibniziana, finora mai tradotta in alcuna lingua moderna, e Roberto Tortora, al quale ho fatto ricorso per la resa esatta dei termini matematici.

⁵ I. Newton, *Arithmetica Universalis sive de compositione et resolutione arithmetica liber*, Cantabrigiae 1707, disponibile on line all'indirizzo: http://www3.babson.edu/archives/newton_collection/ArithmeticaUniversalis1707.pdf

⁶ L'espressione è di R. Simone, al quale si deve una profonda e illuminante analisi della teoria linguistica elaborata in questi due secoli: cfr. *Seicento e Settecento*, in *Storia della linguistica*, a cura di G.C. Lepschy, vol. II, Bologna 1990, pp. 313-395.



canto a concezioni ormai stancamente ripetute e a sopravvivenze significative di antiche dottrine. Su questo sfondo si staglia con grande evidenza il tema della ricerca della lingua perfetta.

Infatti, nei secoli XVII e XVIII – i secoli in cui si spezzava l'unità linguistica del mondo accademico europeo, uso a esprimersi in latino, e cominciarono a diffondersi testi e saggi nelle varie lingue moderne – grandi pensatori hanno ragionato attorno al tema di una lingua 'perfetta', in grado di esprimere senza errori e ambiguità il rapporto che lega cose e concetti alle parole che li definiscono.

Questo rapporto tra 'parole' e 'cose', attorno al quale si è snodata larga parte della riflessione linguistica antica e moderna⁷, assume uno spessore problematico e fondante in relazione alla ricerca scientifica: le classificazioni rigorose che organizzano il sapere delle scienze naturali, la formalizzazione che struttura i procedimenti logici delle discipline scientifiche, il 'linguaggio' che elabora le informazioni gestite dai computer, trovano tutti origine e impulso in un'antichissima riflessione, la cui storia accompagna la costruzione della cultura europea.

Nel delineare questa storia gli studiosi hanno messo in luce le varie componenti e i diversi punti di arrivo di una plurimillennaria, problematica ricerca⁸.

Lo stesso termine "cosa" – oggi appiattito sul significato di "oggetto" – rivela a un'analisi anche cursoria notevole complessità: "cosa" traduce il greco *πρᾶγμα*, il latino *res*, il tedesco *Sache*. Questi termini non hanno

⁷ È opportuno ricordare, a questo proposito, che i derivati dalla radice indoeuropea **deik-* riguardano sia il parlare (cfr. lat. *dico*, da cui l'italiano "dire") sia l'indicare (cfr. gr. *δείκνυμι* "io mostro"): l'interazione tra parole e cose è tale che "dire" una parola equivale a "mostrare" la cosa corrispondente.

⁸ La bibliografia sull'argomento è ovviamente vastissima. Proponendomi di fornire solo una sintesi che introduca al tema del complesso e affascinante rapporto tra lingua e scienza, mi limito a segnalare l'opera di tre studiosi ai quali rinvio per una panoramica completa, e che costituiscono, più che il sottofondo, il filo conduttore della mia 'ricostruzione' discontinua, condotta per campionature essenziali: G. Steiner, *Dopo Babele. Aspetti del linguaggio e della traduzione*, ed. ital. Milano 2004 (la prima edizione dell'opera, del 1975, è stata successivamente ampliata e aggiornata dall'autore; l'edizione italiana del 2004 è relativa alla seconda versione inglese del saggio, pubblicata nel 1992); U. Eco, *La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea*, coll. "Fare l'Europa", Roma-Bari 1993; G. Lepschy (a cura di), *Storia della linguistica*, 3 voll., Bologna 1990-1994.

niente a che vedere con l'oggetto fisico in quanto tale (che non a caso è definito in tedesco con un altro vocabolo: *Dinge*, in inglese *thing*), ma rinviando all'essenza di ciò di cui si parla o di ciò che si pensa, a quanto 'ci interessa': l'etimologia di "cosa" spiega appunto la parola come contrazione di "*causa*", di ciò che è importante e all'origine del nostro parlare. Gli storici della filosofia hanno messo in rilievo che quando Aristotele parla dell' *αὐτὸ τὸ πρῶμα* (della "cosa stessa"), Hegel della *Sache selbst* (come calco dell'espressione aristotelica), Husserl del ritorno alle "cose stesse" (*zu den Sachen selbst*), nessuno di loro si riferisce agli oggetti fisici, ma tutti individuano con queste espressioni 'oggetti mentali', in grado di svilupparsi quasi da soli, una volta costituiti⁹. Il detto latino *rem tene, verba sequentur* si iscrive in questa linea: "se hai afferrato la sostanza, il nucleo essenziale del tuo argomento, le parole verranno da sé"¹⁰. "Oggetto" è invece un termine più recente, coniato dalla scolastica medievale, e inteso inizialmente a ricalcare il greco *πρόβλημα*: un ostacolo, qualcosa che mi viene gettato davanti e che provoca un arresto. L'idea di *objectum* (in tedesco, *Gegenstand*, "quel che mi sta di contro") implica una sfida, una radicale alterità nei confronti del "soggetto", e, nel contempo, indica una disponibilità a essere manipolato e posseduto, all'interno di un orizzonte di pensiero sempre più aperto al riconoscimento dell'esperienza.

Intorno alla metà del 1600 si afferma l'esigenza ineludibile di costruire nomenclature adeguate alle nuove scoperte che si stavano realizzando nel campo fisico e naturalistico, sostituendo al precedente linguaggio alchemico – vago nel suo simbolismo e denso di richiami allegorici – una lingua precisa e puntuale, aderente alle cose e ai concetti.

⁹ Utile sguardo d'insieme sulla problematica filosofica sottesa al tema in R. Bodei, *La vita delle cose*, Roma-Bari 2010⁴.

¹⁰ La massima di Catone ricorre in *Ad fil.* frg. 15 H. Jordan, (Lipsiae 1860, rist. Stuttgart 1967). Un'esposizione dei problemi connessi alla celebre *sententia* in G. Calboli, *La retorica preciceroniana e la politica a Roma*, in *Éloquence et rhétorique chez Cicéron*, Entretiens Fondation Hardt, Genève 1982, pp. 41 ss. L'opinione del Calboli, secondo il quale Catone inserì nell'*Ad filium*, come in una miscellanea, precetti retorici, in parte desunti dall'eloquenza greca, è ribadita dall'A. nella *Nota di aggiornamento* all'opera di E. Norden, *Die antike Kunstprosa*, ed. ital. *La prosa d'arte antica*, Roma 1986, tomo II, pp. 1083-84.

Nel *Novum Organum*¹¹, pubblicato nel 1620, Bacone afferma l'importanza dell'esperimento controllato contrapposto all'osservazione casuale: si tratta di un cambiamento che segna una discontinuità forte, irreversibile, tra la tradizione scientifica antica e medievale e la scienza moderna. Il concetto di "esperienza" a cui si rifanno Aristotele e i suoi seguaci, traendo dal mondo della quotidianità gli elementi e le osservazioni utili a esemplificare le loro teorie, è molto diverso dalla pratica dell' "esperimento", costruito artificialmente allo scopo di confermare o confutare teorie interpretative. Questa concezione ha reso Bacone il padre della "filosofia sperimentale" (l'antico nome della scienza sperimentale) e il suo metodo quello ufficiale della Royal Society, la prima e più importante società scientifica.

Nella prospettiva di un approccio radicalmente nuovo alla ricerca, Bacone formula sul tema del linguaggio osservazioni e rilievi di grande spessore per la storia della filosofia e della scienza. Uno dei principi della filosofia baconiana è la distruzione degli *idola*, le false idee che si diffondono o in virtù della stessa natura umana, o per effetto dei dogmi filosofici tramandati dalla tradizione, o per errori dovuti alla maniera in cui gli uomini usano il linguaggio.

Gli *idola* che nascono dalle parole "sono nomi di cose che non esistono (...) o sono nomi di cose che esistono, ma confusi, mal definiti ed estratti dalle cose in modo affrettato e parziale"¹². Un esempio significativo riguarda la nozione di "umido" che è confusa, significando molte cose diverse: ciò che si spande facilmente intorno a un altro corpo, ciò che è privo di consistenza e coesione, ciò che cede facilmente in tutte le direzioni, ciò che si divide e disperde, o ciò che si riunisce e raccoglie fa-

¹¹ Il titolo significa "Nuovo Metodo" e rimanda agli scritti di Aristotele sulla teoria della conoscenza, raccolti insieme sotto il titolo di *Organon*, "Il Metodo". Adottando questo termine, Bacone affermava che la sua opera era in grado di rinnovare e migliorare quella aristotelica. Il termine *novus* peraltro ricorre in modo "quasi ossessivo" in varie centinaia di titoli di libri scientifici del Seicento, dalla *Nova de universis philosophia* di Francesco Patrizi all'*Astronomia Nova* di Keplero e ai *Discorsi intorno a due nuove scienze* di Galilei. Accomuna gli intellettuali del tempo la consapevolezza che attraverso la loro opera sta "nascondo" qualcosa: cfr. P. Rossi, *La nascita della scienza moderna in Europa*, coll. "Fare l'Europa", Roma-Bari 1997, pag. XIII.

¹² F. Bacon, *Novum organum* I, 60 (a cura di E. De Mas, Roma-Bari 1992).

cilmente, ciò che facilmente si mette in moto, ciò che aderisce facilmente a un altro corpo e lo bagna, ciò che passa facilmente allo stato liquido e si scioglie¹³.

Bisogna quindi stabilire il valore esatto delle parole, se si vuole parlare ‘scientificamente’: questa osservazione spinge il filosofo lungo una linea di riflessione che lo porta a definire il rapporto che intercorre tra parole, e ‘segni’ da un lato, e cose e nozioni dall’altro.

I segni, per Bacone, possono essere di due tipi: *ex congruo*, come i geroglifici, i gesti e le icone che riproducono in qualche modo le proprietà della cosa significata; o *ad placitum*, cioè arbitrari e convenzionali. Tuttavia i segni convenzionali possono essere “reali” se si riferiscono non a suoni equivalenti, ma direttamente alle cose o ai concetti corrispondenti: *Characteres quidam Reales, non Nominales; qui scilicet nec literas, nec verba, sed res et notiones exprimunt*¹⁴. Il segno non deve fornire l’immagine della cosa che indica attraverso una forma fonica o grafica; deve esprimere, sulla base di una convenzione, la nozione precisa della cosa alla quale fa riferimento. L’espressione “caratteri reali”, che individua scritte capaci di rivelare immediatamente il proprio significato, e di indicare la natura delle cose stesse, resterà al centro del dibattito linguistico successivo.

La formulazione baconiana getta luce sulla ‘svolta’ che, secondo alcuni studiosi, si è prodotta nell’evoluzione della cultura occidentale proprio intorno alla metà del XVII secolo. In un famoso saggio, a cavallo tra ricerca storica e filosofica, Michel Foucault metteva in evidenza questa frattura epistemologica, che si produce appunto nella seconda metà del 1600, allorquando il criterio della “rassomiglianza” tra parole e cose vie-

¹³ L’esempio è riportato da U. Eco, *La ricerca della lingua perfetta, cit.*, pag. 227.

¹⁴ *De dignitate et augmentis scientiarum*, VI 1, Parisiis 1624. Una recente edizione dell’opera è stata pubblicata a cura di Ph. Meyer, Firenze 2010. In uno scritto che denuncia fin dal titolo una precisa ispirazione baconiana, gli *Initia et Specimina Scientiae Novae Generalis pro Instaurazione et Augmentis Scientiarum ad publicam felicitatem* (in *Die Philosophische Schriften von G. W. Leibniz*, ed. C.I. Gerhardt, Berlin 1875-90, rist. anast. Hildesheim 1978, vol. VII), Leibniz osserva che nel sapere tecnico, a differenza di quanto avviene nella filosofia, “non ci si misura con le parole, ma con le cose stesse” (pag. 69). Cfr. P. Rossi, *I filosofi e le macchine. 1400-1700* (Milano 2002), che riporta la citazione nell’ambito di un’analisi del pensiero di Leibniz sulle arti meccaniche (pp. 138-39).

ne sostituito, con fortissime conseguenze sul piano conoscitivo e artistico, dal criterio della “rappresentazione”: le parole non “somigliano” più alle cose, non ne sono lo specchio fedele, la storia intrinseca o l’equivalente fonico, ma le “rappresentano” attraverso un gioco complesso di rimandi articolati in un sistema di segni, che copre tutto il reale¹⁵.

La portata di questa svolta epistemologica, che pone in un nuovo, problematico rapporto linguaggio e realtà, può essere compresa solo attraverso una storicizzazione, sia pure a grandi linee, del problema: il dibattito attorno alla relazione tra parole e cose ha attraversato infatti tutta la riflessione filosofica e linguistica fin dalle origini, intrecciandosi al quesito sulla nascita e la natura del linguaggio, e innervando il pensiero leibniziano, che si muove lungo il filo dell’opposizione tra la tradizione platonica e quella aristotelica¹⁶.

Le discipline che nel mondo antico hanno analizzato il fatto linguistico – la retorica, la grammatica e, in una prospettiva filosofica, la dialettica – hanno spesso unito e confuso le loro teorizzazioni al riguardo: i fenomeni referenziali e semantici del linguaggio, oggetto della dialettica, l’analisi descrittiva del suo funzionamento, affidata alla grammatica, e

¹⁵ *Les mots et les choses*, Paris 1966, trad. ital. *Le parole e le cose*. Un’archeologia delle scienze umane, Milano 1967 (IV ediz. 1985): l’opera di Foucault è intesa a fornire un ‘resoconto storico’ della nascita delle scienze umane, ricercando i ‘codici fondamentali’ della cultura, che “ne governano il linguaggio, gli schemi percettivi, gli scambi, le tecniche, i valori, la gerarchia delle pratiche”. Questi codici, nella visione di Foucault, “definiscono fin dall’inizio, per ogni uomo, gli ordini empirici con cui avrà da fare e in cui si ritroverà. All’altro estremo del pensiero, teorie scientifiche e interpretazioni di filosofi spiegano perché esiste in genere un ordine, a quale legge generale obbedisce, quale principio può renderne conto (...). Ma fra queste due regioni così lontane l’una dall’altra, si estende un campo che, per il fatto di fungere anzitutto da intermedio, non è tuttavia meno fondamentale: è più confuso, più oscuro, più arduo probabilmente da analizzare. È in esso che una cultura, scostandosi insensibilmente dagli ordini empirici che i suoi codici fondamentali prescrivono, (...) cessa di lasciarsi da essi passivamente attraversare, si distacca dai loro poteri immediati e invisibili, si libera sufficientemente per constatare che tali ordini non sono forse i soli possibili o i migliori” (*Prefazione*, pag. 10). L’ambiziosa riflessione di Foucault, strutturata come una potente ‘architettura’ della storia, mette in evidenza due fratture: la prima si situa verso la metà del 1600, mentre la seconda si verifica all’alba del XIX secolo, mettendo in crisi i criteri di rappresentazione elaborati precedentemente in relazione al linguaggio, alla storia naturale e all’analisi economica.

¹⁶ Cfr. F. Nef, *Leibniz et le langage*, coll. “Philosophies”, Paris 2000, pp. 14-17.



l'esame del rapporto tra le parole e gli effetti che queste producono, compiuto dalla retorica, si intrecciano spesso a diversi livelli¹⁷.

Nell'evoluzione di questa tematica, che pone pensiero e linguaggio non solo come strumenti ma come oggetti della ricerca, si individuano almeno tre momenti chiave: la riflessione platonica, l'elaborazione degli Epicurei, e il pensiero stoico, che influenza profondamente la teorizzazione romana.

Platone si interessa ai problemi relativi al linguaggio in varie opere, ma la testimonianza più completa è offerta dal *Cratilo*, variamente interpretato dagli studiosi¹⁸, definito "il primo testo di 'linguistica' giunto a noi nell'ambito della civiltà greco-latina"¹⁹ e "uno dei dialoghi più ambigui di Platone"²⁰.

¹⁷ Cfr., in proposito, le osservazioni di W. Belardi, *Filosofia, grammatica e retorica nel pensiero antico*, vol. XXXVII del "Lessico Intellettuale Europeo", Roma 1985, pag. 102: "Com'è noto, le origini della grammatica nel senso di considerazioni sulle forme linguistiche risalgono a certe istanze della sofistica e della retorica, alla speculazione di Platone e soprattutto a quella di Aristotele: il ripiegarsi del pensiero sulla lingua, che ne è veicolo e insieme condizionamento, segna l'inizio di un tema che, incentrato dapprima su valori ed effettualità, integrerà poi il mondo delle 'funzioni' con quello delle 'forme', secondo necessità metodologiche avvertite sempre più autonome fino al costituirsi dell'arte della grammatica per se stessa". Per un'utile messa a punto della problematica relativa al linguaggio nel pensiero antico cfr. W. Leszl, *Linguaggio e discorso*, in *Il sapere degli antichi*, a cura di M. Vegetti, Torino 1985, pp. 13-44.

¹⁸ Senza alcuna pretesa di esaustività, cito alcuni saggi, che mi sembrano significativi per il contributo interpretativo offerto all'esame della teoria linguistica esposta nel dialogo platonico: G. Fano, *Il problema dell'origine e della natura del linguaggio nel 'Cratilo' platonico*, in "Giornale di Metafisica" 10, 1955, pp. 307-320; K. Barwick, *Platons Kratylos und die stoische Sprachschöpfungslehre und Etimologie*, in *Probleme der stoischen Sprachlehre und Rhetorik*, Berlin 1957, pp. 70-79; K. Gaiser, *Name und Sache in Platons Kratylos*, Heidelberg 1974; R. J. Ketchum, *Names, Forms and Conventionalism*, in "Phronesis" 24, 1979, pp. 133-147; W. Bestor, *Plato's Semantics and Plato's Cratylus*, in "Phronesis" 25, 1980, pp. 306-328; R. Dionigi, *Nomi forme cose. Intorno al Cratilo di Platone*, Bologna 1994 (=Macerata 2001). Una trattazione dei problemi relativi al linguaggio si legge anche nell'*Epistola VII*: cfr. L. Rosiello, *Linguaggio e conoscenza nella VII Lettera di Platone*, in *Mnemosynum. Studi in onore di Alfredo Ghiselli*, Bologna 1989, pp. 483-487.

¹⁹ P. Matthews, *La linguistica greco-latina*, in *Storia della linguistica*, a cura di G. Lepschy, vol. I, Bologna 1990, pag. 203 (con relativa ampia bibliografia).

²⁰ U. Eco, *Prefazione* al saggio di R. Dionigi, *Nomi forme cose, cit.*, pag. 11.



Tre sono i protagonisti del dialogo, impegnati a esaminare il rapporto tra linguaggio e realtà: Cratilo, Ermogene e Socrate, che è portavoce delle opinioni dello stesso Platone, come sempre nei suoi dialoghi.

Cratilo, convinto dell'esistenza di un nomenclatore primordiale, afferma la naturale affinità tra la parola e il suo significato, sostenendo così un principio di correttezza valido per tutte le società; a questi si oppone Ermogene, che sostiene la tesi secondo cui il rapporto parole/cose è frutto di un preciso accordo: pertanto ogni termine è da riferirsi alla legge o al costume del singolo parlante²¹.

I due personaggi discutono dunque sulla 'correttezza dei nomi', cioè sulla maggiore o minore corrispondenza di questi con la realtà. Nell'ambito della discussione, Cratilo è portavoce di una tesi che può essere definita "naturalista", mentre Ermogene è il sostenitore di una tesi "convenzionalista"; tuttavia le loro posizioni sono più sfumate e prevedono alcune distinzioni. È stato individuato dagli studiosi un primo livello di discorso, riguardante l'atto della nominazione in un momento del linguaggio definito "aurorale". Per Ermogene questo atto è il risultato di una convenzione e nasce da un accordo tra i singoli individui che possiedono già una conoscenza delle cose. Contrariamente a ciò, Cratilo è convinto che l'atto della nominazione non preveda alcun accordo tra gli uomini, ma sia scaturito in modo del tutto naturale. Un secondo livello è rappresentato dall'analisi dello stesso fenomeno, non tenendo però conto del momento della formazione del linguaggio e puntando l'interesse sul rapporto di correttezza individuabile tra il nome e la cosa a cui esso è riferito. Entrambi i personaggi affermano a questo proposito che i nomi sono sempre correttamente riferiti alle cose. Ma mentre per Cratilo la correttezza dei nomi è frutto di una legge naturale, Ermogene sostiene il carattere convenzionale delle regole stabilenti la correttezza, comprovando ciò con il fatto che i nomi possono essere cambiati a piacere, senza rompere questo equilibrio.

Un terzo livello, direttamente connesso al precedente, riguarda l'estensione della validità del rapporto di correttezza. Per Cratilo la correttezza dei nomi è 'universale', mentre per Ermogene questa correttezza è speci-

²¹ Cfr. *Crat.* 383 a-384 d (ed. L. Burnet, "Oxford Classical Texts", Oxonii 1901).

ficamente limitata alla comunità linguistica che ha stabilito la convenzione²².

Quindi i dialoganti sono entrambi certi del carattere di correttezza dei nomi rispetto alle cose, sebbene ciascuno dia una risposta diversa alla domanda su cosa garantisca la correttezza. Per Cratilo attraverso la legge naturale si stabilisce tra il nome e gli oggetti che lo portano una relazione diretta, che non tiene conto di ciò che pensano gli utenti del nome. Invece la convenzione, che è ritenuta da Ermogene garanzia di correttezza, riguarda gli utenti del nome stesso, senza che venga presa in considerazione la natura dei “portatori del nome”²³.

La posizione di Socrate, in merito a questa diatriba sull’atto della nominazione primordiale, è ambigua, perché egli sembra prima appoggiare totalmente Cratilo ai danni del suo antagonista, mentre in seguito dissenterà anche dallo stesso Cratilo.

Per Socrate non può esistere un uso privato del linguaggio, dal momento che ciò autorizzerebbe chiunque a nominare un oggetto in maniera diversa rispetto a un’altra persona, generando confusione e togliendo veridicità alla parola²⁴.

Quindi il filosofo difende la tesi naturalista, servendosi, per supportarla, di spiegazioni etimologiche. Per esempio, volendo spiegare il termine θεός (“dio”), Socrate lo fa derivare da θεῖν (“correre”), in quanto le prime divinità, cioè il sole e la luna, erano state denominate in base alla loro caratteristica precipua, il movimento²⁵.

²² Cfr. G. Manetti, *Le teorie del segno nell’antichità classica*, Milano 1987, pp. 87 ss. Lo studioso, analizzando la discussione platonica sul linguaggio in una prospettiva semiotica, osserva che nella cultura greca il “segno” (σημείον) viene concepito come un elemento percepibile che rimanda a un elemento non manifesto: nella divinazione e nella medicina il segno è un elemento mediatore tra il piano delle cose accessibili ai sensi e il piano delle cose inaccessibili a questi. Lungo questa linea, il segno linguistico teorizzato nel *Cratilo* si configura come una “rivelazione” di un oggetto non percepibile ai sensi, sia che si tratti del “significato” che della “essenza” della cosa nominata.

²³ Cfr. N. Kretzmann, *Plato on the correctness of names*, in “American Philosophical Quarterly” 8, 1971, pp. 126-138.

²⁴ *Crat.* 385 e – 386 a.

²⁵ *Crat.* 397 c-d.

Una volta ricondotte, pur con varie imperfezioni, le parole alla loro forma primordiale, rimaneva il problema di spiegare i termini di base ai quali si era pervenuti, cioè i cosiddetti στοιχεῖα.

A questo punto, Socrate ricorre all'onomatopea e quindi a un valore simbolico dei suoni nell'ambito della struttura fonologica delle parole. Per esempio, la lettera ρ è usata per rappresentare parole o verbi aventi in sé l'idea del movimento, mentre dà un'idea di levigatezza²⁶.

Sembrirebbe dunque che la controversia si sia risolta a favore di Cratilo, ma non è così: Socrate infatti introduce il problema della "imitazione" che il singolo suono compie di un singolo frammento del reale. La parola σκληρότης, che significa "durezza", contrariamente a quanto ci aspetteremmo se i suoni rispecchiassero in tutto le essenze delle cose, contiene al suo interno la lettera λ che esprime "mollezza" e "scivolosità". Dunque la parola imita la "durezza" solo in parte, mentre in parte se ne discosta.

Dalle critiche che Socrate muove a Cratilo emerge però una proposta positiva. Infatti, dopo avere osservato che il nome σκληρότης è inesatto, perché contiene elementi che non corrispondono alla qualità della cosa designata, Socrate rileva che, nonostante ciò, esso adempie alla sua funzione comunicativa, dal momento che i Greci si intendono quando tale nome viene usato²⁷.

Secondo Socrate questa comprensione è dovuta ai due fenomeni dell'uso (ἔθος) e della convenzione (συνθήκη)²⁸. Questo è il punto in cui i commentatori hanno scorto un compromesso tra il convenzionalismo di Ermogene e il naturalismo di Cratilo: per Platone la situazione ideale è quella in cui i nomi sono immagini che riproducono l'essenza degli oggetti nominati, ma sono i limiti del linguaggio naturale che rendono necessario il ricorso all'accordo²⁹.

²⁶ *Crat.* 426 d- 427 c.

²⁷ Cfr. G. Manetti, *Le teorie del segno...*, cit., pag. 98.

²⁸ *Crat.* 435 a- b.

²⁹ *Crat.* 435 b-c. Cfr. A. Pagliaro, *Struttura e pensiero del Cratilo di Platone*, in *Nuovi saggi di critica semantica*, Messina-Firenze 1956, pp. 47-76: il problema dell'origine del linguaggio – cioè se il nesso segnico sia costituito in maniera naturale o per convenzione – è assorbito in quello dell'uso o della funzione conoscitiva del linguaggio, nel quadro più generale di una teoria della conoscenza intesa a cogliere l'essenza delle cose. Sulla stessa linea interpretativa

La funzione primaria della parola è quella di istruire, e tutti i protagonisti del dialogo convengono sul fatto che le parole sono imitazioni delle cose, ma mentre secondo Cratilo tale imitazione è perfetta, così non è per Socrate, secondo il quale il rapporto cose/parole è di tipo iconico: il nome rispecchia l'essenza della cosa, è cioè la lista abbreviata di tutte le sue proprietà, ma non ne è l'imitazione completa.

I problemi che il dialogo platonico pone, come si evince anche da una sommaria esposizione, sono di grandissima portata nella storia della cultura occidentale: si deve inoltre rilevare che il *Cratilo* non inizia una discussione sul linguaggio, ma si inserisce in un dibattito già promosso, che lo ha preceduto, e del quale noi abbiamo solo parziali notizie. Esiste un "fondo arcaico della semantica"³⁰, rappresentato da Pitagora e Democrito, le cui posizioni sarebbero riprese dalle tesi sostenute da Cratilo ed Ermogene, e da Eraclito, Parmenide e Gorgia, il cui pensiero costituisce una sorta di densa, oscura premessa al dialogo platonico.

Ma i problemi non riguardano solo la riflessione che precede il *Cratilo*: dopo Platone, il "cratilismo", la volontà di trovare sempre e comunque un criterio di rassomiglianza tra le parole e le cose, è diventata – come dice U. Eco – la "ossessione" di tutti i filosofi tradizionalisti del linguaggio³¹: questi, non accettando l'idea della natura 'arbitraria' del linguaggio, e della sua fortuita nascita, cercano sempre a tutti i costi di ritrovare una lingua adamica primigenia, nella quale appunto le parole esprimevano direttamente la natura delle cose³². Il criterio di rassomi-

U. Eco, *Prefazione* al saggio di R. Dionigi, *Nomi forme cose, cit.*, pag. 11: "(Il *Cratilo*) sembra essere anzitutto un dibattito sulle origini del linguaggio, ma in effetti si risolve in una discussione sul suo uso".

³⁰ Cfr. R. Dionigi, *Nomi forme cose, cit.: Prima del Cratilo. Il fondo "arcaico" della semantica*, pp. 19-59.

³¹ Cfr. *Prefazione* al saggio di R. Dionigi, *Nomi forme cose, cit.*, pag. 13.

³² Nella tradizione biblica Dio dà origine al mondo con un atto di parola ("Sia la luce"), nominando le cose mano a mano che le crea: cfr. *Genesi* I, 3-4: "Dio disse: 'Sia la luce!'. E la luce fu. Dio vide che la luce era cosa buona e separò la luce dalle tenebre e chiamò la luce giorno e le tenebre notte. E fu sera e fu mattina: primo giorno. Dio disse: 'Sia il firmamento in mezzo alle acque per separare le acque dalle acque'. Dio fece il firmamento e separò le acque, che sono sotto il firmamento, dalle acque, che sono sopra il firmamento. E così avvenne. Dio chiamò il firmamento cielo. E fu sera e fu mattina: secondo giorno". Dopo aver creato Adamo, Dio gli condusse tutti gli animali, "per vedere come li avrebbe chiamati; e in

gianza viene di volta in volta individuato nelle parole onomatopiche, che dal punto di vista fonico rimandano alla cosa stessa che nominano³³, e nella etimologia, che ‘racconta’ la cosa attraverso la storia del suo nome³⁴: in entrambi i casi, si fa avanti l’idea che il nome “rassomigli” alla cosa, non si limiti a “rappresentarla”.

Ma il cratilismo non è la posizione di Socrate, e quindi non è quella di Platone: della tesi di Cratilo, il filosofo fa sua solo l’idea che la cosa debba essere conosciuta prima della parola che tende a imitarla, e della tesi di Ermogene condivide il convenzionalismo in una versione moderata, per cui, una volta che si è prodotta una prima imposizione umana dei nomi, solo attraverso l’uso condiviso si instaura la legge che ne stabilisce il significato³⁵. Quindi la vera conoscenza non è insita nelle parole,

qualunque modo l’uomo avesse chiamato ognuno degli esseri viventi, quello doveva essere il suo nome” (*Genesi* II, 19). Si pone in questo passo il tema, comune ad altre religioni e mitologie, del Nomoteta, di colui che per la prima volta “dà il nome alle cose”. La “lingua di Adamo” resterà per secoli un punto di riferimento fondamentale per tutti coloro che, consapevoli della frammentarietà delle lingue succeduta alla fine dell’Impero romano, cercheranno di porvi rimedio, sia tentando di riscoprire la lingua che aveva parlato Adamo, sia progettando una lingua della ragione, che avesse la perfezione perduta della lingua adamica: cfr. U. Eco, *La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea*, cit., pp. 13-25. Al riguardo Leibniz, pur ammettendo l’esistenza di questa lingua adamica, dubita che essa possa essere conosciuta direttamente: ci permetterebbe di cogliere (*intueri*) l’essenza delle cose, ma certamente resta per noi inconoscibile (*certe ignota est*): cfr. *Philosophische Schriften*, ed. G.J.Gerhardt, Berlin-Halle 1875 (rist. anast. Hildesheim 1965), pp. 204-205.

³³ Anche per Leibniz l’onomatopea realizza l’accordo tra la parola e il suono, anche se bisogna curare che l’*onomatopoesis* sia autentica: cfr. A. Heinekamp, *Natürliche Sprache und Allgemeine Charakteristik bei Leibniz*, Akten des II Leibniz-Kongress, in *Studia Leibnitiana Supplementa* 15, Stuttgart 1975, pag. 374.

³⁴ A proposito della etimologia Leibniz scrive che, dal momento che nulla in questo mondo è dovuto al caso, se gli uomini giudicano diversamente, ciò è dovuto alla loro ignoranza delle cause: il metodo etimologico consiste proprio nella scoperta delle cause, non in riferimento alla loro originaria esemplificazione, ma nelle lingue concretamente esistenti sulla superficie terrestre: cfr. *Opera omnia*, ed. L. Dutens, Geneva 1768 (rist. anast. Hildesheim 1971), vol. VI-2, par. 50, 28.

³⁵ In questa prospettiva ‘convenzionalista’ si inserisce la linguistica aristotelica: tale è l’interpretazione condivisa da quasi tutti i commentatori di Aristotele, sulla base dei primi 4 capitoli del *De interpretatione*. Già nella prima metà del III sec. d. C. Origene, nel *Contra Celsum* (I, 24), riconosceva la visione aristotelica dell’origine del linguaggio come nettamente ispirata dal concetto della convenzione (espressa nella terminologia aristotelica dal nesso κατὰ συνθήκην). Lungo questa linea interpretativa si sono collocati Proclo, nel suo commento



ma nelle cose, e il linguaggio è solo uno strumento – peraltro imperfetto – per tentare di comprendere le forme della realtà. Platone, in questo modo, proietta la problematica del linguaggio verso quello che è uno dei capisaldi della sua dottrina, cioè la teoria delle idee.

La teoria linguistica epicurea si sviluppa nell'ambito della trattazione dell'origine del linguaggio, dibattuta soprattutto nella *Lettera a Erodoto*³⁶. Secondo Epicuro il linguaggio è stato creato dagli uomini in due specifiche situazioni che si sono verificate nel corso della loro evoluzione. Inizialmente, il linguaggio sembra avere con la realtà un rapporto che potremmo definire 'naturale', mentre successivamente questo rapporto assume i caratteri di una 'convenzione'.

In uno stadio primitivo l'attività linguistica degli uomini consiste nell'emissione di suoni simili a parole sotto lo stimolo naturale delle affezioni che provano (πάθη) e delle immagini (φαντάσματα) che si formano in loro. Da questo punto di vista la posizione di Epicuro sembra essere a pieno titolo quella naturalista. Ma il filosofo introduce a questo

al *Cratilo* platonico, Ammonio e Boezio, autore della più antica traduzione in latino dell'opera aristotelica. La maggior parte degli studiosi moderni concorda su questa lettura 'convenzionalista' della linguistica aristotelica: cfr. H. Steinthal, *Geschichte der Sprachwissenschaft bei den Griechen und Römern mit besonderer Rücksicht auf die Logik*, 2 voll., Berlin 1890-91; G. Scarpat, *Il discorso e le sue parti in Aristotele*, Brescia 1950; A. Pagliaro, *Il capitolo linguistico della 'Poetica' di Aristotele*, in *Nuovi saggi di critica semantica*, Messina-Firenze 1956, pp. 78-151; J. L. Ackrill, *Aristotle's 'Categories' and 'De interpretatione'*, Oxford 1963; T. De Mauro, *Introduzione alla semantica*, Bari 1965; W. Belardi, *Il linguaggio nella filosofia di Aristotele*, Roma 1975; M. Baratin- F. Desbordes, *L'analyse linguistique dans l'antiquité classique* (1. *Les théories*), Paris 1981. Contrario a questa linea interpretativa è invece F. Lo Piparo, *Aristotele e il linguaggio*, Roma- Bari 2003. Nella interpretazione leibniziana, la tesi aristotelica esposta nel *Peri Hermeneias*, e, in particolare, il riferimento ai nomi arbitrari (*nomina ex instituto*), erano indirizzati contro la visione platonica e nascevano dal desiderio di contraddirla, più che dalla ricerca della verità: cfr. *Epistologica de Historia Etymologica Dissertatio*, in S. Gensini, *Il Naturale e il simbolico. Saggio su Leibniz*, Roma 1991, pp. 191 ss.

³⁶ Cfr. 75-76 (ediz. a cura di G. Arrighetti, Torino 1960). Hanno esaminato il problema del linguaggio nella filosofia epicurea Ph. H. De Lacy, *The Epicurean Analysis of Language*, in "American Journal of Philology", 60, 1939, pp. 85-92; E. Coseriu, *Die Geschichte der Sprachphilosophie von der Antike bis zu Gegenwart. Eine Übersicht, I: Von der Antike bis Leibniz*, "Tübinger Beiträge zur Linguistik", Tübingen 1975; G. Rodis Lewis, *Epicure et son école*, Paris 1975; M. Baratin- F. Desbordes, *L'analyse linguistique dans l'antiquité classique* (1. *Les théories*), cit.; G. Manetti, *Le teorie del segno...*, cit., pp. 160-179; P. Matthews, *La linguistica greco-latina*, in *Storia della linguistica*, a cura di G. Lepschy, vol. I, cit., pp. 210-212.



punto il problema posto dalla diversità delle lingue, un problema peraltro non affrontato da Platone: la diversità delle lingue è diretta conseguenza della diversità degli ambienti. Nella prospettiva epicurea, dunque, le lingue variano perché le cose variano da regione a regione. Entra così in gioco il secondo momento dell'evoluzione linguistica, nel quale sono introdotti gli elementi di convenzione. Questi subentrano in maniera duplice: da un lato si sviluppa la tendenza a razionalizzare il linguaggio, con l'intento di chiarire le espressioni ambigue; dall'altro si afferma l'operato degli "uomini colti" che cercano di introdurre concetti relativi a cose che travalicano la percezione, e che quindi non è stato possibile nominare nell'ambito del processo naturale.

Un importante confronto si può fare con la posizione platonica, ripresa poi dagli Stoici, secondo la quale il nome è la lista abbreviata delle proprietà dell'oggetto a cui si riferisce, e il vocabolario delle parole primitive è formato da onomatopee: Epicuro invece sostiene che ogni nome ha un uso corretto quando viene impiegato per denotare l'oggetto a cui è stato associato per la prima volta al momento della sua origine naturale³⁷.

A parte queste differenze, esistono comunque molti elementi comuni tra la posizione platonica e quella epicurea, dal momento che per entrambe i nomi hanno in origine un valore cognitivo, che finisce inevitabilmente per perdersi attraverso i cambiamenti del linguaggio prodotti dal trascorrere del tempo. Mentre per Platone il recupero del significato originario delle parole si ottiene grazie all'etimologia, Epicuro sostiene invece che la primitiva relazione del linguaggio con le cose oggetto della percezione si altera a causa di processi metaforici: pertanto, per recuperare l'originario valore epistemologico dei nomi, bisogna cercare "la prima immagine", da identificarsi con la prolessi, ossia con il concetto formatosi alla prima percezione della cosa associata al nome.

Tra le scuole antiche, quella che ha sviluppato nella maniera più rigorosa la riflessione sul linguaggio, e sui rapporti tra questo, il pensiero e la realtà, è la Stoa³⁸: a questa va riportato il complesso delle idee sul rapporto *res/verba* sviluppato in ambito romano, soprattutto a opera di Varrone.

³⁷ Cfr. G. Manetti, *Le teorie del segno...*, cit., pag. 179.

³⁸ Una trattazione ampia e approfondita sul pensiero stoico è data da M. Pohlenz, *La Stoa*. Storia di un movimento spirituale, ediz. it., Firenze 1967, 2 voll. : sul linguaggio in particolare

In una prospettiva generale del problema, si può dire che Zenone costruì la sua teoria dividendo la dialettica in due parti: la prima tratta dei “significanti” (σημαίνοντα) e, dal momento che tutti i mezzi di espressione linguistica sono manifestazioni della voce, questa parte viene chiamata “*Della voce*” (Περὶ φωνῆς); la seconda parte, invece, riguarda le “cose che vengono significate” (σημαινόμενα)³⁹.

Zenone, però, introduce un'importante innovazione dividendo questi contenuti dagli oggetti reali, che non rientrano nel campo della logica, perché essa ha a che fare solo con la forma del λόγος. Rispetto agli oggetti, i σημαινόμενα non hanno consistenza corporea: essi esistono nell'ambito linguistico solo come qualcosa di “enunciato”, di λεκτόν⁴⁰.

Dalla concezione che gli Stoici ebbero della natura del linguaggio – che per loro procede dal pensiero ed è inteso a indicare le diverse cose sulla base di una precisa conoscenza – discende la loro posizione di fronte all'antica controversia sulla sua origine. Mentre Epicuro riteneva che il linguaggio si fosse sviluppato gradualmente dai suoni con i quali i primi uomini manifestavano istintivamente i loro sentimenti e le loro impressioni, per la Stoa il linguaggio doveva essere un prodotto del λόγος, che nelle parole ha creato il mezzo per una reciproca comprensione. I nomi delle cose pertanto sono stati imposti consapevolmente dai primi uomini⁴¹. Peraltro è impossibile che essi siano determinati dal caso o dal capriccio: infatti ciò sarebbe in aperta contraddizione sia con l'essenza del *logos* che impone i nomi, sia col senso della denominazione, poiché i nomi devono indicare le cose in base alle loro proprietà. Per gli Stoici dunque coloro che imposero i nomi alle cose si fecero guidare dalla φύσις dello stesso essere: in tal modo essi pervengono a una soluzione concilia-

cfr. vol. I, pp. 58-92.

³⁹ Per la suddivisione della dialettica cfr. *Stoicorum veterum fragmenta*, ed. I. von Arnim, Lipsiae 1903-24, vol. II, 122.

⁴⁰ Ad es., si distingue tra la parola “cavallo” come complesso di suoni (che rimanda ai “significanti”, σημαίνοντα), dal “cavallo” come contenuto della parola (nell'ambito delle “cose che vengono significate”, σημαινόμενα) e, infine, dal “cavallo” come essere animato: la formulazione stoica, come è stato opportunamente osservato dagli studiosi, elabora termini e concetti che verranno sviluppati dalla linguistica moderna, come quella di Saussure.

⁴¹ Le testimonianze specifiche al riguardo, non numerose, sono citate da M. Pohlenz, *La Stoa*, cit. pag. 66.

tiva nella controversia sull'origine del linguaggio: i nomi sono imposti dal λόγος dell'uomo con un preciso atto di volontà (θέσει) e, nel contempo, sono di origine naturale (φύσει), in quanto le denominazioni corrispondono alla φύσις delle cose denominate.

Gli Stoici misero anche in evidenza il fatto che i primi uomini dovevano essere stati in grado di cogliere l'essenza naturale delle cose. Mentre Epicuro riteneva che gli uomini fossero assurti al grado attuale di civiltà partendo da un'esistenza semiferina, gli Stoici ritennero che i primi uomini fossero più vicini all'origine divina e possedessero quindi una conoscenza più pura. Perciò la Stoa non ritenne errato, quando si compie un'indagine su determinate cose, interrogare il senso dei loro nomi: la ricerca del vero contenuto delle parole, l'etimologia, appare loro un compito indispensabile e da svolgersi con metodicità.

È stato rilevato⁴² che gli Stoici erano consapevoli della difficoltà di questo assunto, dal momento che si riscontrano innumerevoli discordanze tra la forma linguistica e il significato della parola⁴³, e ricorrenti ambiguità nell'uso delle parole⁴⁴. Ma il riconoscimento di queste difficoltà non impedì loro di continuare a cercare di chiarire il rapporto tra le parole e le cose. Non conoscendo le più elementari leggi relative alla formazione delle parole e ai mutamenti fonetici, si basavano inevitabilmente sulle esteriorità formali o, nella spiegazione di un vocabolo, si lasciavano guidare da un significato definito a priori. Sia per la formazione delle parole che per la flessione, postularono aggiunte, soppressioni, trasposizioni, cambiamenti di lettere e sillabe⁴⁵, procedendo con un arbitrio nel fissare la forma originaria della parola e la causa di una denominazione, che già nell'antichità suscitò critiche e ironie.

⁴² F. Desbordes, *Idées romaines sur l'écriture*, Lille 1990, pp. 102 s.

⁴³ Crisippo trattò questo problema nella sua opera in quattro volumi intitolata "Sull'anomalia", opera di cui Varrone, all'inizio del IX libro del *De lingua Latina*, sintetizza in questi termini l'assunto: dimostrare che molte volte concetti simili vengono espressi con parole differenti e concetti differenti con parole simili.

⁴⁴ Per le anfibolie, cfr. *Stoicorum veterum fragmenta*, vol. II, 152-153.

⁴⁵ Cfr. K. Barwick, *Remmius Palaemon und die römische Ars grammatica*, Leipzig 1922=rist. Hildesheim 1967, pag. 98 e *Probleme der stoischen Sprachlehre und Rhetorik*, Berlin 1957, *passim*. Cfr. anche F. Desbordes, *Le schema 'addition, soustraction, mutation, métathèse' dans les textes anciens*, in "Histoire Epistémologie Langage" 5, 1983, pp. 23-30.

Ciononostante, Zenone si pose con piena consapevolezza il compito di comprendere la struttura delle lingue attualmente esistenti, fondando così la grammatica su basi sistematiche⁴⁶.

La problematica dell'origine del linguaggio, sviluppata nella tradizione filosofica greca, subisce nella cultura latina un importante cambiamento: l'interesse si incentra solo sul valore pratico della lingua che denomina le cose, in una visione nettamente strumentale e 'pragmatica'.

Non ricorre infatti, nella tradizione latina, alcuna traccia del rapporto elaborato da Platone tra parole e forme di conoscenza metafisica, mentre la lingua come strumento di *notitia rerum* viene collocata al centro di un'attenzione critica basata su autonome necessità metodologiche⁴⁷.

Questo passaggio, di grande rilievo nello sviluppo della riflessione linguistica occidentale, è testimoniato da Varrone, che nella sua opera, il *De lingua Latina*, si pone il compito di analizzare il valore pratico della lingua come strumento comunicativo: peraltro in questo approccio gioca un ruolo determinante il rapporto e il confronto con diverse lingue e culture – soprattutto con quella greca occidentale sviluppatasi nella Magna Grecia – con le quali Roma venne in contatto fin dal primo secolo della sua storia⁴⁸.

Il complesso delle idee di Varrone va riportato soprattutto alla Stoa: in particolare, per quanto concerne il rapporto *res/verba*, rimanda chiaramente

⁴⁶ Esamina il problema dell'origine del linguaggio nella teoria stoica, soffermandosi sulla ripresa senecana di concetti e formulazioni greche, A. Setaioli, *Seneca e i Greci*. Citazioni e traduzioni nelle opere filosofiche, Bologna 1988, pp. 25-33.

⁴⁷ "Nella scienza linguistica l'esperienza dei Romani non fece eccezione alla regola generale dei loro rapporti con l'attività intellettuale dei Greci. La linguistica romana in larga parte consistette nell'applicare al latino il pensiero greco, le controversie e le categorie dei Greci": questa affermazione di R. H. Robins (*Storia della linguistica*, ediz. ital., Bologna 1971, pag. 69) non può essere condivisa, anzi deve essere ridimensionata, almeno per quanto concerne l'esame del rapporto parole/cose nella tradizione linguistica antica.

⁴⁸ Sulla concezione varroniana della lingua, cfr. F. Della Corte, *La filologia dalle origini a Varrone*, Torino 1937; A. Della Casa, *Il libro X del De lingua Latina di Varrone*, Genova 1969; F. Cavazza, *Studio su Varrone etimologo e grammatico*, Firenze 1981. È opportuno ricordare che Varrone è visto piuttosto come un filosofo che come un grammatico da tutta la tradizione posteriore e che il suo nome manca dal libello svetoniano sui grammatici. Di parere diverso, tra i moderni, H. Dahlmann, *Varro und die helleneistische Sprachtheorie*, Berlin 1932 (=1964), che si è occupato delle fonti di Varrone e ha osservato che questi etimologizza non da filosofo né da Stoico, ma da grammatico (pag. 11).

te alla dottrina stoica l'introduzione di concetti e termini che fungono da "mediatori" all'interno della relazione tra 'parole' e 'cose': *vox, nomen, vocabulum* e soprattutto il verbo *significo*, che si correlano alla distinzione tra "significante" e "significato": cfr. *De lingua Latina* VI, 60⁴⁹: *Ab eo quoque potest dictum nominare, quod res novae in usum quom[odo] additae erant, quibus ea<s> novissent nomina ponebant*. "Anche da questo può venire il verbo 'nominare' (chiamare per nome), poiché quando cose nuove (*novae*) venivano ad aggiungersi all'uso, assegnavano ad esse i nomi con cui le avevano conosciute (*novissent*)"; *ibid.* VII, 109: *Quare institutis sex libris, quemadmodum rebus Latina nomina essent imposita ad usum nostrum*: "Perciò io ho programmato sei libri sul problema del come sono stati posti in latino, per nostro uso, i nomi ai vari oggetti". Il verbo *significo* ha nell'opera varroniana sia la valenza di "mostrare attraverso segni" (cfr. V, 57: *...digito significat*; VI, 49, 69, 70; VII, 20, 76), sia quella di "significare", "esprimere l'idea di..." (cfr. VII, 93: *Euax verbum ni(c)hil significat...*)⁵⁰.

L'equivalenza tra parole e cose è sostenuta a più riprese e in diversi contesti nell'opera di Varrone, che riprende dalla tradizione greca il concetto dell'*impositio nominum*, conciliandolo con altre riflessioni all'interno di una nuova teoria interpretativa. Introducendo l'argomento, Varrone scrive (in *De lingua Latina* V, 1): *Quemadmodum vocabula essent imposita rebus in lingua Latina, sex libris exponere institui. De his tris ante hunc feci quos Septumio misi: in quibus est de disciplina, quam vocant ἐτυμολογικήν: quae contra ea<m> dicerentur, volumine primo, quae pro ea, secundo, quae de ea, tertio. In his ad te scribam, a quibus rebus vocabula imposita sint in lingua Latina, et ea quae sunt in consuetudine apud <populum et ea quae inveniuntur apud> poetas*: "In quale maniera i nomi siano stati imposti in latino alle cose, io ho programmato di esporre in sei libri. Di questi ho composto, prima del presente, tre libri, che ho dedicato a Settimio. Vi si tratta della scienza che i Greci chiamano etimo-

⁴⁹ Cito dall'edizione a cura di A. Traglia, *Opere di M. Terenzio Varrone*, coll. "Classici UTET" Torino 1974 (=1979): si tratta di un'edizione criticamente rivista, basata sulle edizioni di L. Spengel, Berlin 1826 e 1885; P. Canal, Venezia 1846-1854; R. G. Kent, London 1951. La traduzione dei singoli passi è quella dello stesso A. Traglia.

⁵⁰ Altre occorrenze di *significo* con questa valenza in V, 3, 4, 63, 170; VI, 5, 36, 40; VII, 14, 28, 65, 80, 82; VIII, 3, 11, 20, 27, 40, 41, 46, 48, 80; IX, 32, 37, 38, 40, 41, 63, 73, 81, 82, 84, 85; X, 7, 27, 30, 48, 77.

logica. Nel primo libro ho esposto gli argomenti che si adducono contro di essa, nel secondo quelli in suo favore, nel terzo ho illustrato il suo oggetto. Nei presenti tre libri, che dedico a te, esaminerò l'origine dei nomi che indicano in latino i vari oggetti, sia nel linguaggio dell'uso comune, sia in quello dell'uso poetico".

L'autore si propone dunque una "teoria generale" sulle origini delle parole della *Latinitas*. A tale scopo Varrone considera la lingua nel suo complesso, quella della *consuetudo* e quella *apud poetas*, dimostrando così che intende allontanarsi dalla posizione degli Stoici e degli Alessandrini nel tentativo di fondare una scienza etimologica che non mira a valori universali, ma a stabilire le origini della lingua latina. Questa ricerca della *Latinitas* e della "retta forma" determina l'esplicito riferimento a vocaboli arcaici, ancora più che a quelli poetici: cfr. *De lingua Latina* V, 9: *Non enim videbatur consentaneum quare me in eo verbo quod finxisset Ennius causam, negligere quod ante rex Latinus finxisset, cum poeticis multis verbis magis delecter quam utar, antiquis magis utar quam delecter*: "Non mi sembrava logico che io cercassi l'origine di una parola coniata da Ennio e ne trascurassi un'altra creata molto tempo prima dal re Latino, dato che da molti termini poetici traggio più piacere che utilità, da quelli antichi più utilità che piacere".

In Varrone è postulato dunque un *rex* onomatoteta che, secondo gli studiosi, non va riconosciuto tanto in una individualità, quanto piuttosto in un periodo della storia di Roma⁵¹: la sua figura sarebbe anzi una metafora per indicare l'arcano dell'antica lingua, a cui fa riferimento anche l'espressione *adytum et initia regis* (V, 8), che indica il sacrario inaccessibile a cui giunge una ricerca linguistica pur condotta sul piano della razionalità.

Gli uomini primitivi, dunque, o meglio gli onomatoteti, colsero la natura delle cose e seppero imporre sotto la sua guida i nomi: cfr. VI, 3:

⁵¹ Cfr. F. Cavazza, *Studio su Varrone...*, cit., pag. 74 n. 100. A. Traglia (*Etimologia e sinonimia in Nigidio Figulo*, in *Varron. Grammaire antique et stylistique latine*, cur. J. Collart, Paris 1978, pag. 289 n. 94) rileva la differenza tra i Pitagorici che postulavano un ὄνοματοθέτης e Varrone che (cfr. *De lingua Latina* VIII, 7) postulava più ὄνοματοθέται da intendere genericamente come quegli antichi Romani che ebbero la capacità e l'autorità di essere tali.

Dicemus primo de temporibus, cum quae per ea fiunt, sed ita ut ante de natura eorum: ea enim dux fuit ad vocabula imponenda homini: “Parleremo innanzitutto dei nomi di tempo, poi di quelle cose che avvengono nel tempo, ma in modo da spiegare prima il significato naturale di questi vocaboli. La natura, infatti, è stata la guida dell’uomo nell’imporre i nomi alle cose”.

Varrone vede nella lingua una struttura logica di origine naturale alla quale fa riferimento anche in IX, 34: *...itaque de eisdem rebus alia verba habere Graecos, alia Syrios alia Latinos*: “Tant’è vero che per indicare gli stessi oggetti i Greci hanno una parola, un’altra i Siriaci, un’altra i Latini” e in X, 53: *Impositio est in nostro dominatu, nos in natura<e>: quemadmodum enim quisque volt, imponit nomen, at declinat, quemadmodum volt natura*: “L’imposizione dei nomi dipende da noi, noi dalla natura. Ciascuno infatti impone il nome come vuole, ma lo declina come vuole la natura”.

Prende forma in questi termini la teoria varroniana della *declinatio*, che si identifica con la flessione delle parole: questa è lo strumento che permette al linguaggio di denominare tutta la realtà, a partire da determinati elementi finiti. Il germe della lingua è il *verbum*, la parola⁵², che è formata da un numero finito di elementi, tali che possono però crescere a dismisura e senza limiti, dal momento che la flessione racchiude in sé ogni possibile mutamento di parola, regolando tutta la costruzione della lingua.

Attraverso la teoria della *declinatio* Varrone delinea un sistema linguistico, nel quale l’etimologia delle parole è posta a confronto con la teoria degli atomi elaborata da Democrito ed Epicuro: gli elementi primordiali inconoscibili che costituiscono i corpi sono paragonati alle parole primarie sconosciute che compongono le parole derivate: cfr. VI, 39: *Democritus, E<pi>curus, item alii qui infinita principia dixerunt, quae unde sint non dicunt, sed cuiusmodi sint, tamen faciunt magnum: quae ex his constant in mundo, ostendunt. Quare si etymologus principia verbum postulet mille, de quibus ratio ab se non poscatur, et reliqua ostendat, quod non*

⁵² Come in tutti gli autori classici latini, *verbum* ha in Varrone il significato concreto di “parola”, e corrisponde al vocabolo greco λέξις, mentre assumerà l’accezione ‘filosofica’ di λόγος solo nell’ambito della tradizione ecclesiastica.

postulat, tamen immanem verborum expediat numerum: “Democrito, Epicuro e parimenti gli altri che dichiarano infinito il numero degli atomi, anche se non dicono quale sia la loro origine, ma si limitano a descriverne la forma, tuttavia hanno fatto una cosa grande: hanno mostrato le cose che nel mondo sono costituite da questi elementi primordiali. Per cui se l’etimologo postula l’esistenza di mille parole primarie, senza chiedersene il significato etimologico e indica (in quanto non le postula) l’origine delle rimanenti parole, verrebbe tuttavia a spiegare un numero immane di vocaboli”.

Negli stessi anni di Lucrezio, Varrone testimonia nel *De lingua Latina* la ricezione delle teorie epicuree anche in ambito linguistico definendo la parola come una sorta di “atomo a forma variabile”: cfr. X, 77: *Verbum dico orationis [vocalibus] partem, quae sit indivisa et minima...declinatio est, cum ex verbo in verbum aut ex verbi discrimine, ut transeat mens vocis commutatio fit aliqua*: “Io definisco la parola come la parte più piccola e indivisibile del discorso...la declinazione è un mutamento della parola base in un’altra forma della parola o il passaggio da una sua variazione all’altra, in connessione con un suo mutamento di significato”.

Analizzando i passi del *De rerum natura* di Lucrezio che mettono in correlazione struttura della lingua e struttura della realtà⁵³, I. Dionigi ha dimostrato l’analogia – addirittura la “connaturalità” – che intercorre nel pensiero lucreziano tra la formazione dei *verba* e la formazione delle *res*. Questa analogia è basata sulla natura indifferenziata degli *elementa*, i costituenti minimi che formano sia le parole che le cose: la similarità tra la struttura del linguaggio – del significante – e la struttura della realtà – dell’esistente – è frutto del doppio valore di *elementum* (στοιχεῖον)⁵⁴ inteso come costituente originario sia dell’alfabeto che dell’essere: cfr. I,

⁵³ Si tratta di numerosi passi (I, vv. 196-198, 817-829, 907-914; II, 688-699, 1007-1022), tra i quali i più significativi sono per Dionigi i vv. II, 1007-1022, omologhi e parzialmente doppiati dai vv. I, 817-829: cfr. I. Dionigi, *Lucrezio. Le parole e le cose*, Bologna 1988, pp. 18 ss.

⁵⁴ Per un’analisi di questa parola, termine chiave di tanta parte della speculazione filosofica e linguistica dell’antichità classica, cfr. E. Vineis, *Elementa vocis, elementa mundi*, in *Lucrezio. L’atomo e la parola*, Colloquio lucreziano, Quaderni della Biblioteca di Discipline Umanistiche n. 3, Bologna 1990, pp. 33- 60. Su *elementum* cfr. P. Grimal, *Elementa, primordia, principia dans le poème de Lucrèce*, in *Mélanges de philosophie, de littérature et d’histoire ancienne offerts*

vv. 196 s.: *ut potius multis communia corpora rebus / multa putes esse, ut verbis elementa videmus...*

Dalle analisi di Dionigi emerge una domanda, definita dallo studioso “parallela” al suo discorso, perché più epistemologica che filologica: qual è per Lucrezio l’elemento prioritario, l’*elementum*-lettera o l’*elementum*-atomo? Qual è il codice-modello, che fornisce l’interpretazione della struttura della realtà, quello grammaticale o quello fisico?

Le testimonianze a sostegno della priorità del modello costituito dalla scrittura sono raccolte e commentate da Dionigi⁵⁵: tra queste spicca un confronto con la tradizione arabo-islamica, che ha sempre assegnato alla scrittura un forte rilievo estetico e simbolico, e che conosceva, attraverso la mediazione aristotelica, la dottrina atomistica⁵⁶.

Qualunque sia l’origine di questo modello conoscitivo, che spiega i meccanismi naturali in parallelo con quelli linguistici attraverso l’identità delle leggi che regolano la formazione del linguaggio e del cosmo, è importante sottolineare come questo isomorfismo si basi sul legame di rassomiglianza – o di equivalenza – che la cultura antica poneva tra parole e cose.

à P. Boyancé, Rome 1974, pp. 357-366 (ora in P. Grimal, *Rome. La littérature et l’histoire*, Rome 1986, I vol., pp. 203-211).

⁵⁵ Cfr. *Lucrezio, cit.*, pp. 35 ss. Ho rilevato, in un altro contesto, l’estensione del modello della scrittura che ha agito, fin dai tempi più antichi, come strumento di decodifica e di interpretazione sia all’interno delle discipline linguistiche, poi confluite nel campo delle scienze umane, sia nel settore delle scienze esatte. Alla base di questo modello troviamo una percezione della scrittura come una struttura lineare o una successione di parole e di lettere che permane dopo essere stata prodotta; e permane in condizioni tali che ogni suo elemento può essere riconsiderato ed eventualmente variato, consentendo il confronto tra la forma originaria e quella modificata. Questo modello fu applicato sia in ambito greco che latino a tutti i campi della riflessione antica: dalla fisica (cfr. Aristotele, *Physica* 226 a, 253 b e *De caelo* 310 a 23) alla grammatica (cfr. Scauro, *Grammatici Latini* VIII, 11, 1 ediz. a cura di H. Keil, Lipsiae 1880= rist. Hildesheim 1961), dalla metrica (cfr. Cesio Basso, *Grammatici Latini* VI, 270, 30, ediz. cit.), alla retorica (cfr. *Rhetorica ad Herennium* IV, 21, 29 e Quintiliano, *Institutio oratoria* I, 6, 32, a proposito della etimologia e I, 7, 2-10, a proposito dell’ortografia): cfr. R. Valenti, *L’informatica per la didattica del latino*. Lettere al futuro, Napoli 2000, pp. 18 ss.

⁵⁶ Cfr. C. Baffioni, *Atomisti greci in alcune fonti arabe del pensiero antico*, in AA. VV., *L’atomo fra scienza e letteratura*, Pubblicazioni dell’istituto di Filologia classica e medievale dell’Università di Genova n. 91, Genova 1985, pp. 107-139.

L'etimologia, praticata da Lucrezio all'interno del dettato poetico⁵⁷ e da Varrone attraverso una ricerca sistematica, è la diretta espressione del rapporto posto tra la realtà e il linguaggio: essa assume, non solo nel corso dell'antichità, ma per l'intero Medio Evo, il ruolo di una vera e propria "forma di pensiero"⁵⁸.

Nel suo compendio di tutto il sapere umano, l'enciclopedia intitolata *Etymologiarum sive Originum libri XX*, Isidoro di Siviglia, tra il VI e il VII secolo, adotta l'etimologia come un mezzo che conduce dal nome all'essenza, dai *verba* alle *res*. La fortuna dell'opera di Isidoro fu immensa: si contano un migliaio di codici di questo testo, definito dal Curtius "il libro fondamentale di tutto il Medio Evo", perché ha fissato validamente per otto secoli la somma del sapere, determinando la forma del pensiero medioevale, che si proponeva di giungere all'origine e alla *vis*, all'essenza, delle cose⁵⁹. L'opera isidoriana passa in rassegna tutta la conoscenza umana, trattando nel primo libro la grammatica, nel secondo la retorica e la dialettica, mentre il terzo libro è dedicato alle discipline del *Quadrivium*, cioè l'aritmetica, la geometria, la musica e l'astronomia. L'etimologia viene analizzata come una parte della grammatica, insieme a quelle osservazioni di carattere generale, relative all'origine del linguaggio, e alla sua qualità di segno motivato o arbitrario, che sono ereditate dal pensiero classico e che persistono per lunghi secoli nella riflessione filosofica e linguistica. Cfr. I, 29, 1-3: *Etymologia est origo vocabulorum, cum vis verbi vel nominis per interpretationem colligitur... Nam dum videaris unde ortum est nomen, citius vim eius intellegis. Omnis enim rei inspectio etymologia cognita planior est. Non autem omnia nomina a veteribus*

⁵⁷ Cfr. I. Dionigi, *Lucrezio...*, cit., pp. 65-70. Analizzando i riflessi che questa visione della struttura del cosmo e del linguaggio ha sulla poetica lucreziana lo studioso osserva: "Più che quella degli altri poeti latini la parola del naturalista Lucrezio non narra, non interiorizza, non allude, ma si pone, o piuttosto s'impone immediatamente come gli oggetti. Una parola solida come gli atomi, univoca come le cose" (*ibid.* pag. 108).

⁵⁸ Cfr. E. R. Curtius, *Letteratura europea e Medio Evo latino*, ediz. ital. a cura di R. Antonelli, Firenze 1992, cap. XIV: *L'etimologia come forma di pensiero*, pp. 553-559.

⁵⁹ Una recente edizione dell'opera di Isidoro, con traduzione in italiano, è stata curata da A. Valastro Canale, coll. "Utet", Torino 2004. Per un'analisi dell'opera nel contesto del pensiero linguistico medioevale cfr. E. Vineis, *La linguistica medioevale*, in *Storia della linguistica*, cit., vol. II, pp. 37 ss.

secundum naturam inposita sunt, sed quaedam et secundum placitum, sicut et nos servis et possessionibus interdum secundum quod placet nostrae voluntatis nomina damus. Hinc est quod omnium nominum etymologiae non reperiuntur, quia quaedam non secundum qualitatem, qua genita sunt, sed iuxta arbitrium humanae voluntatis vocabula acceperunt. “L’etimologia è l’origine dei vocaboli, poiché la forza della parola o del nome si concentra nell’interpretazione... Quando infatti si individua l’origine di un nome, sarà più immediata la comprensione del suo valore. Infatti l’osservazione di ogni cosa è più facile una volta conosciutane l’etimologia. Peraltro non tutti i nomi sono stati imposti dagli antichi secondo natura, ma alcuni anche in maniera arbitraria, così come noi talvolta diamo ai servi e ai possedimenti i nomi secondo quanto piace alla nostra volontà. Questo è il motivo per il quale non di tutti i nomi si trovano le etimologie, perché alcune cose hanno ricevuto un nome non secondo la qualità, con la quale furono generate, ma secondo l’arbitrio della volontà umana”.

Isidoro adotta una concezione del linguaggio che risente dell’influenza delle riflessioni platoniche, stoiche e aristoteliche presenti nella tradizione latina da Varrone ad Agostino, da Gerolamo a Cassiodoro e a Gregorio Magno. La grammatica è posta alla base di tutta la successiva acquisizione del sapere; essa utilizza quattro procedimenti: la differenza, l’etimologia, l’analogia e la glossa. La differenza è intesa a individuare il significato di una parola distinguendolo da quella di un’altra parola di segno opposto (come il vocabolo “tiranno”, definito per differenza rispetto a “re”); l’etimologia permette di giungere al senso profondo della parola e all’essenza delle cose significate (cfr. I, 28, 31: *Nisi...nomen scieris, cognitio rerum perit*, “se non conosci il nome, svanisce la conoscenza delle cose”); l’analogia, sviluppando un processo che va dal noto all’ignoto, elabora sul filo delle somiglianze una sintesi strutturata delle conoscenze; infine la glossa utilizza una conoscenza già acquisita, spiegando un termine difficile con un suo sinonimo⁶⁰.

Nella prospettiva di Isidoro ci sono dunque una totale omologia e un pieno isomorfismo tra linguaggio e realtà. Gli studiosi hanno sottolineato a questo proposito che si tratta di una concezione del rap-

⁶⁰ Cfr. E. Vineis, *La linguistica medioevale, cit.*, pag. 102.

porto tra linguaggio e realtà di tipo platonizzante, nel quale tuttavia, ancora una volta, il mondo delle forme è assente, e il loro ruolo è giocato dal lessico e dal vocabolario⁶¹: si afferma così un “platonismo ignorante di Platone”, che sarà poi corretto nel XII secolo da Teodorico di Chartres: questi riconosce infatti la presenza della ‘forma’, accanto al nome e alla cosa. Teodorico ritiene che i nomi siano uniti alle cose, e non solo ne esprimano, ma ne fondino l’essenza: *Nomina quippe essentiant res*⁶². Nome e cose infatti sono eternamente uniti nella mente divina: il nome e la forma sono fondatori dell’essenza delle cose, di modo che un certo nome conviene a una cosa che ha una certa forma, e viceversa una cosa è tale perché ha un certo nome⁶³.

Collegato all’etimologia, l’altro filo che guida la discussione sul rapporto tra cose e parole è costituito dall’onomatopea: il nome, nel suo

⁶¹ Cfr. J. Jolivet, *Quelques cas de “platonisme” grammatical du VII au XII siècle*, in *Mélanges R. Crozet*, Poitiers 1966, vol. I, pp. 94-98.

⁶² Cfr. *Lectiones* II, par. 52, 172.

⁶³ La riflessione linguistica che si sviluppa tra il secolo XI e l’inizio del XII si svolge in un contesto culturale caratterizzato dalla ampia utilizzazione delle *Categorie* e del *De interpretatione* di Aristotele, dei commenti di Boezio dedicati a queste opere, e da una forte revisione del sistema delle scienze e dello statuto delle varie discipline, promossa dalla lettura di altre opere aristoteliche (gli *Analitici posteriori*, il *De anima*, la *Fisica* e la *Metafisica*) e di dottrine arabe (di Alfarabi, Avicenna, Averroè). I teorici del linguaggio che elaborarono una nuova concezione della grammatica furono detti “modisti”, sulla base della locuzione *modi significandi* da essi usata per designare una delle categorie grammaticali: *modi essendi*, *modi intelligendi* e *modi significandi* sono le procedure, tra loro correlate, attraverso le quali l’intelletto percepisce le cose e le loro proprietà, costruendo su questa base il linguaggio. I modi di significare sono ricavati dalle proprietà delle cose, ma l’intelletto umano può creare vocaboli ai quali non corrispondono oggetti reali (come, ad esempio, la parola “chimera”), può attribuire le qualità dello stare e del permanere a realtà che non stanno e non permangono (come nel caso delle parole “moto” e “tempo”, che sono sostantivi e come tali hanno i modi di significare del nome, ma significano “cose” o “accidenti” ai quali pertiene la modalità del divenire e della successione, piuttosto che quella della permanenza). L’aristotelismo che permea le teorie dei modisti li colloca tra i sostenitori del realismo moderato, per il quale l’intelletto umano può conoscere le cose, e significarle secondo la maniera in cui può conoscerle. Ma l’insegnamento aristotelico viene anche messo in discussione e rifiutato: il Vineis cita a questo proposito Sigieri di Brabante e Radulphus Brito, i quali sostengono che le parole significano le cose, e non i concetti delle cose: *in nominibus prime impositionis voces significant res et non conceptus rerum* (cfr. *La linguistica medioevale*, cit., pag. 131: la frase latina, di Radulphus Brito, ricorre nella *Quaestio* III delle *Questioni* sul *De interpretatione*).

aspetto fonico, sarebbe sempre una imitazione della cosa, che con la sua essenza e le sue qualità condiziona la forma fonica in modo da renderla specchio della realtà. Lungo questa linea si pone un celeberrimo passo della *Vita nuova* (XIII, 4): considerando l'aspetto fonico del nome del dio Amore, Dante ne mette in risalto l'espressività e richiama una nozione di carattere giuridico, contenuta in una glossa al *Corpus iuris civilis*, e sintetizzata nella formula latina: *nomina sunt consequentia rerum*⁶⁴. Qualità e caratteri delle cose possono essere inferiti giudicando dal suono dei loro nomi: si delinea in questi termini una concezione dell'esperienza poetica, nell'ambito della quale la cosa si riflette 'sensualmente' sul nome, in modo parallelo al riflettersi delle cose sull'animo, sulla base di un principio di armonia, che, come osserva W. Belardi⁶⁵, «accoglie in sé e trascende i due opposti principi della θεσις e della φύσις».

La forma poetica è dunque vista come una "lingua" trasparente, nella quale il significato potesse essere "letto" nel significante e, viceversa, il significante fosse "dettato" dal significato stesso. Questo equilibrio tra contenuto semantico e contenuto espressivo della forma poetica resterà intatto per secoli, mutando solo nelle poetiche moderne, a partire dal Romanticismo.

Lungo il filo della relazione tra linguaggio e conoscenza, in un contesto più nettamente scientifico e filosofico, il rapporto biunivoco tra parole e cose viene considerato come un dato problematico e sfuggente: l'esigenza di elaborare complesse classificazioni della natura, e quindi di ordinare in una tassonomia chiara l'intera realtà, determina così, nel corso del Seicento, lo sviluppo di numerosissimi tentativi di costruire lingue artificiali, vere e proprie nomenclature. Questa linea di pensiero è introdotta dalle posizioni di Cartesio⁶⁶ e di Comenio⁶⁷, impegnato a trovare

⁶⁴ Cfr. W. Belardi, *La dottrina stoica dell'onomatopea in Dante*, in *Filosofia, grammatica e retorica ...*, cit., pp. 261-274.

⁶⁵ *Ibid.*, pag. 274.

⁶⁶ Cfr. R. Simone, *Seicento e Settecento*, in *Storia della linguistica*, cit., pp. 340 s.; U. Eco, *La ricerca della lingua perfetta*, cit., pp. 233-235; P. Rossi, *La nascita della scienza moderna...*, cit., pp. 149-163.

⁶⁷ Cfr. R. Simone, *Seicento e Settecento*, in *Storia della linguistica*, cit., pp. 338-340; U. Eco, *La ricerca della lingua perfetta*, cit., pp. 230-232; cfr. inoltre F. Sivo, *Comenio e i classici: cose, pensieri e parole*, in *Parola alla magia. Dalle forme alle metamorfosi*, a cura di G. Cipriani,

un metodo per insegnare nello stesso momento le “cose” e le “parole”. Si rilevano comunque tra i due pensatori forti differenze di fondo: la riflessione di Cartesio aveva un carattere razionalistico e logico, mentre quella di Comenio, di impostazione didattica, era mistica e palinogenetica. Attorno a questo indirizzo di riflessione si raccolgono comunque moltissimi sperimentatori e teorici, che testimoniano il forte interesse che questa epoca nutrì nei confronti della problematica del linguaggio, un interesse impregnato anche del sogno condiviso di una comunicazione universale, a dispetto delle fratture e delle lotte che in quel periodo attraversavano la storia europea⁶⁸.

In questo contesto l'uso del latino da parte dei filosofi e degli scienziati, tesi a costruire nuovi modelli di comunicazione, assume valenze significative, in particolare per quanto riguarda il rapporto tra latino e lingue nazionali. Analizzando il contesto latino della “modernità”, Françoise Waquet osserva: « Abituati a leggere, a scrivere, a parlare in latino e, ciò che più conta, nell'ambito specifico delle loro ricerche, dotti

Bari 2004, pp. 345-384: analizzando il rapporto tra Comenio e le fonti antiche da lui utilizzate, S. mette opportunamente in evidenza l'influsso di Agostino: nel *De magistro* questi osserva che le parole sono segni delle cose, e le cose, sul piano linguistico, rappresentano la funzione della parola, cioè il significato nascosto nel suono.

⁶⁸ Ce ne offre una documentazione interessante anche J. Swift, che nei suoi *Viaggi di Gulliver* (1726) descrive la grande Accademia di Lagado (III 5), i cui saggi si dedicano, tra l'altro, a un progetto per abolire completamente le parole: “Si proponeva dunque questo espediente per cui, se le parole altro non sono che nomi per le cose, sarebbe stato molto più conveniente che gli uomini si fossero portati appresso le cose di cui intendevano parlare per qualsiasi faccenda [...]. Molti tra i più dotti e saggi hanno adottato il nuovo sistema di esprimersi attraverso le cose, il cui solo inconveniente è che, se si debbono trattare affari complessi e di genere diverso, si è costretti a portare sulla schiena un gran carico di oggetti, a meno che non si possa disporre di due gagliardi servitori [...]. Mi è capitato spesso di vedere un paio di questi sapienti sopraffatti da enormi fagotti, simili in tutto ai nostri venditori ambulanti, i quali incontrandosi depongono il loro fardello, aprono i sacchi e intrattengono conversazioni di un'ora; poi rinfilano dentro i loro strumenti, si aiutano a vicenda a ricaricarsi sulle spalle i fardelli e si salutano [...]. Altro grande vantaggio dell'invenzione è che può servire come linguaggio universale che può essere compreso in tutte le nazioni civili [...]. In tal modo gli ambasciatori potrebbero trattare con principi o ministri stranieri senza conoscerne la lingua” (trad. di A. Brillì, Milano 2003). Questo straordinario scrittore, divenuto suo malgrado un autore caro alla letteratura per l'infanzia (a dispetto della sua avversione verso i bambini e il loro mondo), sottopone più volte alla sua analisi satirica il tema della lingua, indagando e denunciando il rapporto fallimentare delle cose con le parole.

e uomini di scienza non provarono il bisogno di utilizzare la lingua nazionale per le loro pubblicazioni scientifiche con la forza che oggi si sarebbe portati a pensare. Anche quando si distaccarono dai testi classici, anche quando le lezioni del commento cedettero il passo agli insegnamenti dell'esperienza, il peso delle abitudini acquisite, il ricorso a un lessico specialistico, la considerazione delle esigenze del pubblico spiegano perché le lingue nazionali non si siano imposte d'un tratto nel mondo dei dotti⁶⁹. Per queste ragioni, le prime grandi opere nelle lingue moderne che inaugurano la "nuova scienza", il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* di Galilei e il *Discours de la méthode* di Cartesio, non segnarono la crisi del latino come lingua della comunicazione scientifica: proprio questi due autori pubblicarono infatti in latino altri loro scritti – nel caso di Cartesio, addirittura i più importanti. Anche nella generazione seguente, nell'Italia della seconda metà del XVII secolo, i discepoli di Galilei adottarono l'italiano o il latino a seconda del carattere dell'opera e del tipo di pubblico cui intendevano rivolgersi: così Torricelli scrisse in latino il *De motu proietorum*, e in italiano le *Lezioni accademiche*; Borelli utilizzò il latino per le opere matematiche e astronomiche, e l'italiano per il *Progetto per la bonifica della laguna di Venezia*, indirizzato a un pubblico più ampio.

Galilei, che scelse l'italiano per i capolavori della maturità, rivolgendosi a un pubblico che non coincideva con l'accademia dei filosofi di professione, né con i puri teorici, ma si identificava con gli uomini di lettere (i soli in grado, nel progetto galileiano, di diffondere nel sentire comune la nuova visione della scienza), esprime nel latino internazionale il nuovo sapere.

Si legga questo passo, tratto dal *Sidereus Nuncius*, pubblicato nel 1610:

«Mensibus abhinc decem fere, rumor ad aures nostras increpuit, fuisse a quodam Belga Perspicillum elaboratum, cuius beneficio obiecta visibilia, licet ab oculo inspicientis longe dissita, veluti propinqua distincte cernebantur; ac huius profecto admirabilis effectus nonnullæ experientiæ circumferebantur, quibus fidem alii præbebant, negabant alii. Idem paucos post dies mihi per

⁶⁹ Cfr. F. Waquet, *Latino. L'impero di un segno*, trad. ital., Milano 2004, pag. 131.

litteras a nobili Gallo Iacobo Badovere ex Lutetia confirmatum est; quod tandem in causa fuit, ut ad rationes inquirendas, necnon media excogitanda, per quæ ad consimilis Organi inventionem devenirem, me totum converterem; quam paulo post, doctrinæ de refractionibus innixus, assequutus sum: ac tubum primo plumbeum mihi paravi, in cuius extremitatibus vitrea duo Perspicilla, ambo ex altera parte plana, ex altera vero unum spherice convexum, alterum vero cavum aptavi; oculum deinde ad cavum admovens obiecta satis magna et propinqua intuitus sum; triplo enim viciniora, nonnullo vero maiora apparebant, quam dum sola naturali acie spectarentur. Alium postmodum exactiorem mihi elaboravi, qui obiecta plusquam sexagesies maiora representabat. Tandem, labori nullo nullisque sumptibus parcens, eo a me deventum est, ut Organum mihi construxerim adeo excellens, ut res per ipsum visæ millies fere maiores appareant, ac plusquam in terdecupla ratione viciniores, quam si naturali tantum facultate spectentur. Huius Instrumenti quot quantaque sint commoda, tam in re terrestri quam in maritima, omnino supervacaneum foret enumerare. Sed, missis terrenis, ad Cælestium speculationes me contuli; ac Lunam prius tam ex propinquo sum intuitus, ac si vix per duas Telluris diametros abesses⁷⁰.

«Circa dieci mesi fa giunse alle nostre orecchie che un certo belga⁷¹ aveva fabbricato un occhiale, grazie al quale gli oggetti visibili, anche se molto distanti dall'occhio dell'osservatore, si vedevano distintamente come se fossero vicini; e di questo effetto davvero mirabile si raccontavano alcune esperienze, che alcuni credevano mentre altri negavano. La medesima notizia pochi giorni dopo mi fu confermata per lettera da un nobile francese, Jacopo Badovere, da Parigi⁷²; questo fatto fu infine il motivo che mi spinse a dedicarmi totalmente a ricercare i metodi ed escogitare i mezzi, attraverso i quali io potessi giungere all'invenzione di un simile strumento; invenzione che conseguii poco dopo, basandomi sulla dottrina delle rifrazioni. E innanzitutto mi procurai un tubo di piombo, alle cui estremità applicai due lenti, ambedue piane da un lato, e dall'altro

⁷⁰ G. Galilei, *Sidereus nuncius*, Venetiis, apud Baglionum 1610.

⁷¹ Si tratta di Jansenn Zacharias di Middelburg, che costruiva cannocchiali già nel 1604, o Hans Lippershey, la cui fama giunse a Venezia nel 1608.

⁷² Vissuto tra il 1570 e il 1620, fu discepolo di Galilei ed ebbe relazioni col Sarpi.

sferiche, una convessa e una concava; accostando poi l'occhio alla concava, riuscii a scorgere gli oggetti abbastanza grandi e vicini: apparivano infatti tre volte più vicini e quindi nove volte più grandi di quanto si vedessero con la sola vista ad occhio nudo. Dopo me ne preparai un altro più preciso, che presentava gli oggetti più di sessanta volte maggiori. Alla fine, non risparmiando fatica né spesa alcuna, sono giunto a tal punto da costruirmi uno strumento così eccellente che le cose viste per mezzo di esso appaiono quasi mille volte più grandi, e più di trenta volte più vicine che se si guardano con la sola vista naturale. Quanti e quali siano i vantaggi di questo strumento, sia per terra che per mare, sarebbe del tutto superfluo enumerare. Ma io lasciai le cose terrene e mi rivolsi all'osservazione delle celesti; e prima ammirai la Luna così da vicino come se fosse distante appena due diametri terrestri».

La storia del *Sidereus Nuncius* si intreccia con la storia dell'invenzione del cannocchiale e con quella delle prime scoperte celesti effettuate mediante il suo uso astronomico: dal punto di vista lessicale, ricorrono termini tecnici come *Organum*, «strumento», che in questo contesto indica il cannocchiale (a seconda dell'ambito specifico di utilizzo, la parola indica uno strumento agricolo in Columella, uno strumento militare, edile o chirurgico in Plinio, uno strumento musicale in Quintiliano), *tubus* (che ricorre anche in Vitruvio e Columella), e neologismi, come *perspicillum*, che forma a partire da *perspicio*, «guardare attraverso e con cura» (il sostantivo *specillum* ricorre in Cicerone con il significato di «specillo», strumento chirurgico, e in Agostino col valore di «specchietto»). Altro neologismo è *refractio*, dal verbo *frango* (in Celso troviamo *fractura*, come termine medico, e *fractio articularum* in Firmico Materno).

Un elemento di forte rilievo nel contesto del rapporto tra lingua e scienza⁷³ è offerto da una celeberrima frase del *Saggiatore* (cap. VI) di Ga-

⁷³ Cfr. B. Basile, *Galilei e la letteratura scientifica*, in *Storia della letteratura italiana*, a cura di E. Malato, vol.V, Salerno Editrice, Cittadella 1997, pp. 935 ss.: «Perfettamente in grado di calare nel latino internazionale della scienza anche un nuovo sapere – come dimostrano gli scritti compresi fra gli *Juvenilia* e gli ultimi teoremi dei Frammenti – Galileo scelse l'italiano, per i capolavori della maturità, allo scopo di permetterne la fruizione a un più vasto pubblico: gli «intendenti» – come scriveva – bisognosi di una lingua rigorosa e non astrusa, esatta e insieme elegante; un pubblico che non coincide, pur ponendosi al di là del laboratorio di ricerca, né con l'accademia dei filosofi di professione, né con i puri tecnici, ma piuttosto con gli uomini



lilei: « 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 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 »⁷⁴.

La matematica e la geometria sono dunque poste come linguaggi, anzi come la lingua in cui è scritto il libro dell'universo: l'affermazione di Galilei, destinata a una grandissima fortuna nella storia del pensiero occidentale, è in sintonia con il modello della lingua "perfetta", che, da Cartesio fino a Leibniz, è costituito appunto dalla matematica: le idee e i pensieri somigliano ai numeri, le combinazioni in cui idee e pensieri intervengono sono assimilate alle operazioni aritmetiche, e i ragionamenti ai calcoli, meccanici e rigorosi.

In questo quadro, appare orientata diversamente la posizione di I. Newton, che tenne i suoi corsi a Cambridge in latino, scrisse in questa lingua la maggior parte delle sue opere, annotando in latino i libri che

di lettere, gli unici capaci, in fondo, di far germogliare, nel progetto galileiano, il nuovo sapere nella coscienza di un'epoca. Ma nel progressivo abbandono del latino si cela anche una più sottile componente e il rigetto della lingua divenuta, nella prassi dell'aristotelismo cinquecentesco, relitto di formulari stantii, inservibili, nella loro cristallizzazione semantica, per ridefinizioni di concetti operativi. Meglio ricorrere, per la grammatica delle nuove scoperte, a uno strumento duttile come il volgare, che Galileo tecnicizza, sfruttandone appieno la natura composita, già da tempo aperta alle nuove suggestioni di una terminologia meccanica diffusa dalla trattatistica rinascimentale. Galileo non è il primo a scrivere di scienza in italiano: lo precedettero Leonardo da Vinci, Niccolò Tartaglia, Vannuccio Biringuccio, Agostino Ramelli, Vittorio Zonca. Ma è il primo a strutturare la sua lingua in un equilibrio stabile fra il polo letterario e quello empirico, fra l'istanza retorica – anche un fisico deve pur sempre persuadere – e la "geometrica strettezza" delle dimostrazioni. Da un punto di vista strettamente lessicale, Galileo "normalizza" il suo vocabolario, in modo che le "parole" – *flatus vocis* da connettere alle "cose" della scienza – escano dallo spazio dell'indistinto casuale per assumere la cogenza causale dei fenomeni descritti. Lo scienziato definisce senza accettare il fluido dei termini intercambiabili, ma creando un lessico univoco per i fenomeni, trascritti secondo cadenze costanti: celebri le «imposizioni di nomi» di Galileo, che dà senso preciso – e sempre univoco – a «forza», «gravità», «impeto», «resistenza», «potenza», «riflessione», «rifrazione», «momento», «attrizione», «decremento», «peso morto», «moto naturalmente accelerato», «punto del contatto», «quanti».

⁷⁴ G. Galilei, *Il Saggiatore*, Giacomo Mascardi ed., Roma 1623.



leggeva⁷⁵. Sulle lezioni tenute a Cambridge nel periodo tra il 1673 e il 1683 è basato il testo della *Arithmetica Universalis sive de compositione et resolutione arithmetica liber*, pubblicato da W. Whiston nel 1707, di cui riporto un prospetto (pag. 77, *ed. cit.*):

Quemadmodum si quærantur tres numeri continue proportionales quorum summa sit 20, & quadratorum summa 140: positis x, y & z nominibus numerorum trium quæditorum, Quæstio è latinis literis in algebraicas vertetur ut sequitur.

Quæstio latine enunciata.	Eadem algebraicè.
Quærantur tres numeri his conditionibus	$x. y. z ?$
Ut sint continue proportionales,	$x. y :: y. z. \text{ five } xz = yy$
Ut omnium summa sit 20.	$x + y + z = 20.$
Et ut quadratorum summa sit 140.	$xx + yy + zz = 140.$

«Ad esempio, se si cercassero tre numeri in proporzione continua, la cui somma sia 20 e la somma dei quadrati 140, definiti x, y e z i tre numeri cercati, il problema sarà tradotto dalla forma latina in forma algebrica come segue:

Problema enunciato in latino	Medesimo problema in linguaggio algebrico
Si cercano tre numeri tali che	$xyx ?$
siano in proporzione continua	$xy :: yz \text{ cioè } xz = yy$
e la somma di tutti sia 20	$x + y + z = 20$
e la somma dei loro quadrati sia 140	$xx + yy + zz = 140$ ».

⁷⁵ Cfr. J. R. Harrison, *The Library of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 1977, pp. 15-21. Sulle modalità della comunicazione scientifica in Newton cfr. A. Brigaglia, *Metodi dimostrativi da Descartes a Newton*, in M. Galuzzi, G. Micheli e M.T. Monti (a cura di), *Le forme della comunicazione scientifica*, Milano 1998, pp. 243-258.

In questo passo Newton insegna a ricavare l'equazione connessa a un problema, con un approccio fortemente linguistico, nel senso che l'algebra è vista come un linguaggio in cui tradurre i vari problemi: sulla parte sinistra del foglio, è riportata la *Quaestio latine enunciata: Quaeruntur tres numeri his conditionibus ut sint continue proportionales, ut omnium summa sit 20, et ut quadratorum summa sit 140*. Sulla parte destra, la stessa *Quaestio* è riportata nel linguaggio algebrico: *Eadem algebraice*. Il passaggio dalla lingua 'ordinaria' a quella algebrica è considerato da Newton un problema linguistico, come denota l'espressione che introduce lo schema: *Quaestio e latinis literis in algebraicas vertetur ut sequitur*: è rilevante l'uso del verbo *vertere*, che indica appunto il lavoro di 'traduzione' da una lingua all'altra.

Altri esempi tratti dal libro si muovono lungo la stessa direzione: nello schema seguente (pp. 78- 79 *ed. cit.*), sulla sinistra viene formulato in latino un problema tratto dalla vita quotidiana: *Mercator habet nummos quosdam...* e sulla destra la sua impostazione in termini algebrici:

Aliud exemplum accipe. Mercator quidam nummos ejus triente quotannis adauger, demptis 100 ₰ quas annuatim impendit in familiam, & post tres annos fit duplo ditior. Quæruntur nummi.

Ad hoc autem refovendum sciendum est quod plures latent propositiones quæ omnes sic eruuntur & enunciantur.

Latine.	Algebraice.
Mercator habet nummos quosdam	$x.$
Ex quibus anno primo expendit 100 ₰.	$x - 100.$
Et reliquum adauget triente.	$x - 100 + \frac{x - 100}{3}$ sive $\frac{4x - 400}{3}$
Annoque secundo expendit 100 ₰.	$\frac{4x - 400}{3} - 100$ sive $\frac{4x - 700}{3}$
Et reliquum adauget triente.	$\frac{4x - 700}{3} + \frac{4x - 700}{9}$ sive $\frac{16x - 2800}{9}$
Et sic anno tertio expendit 100 ₰.	$\frac{16x - 2800}{9} - 100$ sive $\frac{16x - 3700}{9}$

$$\begin{array}{l}
 \text{Et reliquo trientem fi-} \\
 \text{militer lucratus est.} \\
 \\
 \text{Fitque duplo ditior} \\
 \text{quam sub initio.}
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 \frac{16x-3700}{9} + \frac{16x-3700}{27}, \text{ five} \\
 \frac{64x-14800}{27} \\
 \frac{64x-14800}{27} = 2x.
 \end{array}
 \right.$$

Quæstio itaque ad æquationem $\frac{64x-14800}{27}$
 $= 2x$ redigitur; cujus reductione eruendus est x .
 Nempe duc eam in 27 & fit $64x - 14800 = 54x$
 subduc $54x$ & restat $10x - 14800 = 0$, seu $10x$
 $= 14800$, & dividendo per 10 fit $x = 1480$. Quare
 1480 ₰ sunt nummi sub initio, ut & lucrum.

«Considera un altro esempio. Un commerciante aumenta le sue monete di un terzo ogni anno, togliendone 100 all'anno per le spese di casa, e dopo tre anni diventa più ricco del doppio. Si vuole sapere quante sono le monete. Per risolvere però questo problema bisogna conoscere l'incognita che è contenuta nella maggior parte delle proposizioni che sono chiarite ed enunciate come segue:

Problema enunciato in latino

Medesimo problema in linguaggio algebrico

Un commerciante ha un certo numero di monete x

delle quali il primo anno spende 100 $x - 100$

e aumenta il resto di un terzo $x - 100 + \frac{x - 100}{3}$ cioè $\frac{4x - 400}{3}$

e nel secondo anno ne spende 100 $\frac{4x - 400}{3} - 100$ cioè $\frac{4x - 700}{3}$

e aumenta il resto di un terzo $\frac{4x - 700}{3} + \frac{4x - 700}{9}$ cioè $\frac{16x - 2800}{9}$

e così nel terzo anno ne spende 100 $\frac{16x - 2800}{9} - 100$ cioè

$$\frac{16x - 3700}{9}$$

e similmente aumenta il resto di un terzo $\frac{16x - 3700}{9} + \frac{16x - 3700}{27}$ cioè

$$\frac{64x - 14800}{27}$$

e diviene ricco il doppio di quanto era all'inizio $\frac{64x - 14800}{27} = 2x$ ».

Il latino, dunque, è considerato da Newton nella sua dimensione pragmatica e comunicativa, e posto in una relazione di stretta equivalenza con l'algebra, vista a sua volta come un linguaggio: è sempre possibile passare dall'uno all'altra attraverso mere traduzioni, come evidenziano sia le parole che introducono i vari passaggi, sia la scelta grafica adottata che pone le due forme una accanto all'altra.

Diversa la posizione di Leibniz, che di tutti i problemi e i motivi della riflessione linguistica, non solo seicentesca, rappresenta uno straordinario momento di raccolta e di rielaborazione, occupandosi non solo di teoria generale del linguaggio, in particolare nelle sue relazioni con la conoscenza, ma anche di ricerca empirica nel campo della comparazione tra le lingue, e dell'indagine lessicale ed etimologica⁷⁶.

Fin dalla giovinezza il filosofo lavorò al progetto di una *characteristica universalis*, un idioma filosofico ed enciclopedico di tipo matematico, una lingua universale, talvolta costituita essenzialmente da combinazioni di numeri, altre volte unita a sistemi che la rendessero pronunciabile.

⁷⁶ Per una importante rassegna delle idee linguistiche di L. cfr. R. Simone, *Seicento e Settecento*, in *Storia della linguistica*, cit., pp. 350-356. Utile anche, in relazione al rapporto tra pensiero e linguaggio, il volume di F. Nef, che sottolinea opportunamente come sia molto difficile ricostruire la concezione leibniziana, proprio a causa della vastità di interessi e punti di vista adottati dal grande filosofo, che si muove da una ricerca sugli universali del linguaggio alla rivalutazione del cratilismo, dallo studio della etimologia filosofica alla possibilità di applicare le procedure del calcolo al linguaggio (cfr. *Leibniz et le langage*, cit., pp. 6-7). M. Dascal ritiene invece che proprio il linguaggio sia il filo conduttore che permette di orientarsi nel labirinto dell'opera leibniziana: cfr. *La sémiologie de Leibniz*, Paris 1978, p. 9.

La Caratteristica è un sistema di caratteri o di segni materiali utilizzati ai fini del calcolo. Leibniz parla di “Caratteristica reale” sottolineando il fatto che il suo sistema contiene dei caratteri che rappresentano direttamente le cose o le idee, ma non le parole: in questo ultimo caso, infatti, si sarebbe generata una pasigrafia, che, come denuncia il nome, è un tipo di rappresentazione grafica, basata sulla scrittura di concetti in luogo di fonemi o parole, tale da rendere un testo immediatamente intellegibile a tutti, indipendentemente dalla lingua di ognuno, come avviene per i numeri. La Caratteristica permetterebbe di effettuare ragionamenti e dimostrazioni mediante un calcolo analogo a quelli dell’aritmetica e dell’algebra, rappresentando in maniera diretta i nostri pensieri. Essa presuppone l’esistenza di una Enciclopedia, una struttura che collochi le conoscenze secondo un criterio di classificazione gerarchica, e intrattiene con il tema della lingua universale uno stretto, problematico rapporto. Come hanno rilevato gli studiosi⁷⁷, la lingua universale ha in Leibniz due significati, che corrispondono a due fasi diverse del suo pensiero: nella prima è considerata come un mezzo di comunicazione internazionale, nella seconda, che si sviluppa a partire dal 1650, è concepita come uno strumento filosofico. Nel testo intitolato *Historia et Commentatio Linguae Characteristicae Universalis*⁷⁸, Leibniz sostiene che la Caratteristica è contemporaneamente un’*ars inveniendi* e un’*ars iudicandi*, che permette di stabilire i gradi di verosimiglianza di una affermazione, allorquando non si posseggono *sufficientia data* per giungere a verità certe.

Ma l’idea di una lingua universale, nella quale il pensiero sarebbe stato espresso da un calcolo, viene progressivamente abbandonata dal filosofo, che gradualmente prende atto delle difficoltà connesse a questo progetto ed elabora l’idea di uno strumento intellettuale non destinato a trasformarsi in lingua, in ogni caso certamente non una lingua parlata: la Caratteristica viene infatti concepita come una scrittura universale. E tuttavia la tensione verso la messa a punto di una lingua filosofica spinge il filosofo a riflettere sui difetti delle lingue naturali e sulla necessità di una razionalizzazione della grammatica.

⁷⁷ Cfr. L. Couturat, *La logique de Leibniz d’après des documents inédits*, Paris 1901 (rist. Hildesheim 1961).

⁷⁸ In *Die Philosophische Schriften von G. W. Leibniz*, ed. C.I. Gerhardt, Berlin 1875-90, rist. anast. Hildesheim 1978, vol. VII, pp. 184 e ss.

Si inserisce in questa fase del pensiero di Leibniz l'interesse scientifico verso il latino, la cui grammatica risultava all'epoca la più studiata: il filosofo cerca quindi di definire, partendo dal latino, un modello di grammatica razionale o filosofica, che non si occupa di fissare gli usi o redigere le regole, ma cerca di fare emergere gli universali linguistici comuni a tutti gli idiomi⁷⁹.

Il saggio intitolato *De lingua philosophica*⁸⁰ analizza il lessico e le strutture sintattiche del latino, esaminando le parti del discorso, che Leibniz divide in parole (*voces*) e particelle (*particulae*): le prime si riferiscono alla "materia della frase", le seconde invece alla sua forma logica. Le parole comprendono anche i verbi, poiché questi possono essere definiti come nomi che includono la copula, alla quale è affidato il compito di esprimere la temporalità: *amo* risulta così equivalente a *sum amans*. Le parole possono ricorrere nel modo diretto o nel modo obliquo, che richiede sia il caso che la preposizione: in una lingua filosofica (o razionale), caso e preposizione si fondono insieme, attraverso un processo di semplificazione che è già in atto, secondo Leibniz, nelle lingue romanze, che vedono la progressiva scomparsa dei casi obliqui, tranne che per la desinenza del genitivo (l'espressione *gladius Evandri* corrisponde a "la spada di Evandro" e, in lingua tedesca, viene espressa da *Ewanders Schwert*.); in questi termini, sostiene Leibniz, la lingua filosofica sviluppa, portandola a compimento, una tendenza già in atto nelle lingue parlate.

Un aspetto che ulteriormente accomuna il verbo al nome è legato ai gradi di comparazione: come gli aggettivi esprimono gradi diversi di intensità, anche i verbi – con le forme incoative, o frequentative, ad es. – esprimono gradi diversi dell'idea di base. I termini astratti sono banditi dal sistema teorico leibniziano, dal momento che, mentre i vocaboli concreti sono veramente "cose", quelli astratti non sono cose, ma semplici relazioni tra le cose stesse: *nam concreta vere res sunt, abstracta non sunt res, sed rerum modi*.

⁷⁹ Per un'analisi del rapporto tra il progetto di grammatica razionale di Leibniz, il dibattito sulla grammatica universale aperto dai modisti, e la *Grammaire générale et raisonnée* di Port Royal, cfr. F. Nef, *Leibniz et le langage*, cit. pp. 70 ss.

⁸⁰ In *Sämtliche Schriften und Briefe*, sechste Reihe: *Philosophische Schriften*, vol. 6: *Nouveaux Essais*, herausgegeben von A. Robinet und H. Schepers, Berlin 1962, pp.881-908.

La parte più ampia del testo è dedicata alle preposizioni, che per Leibniz hanno tutte un'origine di tipo topologico, identificando la relazione con un luogo che può essere eventualmente espressa anche in senso metaforico: ad es., dire che "A è dentro B" significa sostenere che "il luogo di A è una parte del luogo di B", e "A è con B" equivale a dire che "A è nel medesimo luogo di B".

Il latino che il filosofo propone come lingua filosofica è dunque un latino "semplificato", con l'eliminazione di flessioni, generi e altri elementi che disturbavano la regolarità dell'insieme.

Le caratteristiche del latino leibniziano possono essere documentate, attraverso un'analisi, meramente esemplificativa, di alcuni passi del *Dynamica de Potentia*, un libro sulla meccanica, che è stato rimaneggiato molte volte e di cui manca una completa traduzione in italiano: è significativo il fatto che F. Nef osservi come la concezione leibniziana del linguaggio sia del tutto simile a quella della dinamica, nel senso che in entrambe le discipline Leibniz accetta gli elementi di modernità, ma cerca di conciliarli con la visione degli antichi⁸¹. Nel campo della linguistica, Leibniz è consapevole empiricamente delle connessioni che intercorrono tra le diverse lingue, ma, nel contempo, vuole conservare il nominalismo e la correttezza delle denominazioni al centro del *Cratilo* platonico; nel campo della dinamica, accetta la rottura galileiana e la tensione verso lo sperimentalismo, ma cerca di conservare le forme sostanziali del pensiero scientifico antico.

L'impianto espositivo del *Dynamica de potentia* è affidato a una serie di *propositiones*, gli enunciati, dai quali si sviluppa il procedimento dimostrativo, condotto secondo un criterio di tipo rigorosamente analitico-deduttivo. Il modello di scrittura scientifica adottato da Leibniz attribuisce una forte attenzione alle strutture formali – spesso di impianto sillogistico – e un deciso rilievo alla sintassi, come espressione del procedimento logico: ne emerge un "sistema" di definizioni astratte, sulla base delle quali vengono delineati modelli di interpretazione dei fenomeni fisici⁸².

⁸¹ Cfr. *Leibniz et le langage*, cit., pp. 7-8.

⁸² Cfr. F. Duchesneau, *Leibniz's Theoretical Shift in the Phoronomus and Dynamica de Potentia*, in "Perspective on Science", 1998, vol. VI, nn. 1-2, pp. 77-109.

Manca una distinzione fra evidenza sperimentale e deduzione teorica, come richiederebbe il metodo sperimentale. Si assume implicitamente che il ragionamento, condotto senza errori, conduca necessariamente alla verità.

Sono indizi significativi di questo approccio:

a) l'uso insistito del verbo *intelligere*, che fonda sul ragionamento (piuttosto che sui dati sperimentali) il valore delle affermazioni proposte;

cfr. *Propositio 5: Hinc intelligitur, Atomos Naturae legibus consentaneos non esse. Caeterum quando nos corpora rigida adhibemus, ea intelligimus, quae flexilia sunt quidem, sed summa promptitudine se restituunt. Principium autem generale, quod mutationes vel transitus non fiant per saltus sive temporis sive aliorum determinantium respectu, maximi in Mathesi et Natura momenti est. Usi jam eo sumus in prop. 38 cap. de causa et effectu, et alibi ope ejus methodum ostendimus a posteriori opiniones non bene concinnatas dignoscendi. Videantur Novellae literariae Batavae anni 1687 mense Julio.*

“Da qui si capisce che gli Atomi [indeformabili] non sono compatibili con le leggi della Natura. Del resto quando noi trattiamo i corpi [che ci appaiono] rigidi, li intendiamo che sono sì deformabili, ma ritornano con grande prontezza al loro stato indeformato. Del resto il principio generale, che i cambiamenti o i passaggi non avvengono per salti né rispetto al tempo né ad altre variabili, è della massima importanza in Matematica e nella Natura. Ce ne siamo già serviti nella prop. 38 del cap. su causa ed effetto, e altrove per suo mezzo abbiamo mostrato un metodo a posteriori per smentire le opinioni non ben fondate. Si vedano le *Novellae literariae Batavae* dell'anno 1687, mese di Luglio”.

b) la densa strutturazione del periodo, ricca di connettivi e subordinate, che alterna costantemente le “prove” meccaniche con ipotesi concettuali, spesso articolate in periodi ipotetici. Le proposizioni sono quasi sempre molto lunghe, “catene” argomentative, dense di subordinate, appesantite spesso da doppie negazioni:

cfr., ad es., la *Propositio 4: Si duo globi gemelli (hoc est aequales et per omnia similes) sibi occurrant in recta per amborum centra transeunte, et*

partes eorum post ictum quiescant ut ante; ambo regredientur ea qua venire velocitate et contraria directione in eadem recta.

Cum enim post concursum nec progredi possint (alioqui se penetrarent), nec flectere in latus, cum nulla sit ratio in quam potius partem flecti debeant, nec quiescere, alioqui effectus foret debilior causa, tanta quippe vi perdit, nisi scilicet eam transtulerint in partes, quod est contra hypothesin; regredi igitur debent, et ita quidem, ut in summa sit eadem vis quae ante. Sed cum nulla sit ratio cur unum plus virium altero accipiat, utrumque accipiet vim dimidiam. Et initio etiam unumquodque habebat dimidiam. Ergo eandem accipiet vim quam habebat ante. Sed idem corpus eandem accipiens vim quam habuit ante, etiam eandem accipit celeritatem. Igitur constat propositum. “Se due sfere gemelle (cioè uguali e senza differenze in alcuna cosa) si urtano lungo una retta passante per i centri di entrambe, e dopo l’urto le loro parti sono in quiete come erano prima, ambedue torneranno indietro sulla stessa retta con la stessa velocità con cui erano venute avanti e in direzione contraria. Poiché infatti dopo l’urto non possono procedere avanti (altrimenti si compenetrerebbero), né deviare, perché non c’è alcuna ragione per cui debbano essere deviate da una parte piuttosto che un’altra, né restare in quiete, altrimenti l’effetto sarebbe più debole della causa, in quanto si perderebbe tutta la loro forza, a meno che naturalmente non l’avessero trasferita alle loro parti, il che è contro l’ipotesi; devono quindi tornare indietro, e in modo che in totale vi sia la stessa forza di prima. Ma siccome non c’è alcuna ragione per cui una acquisti più forza dell’altra, ciascuna acquisterà la metà della forza. Ma anche all’inizio ciascuna delle due ne aveva la metà. Dunque acquisterà la stessa forza che aveva prima. Ma lo stesso corpo che acquista la stessa forza che aveva prima acquista anche la stessa velocità. Dunque la proposizione è dimostrata”.

c) il ricorrere del nesso *neesse est*, che rimanda a un contenuto logico di stampo argomentativo e sillogistico:

cfr. *Propositio 5: Nulla dantur corpora perfecte inflexibilia.*

Ponantur enim dari, itaque poterunt dari duo tales globi, iique concurrentes, ut in prop. praecedenti. Sed ita globus in loco A positus a conatu pergendi in directione, ut A_2A , transibit ad conatum contrarium A_3A , idque

momento, quod est absurdum. Omnis enim mutatio fit per intermedia. Itaque in tali concursu cedere in partibus suis seu flecti corpora necesse est, ut paulatim deveniant ad quietem, et deinde Elastro se restitente motum contrarium priori recipiunt per gradus. Idem sic quoque ostenditur, quod necesse est in corporibus concurrentibus aliquando mutari velocitates, idque fieret in momento concursus, si corpora essent perfecte rigida. Sed nulla potest esse in Natura mutatio momentanea assignabilis sive notabilis, et proinde ab uno velocitatis gradu ad alium nisi per intermedios transiri non potest.

“Non sono dati corpi perfettamente indeformabili.

Si supponga infatti che siano dati; pertanto si potranno dare due tali sfere, e farle urtare, come nella prop. precedente. Ma così la sfera posta nel punto ${}_2A$ passerà da una spinta elementare a procedere nella direzione ${}_1A_2A$ ad una spinta elementare contraria ${}_2A_3A$, e ciò istantaneamente, il che è assurdo. Infatti ogni cambiamento avviene per passi intermedi. Pertanto in tale urto è necessario che i corpi cedano nelle loro parti, cioè si deformino, in modo che a poco a poco pervengano alla quiete, e poi come la molla ritorna al suo stato indeformato, riacquistino per gradi un moto contrario a quello precedente. La stessa cosa si può dimostrare anche così, che è necessario che nei corpi che si urtano a un certo punto le velocità cambino, e ciò avverrebbe nell'istante dell'urto se i corpi fossero perfettamente rigidi. Ma in Natura non ci può essere alcun cambiamento istantaneo osservabile cioè misurabile, e perciò non si può passare da un grado di velocità ad un altro se non per gradi intermedi”.

Nella traduzione, ho cercato di restare aderente al testo rinunciando a una resa più elegante, per poter mettere in evidenza le caratteristiche del latino di Leibniz. Sul piano lessicale, le scelte dei termini-chiave sono state condotte lasciando alle parole la loro valenza generica, quando l'autore non ne specifica il significato tecnico⁸³.

In particolare:

- *vis* è stato reso con “forza”, poiché esso ricorre in senso generico, non con il valore di “grandezza fisica”. Spesso *vis* è specificato meglio con

⁸³ Tutte le scelte relative alla terminologia tecnica sono state concordate, spesso suggerite, da G. Avitabile, al quale esprimo il mio ringraziamento.

un aggettivo o un genitivo determinativo: cfr. *vis respectiva, vis progressiva, vis absoluta, vis directiva, vis ictus*;

- *potentia* è stato tradotto con potenza, perché indica l'energia, come risulta dalla sua definizione “prodotto del peso per l'altezza a cui può salire per effetto della sua velocità” e dal fatto che è proporzionale alla prima potenza del peso e alla seconda della velocità. Si è preferita in italiano la traduzione letterale “potenza”, anche per non entrare in conflitto con la definizione moderna $\frac{1}{2}mv^2$, che contiene la massa e non il peso e il fattore $\frac{1}{2}$. Comunque il termine non ha il significato di potenza in senso moderno (energia/tempo);
- *progressus* è stato tradotto come “quantità di moto”: cfr. prop. 12: *quantitas progressus seu factum ex celeritate progrediendi in totam corporis molem seu pondus*, “prodotto della velocità per la massa totale del corpo ossia il peso”. *Il progressus* è riconosciuto come grandezza vettoriale (*quantitas progressus in easdem partes in iisdem parallelis manebit idem*, “rimarrà costante la quantità di moto in direzione e verso”);
- *quantitas motus* è stato tradotto come “grandezza del movimento”, cioè una grandezza scalare: il prodotto del peso per il modulo della velocità: cfr. prop. 13 *Si corpora progressum ex consentiente mutant in contrarium vel contra, summa quantitatum motus in progressu consentiente aequabitur differentiae earundem in progressu contrario*, “Se i corpi mutano il moto da concordante a opposto o viceversa, la somma delle grandezze del movimento nel moto concordante sarà uguale alla differenza delle stesse nel moto opposto”;
- *respectivus* è stato reso con “relativo” e *progressivus* con “traslazionale”: cfr. prop. 11 *Potentia absoluta aggregati plurium corporum ... componitur ex vi eorum respectiva agendi in se invicem, et vi progressiva (agendi in tertium)*, “La potenza assoluta di un aggregato di più corpi è composta dalla loro forza relativa di azione l'uno sull'altro, e dalla forza traslazionale (di azione verso un terzo)”. I due aggettivi *progressiva* e

respectiva si riferiscono al moto globale (del baricentro) e ai moti relativi dei corpi in un sistema in cui il baricentro è immobile;

- *satis* è stato tradotto con “perfettamente”: cfr. prop. 8: *Duo corpora ... qua velocitate venere reflectuntur, si modo satis elastica sint*, “Due corpi ... rimbalzano con la stessa velocità con cui sono venuti incontro, purché siano perfettamente elastici”;
- *conatus* è stato tradotto come “spinta elementare”, cioè la spinta istantanea, in un modo che prefigura, per lo spostamento, il concetto del differenziale (mai formulato compiutamente in questo passo). Il *conatus* è sempre rettilineo, in opposizione al *motus*. La velocità dà luogo a una spinta (*impulsus*) se il corpo è libero di muoversi, ma solo a un *conatus* se il corpo è vincolato (per es. a ruotare intorno a un centro);
- *inassignabilis* è stato reso con “infinitesimo” e *incomparabiliter* con “infinitamente”. Questi aggettivi prefigurano l’idea del differenziale, dove i termini di ordine superiore sono trascurabili: cfr. prop. 18: *Hi autem conatus non impediuntur in ipsa conversione motus rectilinei in circulem nisi differentia incomparabiliter parva seu inassignabili*, “Nel moto circolare la spinta istantanea, rettilinea, è deviata istante per istante solo per un infinitesimo di ordine superiore”;
- *corpora* è stato tradotto talvolta con “corpi”, talvolta, quando il senso lo richiede, con pesi, poiché con *corpora* sono indicati spesso non solo i corpi implicati nell’urto, ma anche i loro pesi;
- *anima* è stato reso con “essere animato”: in opposizione a *corpus*, indica un oggetto che partecipa al moto, ma può esercitare azioni volontarie. Leibniz rimarca che queste azioni possono alterare lo stato dei corpi che si urtano, ma non il moto del baricentro del sistema.

All’inizio del XX secolo, la proposta leibniziana di un latino semplificato trovò una ripresa significativa nel *latino sine flexione* del matematico Giuseppe Peano, che mise a punto un linguaggio, basato sulla rigida sem-


plificazione della grammatica latina, l'abolizione dei generi e dei casi, la drastica riduzione di declinazioni e congiunzioni, l'identificazione di aggettivo e avverbio.

Al di là della ricerca di una lingua internazionale e artificiale, nel corso di tutto il XIX secolo, si privilegiarono, per la designazione e l'inaugurazione di nuovi domini, come elettromagnetismo e termodinamica, creazioni terminologiche dotte, mutate dal greco e dal latino, che rinviavano in maniera puntuale ai concetti e alle nozioni messe in campo.

La scoperta scientifica moderna, invece, introduce, per dare nomi nuovi a oggetti dei quali prima si ignorava l'esistenza, neologismi come big bang, quark, buchi neri, eliche del DNA, numeri abbondanti, primi gemelli ..., termini che rimandano a convenzioni e linguaggi tecnici propri, competenti a ristrettissime cerchie di esperti del settore.



Ma forse si possono cogliere, nel dibattito scientifico moderno, alcune indicazioni che ci permettono di considerare, ancora, come neologismi scientifici forme e parole latine. Mi riferisco a un importante scienziato, Antonio Damasio, neuroscienziato di fama mondiale, che, nato a Lisbona, oggi insegna a Los Angeles dove dirige anche il *Brain and Creativity Institute*. Lo scienziato, che deve la sua notorietà agli studi sulla fisiologia delle emozioni, sulla memoria e sull'Alzheimer, ha pubblicato recentemente un libro, intitolato *Il sé viene alla mente*, un saggio su come il cervello costruisce la mente cosciente⁸⁴. Secondo Damasio, la coscienza è l'ingrediente principale della mente, che altrimenti sarebbe soltanto cervello, capace di poche operazioni di base. La mente cosciente invece ha differenti livelli di "sé": il sé primordiale, il sé nucleare, il sé autobiografico. Noi condividiamo con diversi animali un tipo di coscienza molto semplice, che lo studioso identifica con il termine *sentience*, specificando che in inglese il vocabolo equivale a coscienza, ma che per lui indica la condizione dell'essere senziente, perché deriva dal latino *sentire*. Mi sembra importante questa scelta di un termine che rimanda espressamente al latino: lungo la stessa linea si colloca il vocabolo *animacy*, recentemente coniato, che indica la caratteristica di possedere movimento auto-indotto.

⁸⁴ A. Damasio, *Self comes to Mind*. Constructing the Conscious Brain, New York, Pantheon, trad.it. *Il sé viene alla mente*, Milano 2012.



Del resto, è noto che la lingua inglese, oggi linguaggio di comunicazione universale tra gli scienziati, ha una fortissima presenza di termini derivati dal latino, poiché si è venuta sviluppando mediante una progressiva latinizzazione sia diretta, attraverso l'assunzione di vocaboli del latino classico, medievale e moderno, sia indiretta, attraverso l'apporto di latinofrancesismi e, anche, di italianismi.

Forse, si tratta di un'altra 'svolta', che mette nuovamente in discussione l'antico, problematico rapporto tra la scienza e il linguaggio.



G.W. Leibniz
Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae
in *Die mathematische Schriften*,
ed. G.J. Gerhardt, Berlin-Halle, 1849-63,
(rist. anast. Hildesheim 1980), vol. II, pp. 488-507

Sectio tertia – De concursu corporum



Nota introduttiva

Nel saggio *De primae philosophiae emendatione et notione substantiae*, pubblicato nel 1694 negli *Acta Eruditorum*, Leibniz scrive di aver posto le basi di una nuova scienza che chiama *dynamica* o *dynamice*, centrata sulla nozione di “forza”. La parola “dinamica” ricorre per la prima volta in una lettera del 1689, scritta da Leibniz a Rudolf Christian von Bodenhausen¹; l’opera, che reca il titolo *Dynamica de potentia et legibus naturae corporeae*, fu iniziata nello stesso anno 1689, e più volte rimaneggiata: per quanto ho potuto verificare, non ne è mai stata curata una traduzione in nessuna lingua moderna.

La *Sectio III*, 1-18, di cui viene presentata la traduzione dal latino, tratta dell’urto, che per Leibniz è il fenomeno fondamentale di tutta la fisica, perché dagli urti si evince e si analizza la nozione di forza. La traduzione è stata condotta con criteri di aderenza al testo, cercando di garantire la comprensibilità, se non la correttezza sintattica, della frase: l’obiettivo è stato quello di riprodurre la terminologia di Leibniz, che non sempre è coerente, e di restituire, per quanto possibile, i concetti scientifici, che spesso rivelano, a detta degli studiosi, una sorprendente rispondenza con quelli moderni.

I ricercatori di area scientifica che hanno analizzato in questa prospettiva l’opera ne hanno infatti messo in rilievo la modernità.

G. Avitabile² ha riassunto in questi termini le concezioni corrette di fisica che si evincono dal testo di Leibniz: 1) il principio della impossibilità del moto perpetuo, che è assunto come postulato, e usato per di-

¹ Cfr. F. Duchesneau, *Leibniz’s Theoretical Shift in the Phoronomus and Dynamica de Potentia*, in “Perspective on Science”, 6, 1998, ff. 1-2, pp. 77-109. Cfr. anche, dello stesso autore, *La dynamique de Leibniz*, Paris 1994, che, oltre a presentare una attenta ricostruzione del pensiero leibniziano sulla dinamica, raccoglie e discute gli studi dedicati all’argomento, sia nella prospettiva filosofica, sia in quella più specificamente scientifica.

² La discussione relativa a questi punti è visibile all’indirizzo:
<http://www.dichi.unina.it/~avitabil/commento.htm>

mostrare altri effetti; 2) la separazione del moto traslazionale del baricentro dai moti in un sistema solidale col baricentro (cfr. prop. 12: “Nell’urto non cambia la forza progressiva, ossia la forza traslazionale, sommata sui diversi corpi ... e rimarrà uguale ... la velocità del centro di gravità dell’intero sistema”); 3) l’invarianza della meccanica interna a un sistema rispetto al moto uniforme dell’intero sistema, sulla base del principio della relatività galileiana (cfr. prop. 15: Su una nave che avanza in linea retta e non subisce scosse ... sperimenterai gli stessi fenomeni che sulla terra”; *ib.*: “Se uno è trascinato insieme a un corpo grande ... e non può prendere coscienza dall’esterno dello stato di moto o di quiete, non ha modo di conoscere se gli sia toccato un luogo in quiete o in moto”; 4) l’energia cinetica proporzionale alla *prima* potenza del peso e alla *seconda* potenza della velocità.

Altre affermazioni prefigurano il calcolo differenziale: 1) i corpi sono costituiti di particelle infinitesime (cfr. prop. 12: “sono costituiti di punti, ossia sono nient’altro che somme di punti, cioè di corpi abbastanza piccoli”); 2) le trasformazioni si ottengono per somma di infinitesimi (cfr. prop. 6: “ si può assumere che il corpo acquisti deformazioni sempre più piccole, finché la forza della spinta è completamente esaurita; cfr. anche prop. 5: “In Natura non ci può essere alcun cambiamento istantaneo osservabile cioè misurabile, e perciò non si può passare da un grado di velocità ad un altro se non per gradi intermedi”); 3) gli infinitesimi di ordine superiore sono trascurabili (cfr. prop. 18: “E queste spinte elementari non sono impedito nella conversione del moto rettilineo in uno circolare se non per una differenza infinitamente piccola ossia trascurabile”).

Ricorrono però anche conoscenze errate: 1) non esistono Atomi, in quanto, per Leibniz, la divisibilità illimitata della materia è necessaria per assicurare la continuità delle trasformazioni (cfr. prop. 5: “Da qui si capisce che gli Atomi non sono compatibili con le leggi della Natura”); 2) non è possibile alcuna rottura di simmetria, mentre oggi è noto, anche in base alla meccanica quantistica, che la simmetria è rispettata anche se solo le probabilità sono uguali nelle diverse direzioni (cfr. prop. 4: “dopo l’urto due sfere uguali non possono ... deviare, perché non c’è alcuna ragione per cui debbano essere deviate da una parte piuttosto che un’altra”);

3) la conservazione della quantità di moto è incompatibile con la conservazione dell'energia: sebbene Leibniz abbia in genere un'idea corretta della quantità di moto, incorre in un errore logico-matematico abbastanza grossolano nella dimostrazione riportata nella prop. 12, in cui pone un'ipotesi impossibile, supponendo che un corpo di massa maggiore possa arrestarsi per l'urto con uno più piccolo.

A. Drago ha esaminato, in un'ottica scientifico-filosofica, la teoria di Leibniz, che secondo lo studioso ha contrapposto una sua meccanica dell'urto a quella celeste di Newton; ma la sua meccanica, solo abbozzata, non ha portato a risultati teorici di grande importanza, se non successivamente alla sua morte, grazie agli sviluppi della ricerca di L. Carnot, che ha completato la teoria di Leibniz sull'urto, perché l'ha estesa a tutti i tipi di corpi, formulando un indice di elasticità, col quale schematizzare il comportamento di ogni corpo rispetto all'urto³.

Un saggio illuminante, anche in relazione agli studi classici, fu scritto da E. Schrödinger, il grande fisico insignito del premio Nobel nel 1933, che pubblicò nel 1954 presso la Cambridge University Press il testo di una serie di lezioni tenute qualche anno prima nell'ambito delle "Shearman Lectures", presso l'University College di Londra⁴: il corso, il cui titolo era "La Natura e i Greci", era inteso a delineare i tratti fondamentali della moderna immagine scientifica del mondo, mostrando che questi tratti sono il prodotto di una storia, e non di una necessità logica, e che essi rimontano al periodo più antico del pensiero occidentale, quando il cammino della filosofia e della scienza era ancora unitario. Alla fine del IV capitolo, intitolato *Les lumières d'Ionie* (pp. 53-65), e ricco di osservazioni preziose sulla filosofia ionica e la sua eredità nel pensiero scientifico moderno, Schrödinger dimostra come Leibniz abbia attraversato, nei suoi studi sulla dinamica, due fasi. La prima, che si colloca intorno al 1670, mette in gioco un "principio spirituale", o "spirito di Dio",

³ Cfr. A. Drago, *La riforma della dinamica di G.W. Leibniz*, Benevento 2003. Nel volume, al quale ha collaborato F. Piro, sono raccolte e tradotte le quattro opere brevi sulla dinamica scritte da Leibniz dopo il 1686: la *Brevis Demonstratio*, l'*Essay de Dynamique*, lo *Specimen Dynamicum* e l'*Essay des lois de Dynamique*.

⁴ Il libro è stato tradotto in francese col titolo *La nature et les Grecs* e pubblicato nel 2014 a Parigi, dalle Edizioni Les Belles Lettres, nella collana "L'ane d'or", a cura di M. Bitbol, direttore di ricerca del CNRS: cito da questa edizione francese.

che determina la conservazione del moto nell'universo: mantenendo una dicotomia tra entità dotate di ragione e di capacità autonoma di movimento, ed entità che subiscono un movimento indotto dall'esterno, Leibniz crea una fusione (o una confusione) tra fisica e metafisica. Successivamente, a partire dal 1676, Leibniz elabora una concezione della dinamica, che non richiede più alcun intervento diretto dello Spirito nello svolgersi dei fenomeni che descrive: attraverso tre concetti fondanti (il *conatus* come "accelerazione", l'*impetus* come "quantità di moto vettoriale", e la *vis viva*, come "energia") Leibniz può elaborare le leggi dell'urto dei corpi senza ipotizzare interventi esteriori. Nel contempo, non scompare, secondo Schrödinger, l'istanza metafisica, perché Leibniz trasfigura la nozione antropomorfa di "anima" (che costituiva il centro della riflessione di Talete) in un concetto fisico (la *vis viva*), che però può essere misurato e 'compreso', nel senso pregnante che il grande filosofo dava a questa espressione⁵.

Dal mio punto di vista, necessariamente limitato, spero che la traduzione in italiano possa riuscire utile a quanti stanno studiando la dinamica di Leibniz, nel quadro di una condivisione, su specifici obiettivi, tra scienza e *humanities*, al di là di ogni anacronistica divisione tra le aree della conoscenza.

⁵ Cfr. *La nature et le Grecs*, pag. 186.

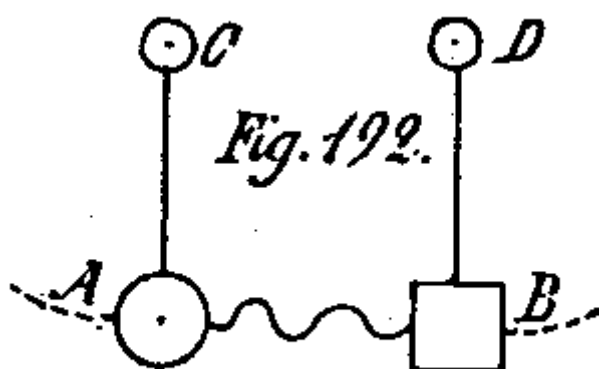
Propositio 1.

Si corpora quotquaque concurrant quomodocunque, aequalis sempre manet potentia absoluta hoc est, summa factorum ex ponderibus seu materiae quantitibus cujusque corporis in altitudines ductis, ad quas vi suarum celeritatum ascendere possunt, seu factum ex pondere sive quantitate materiae omnium simul sumtorum ducta in altitudinem centri gravitatis communis, ad quam id vi celeritatum praesentium in corporibus existentium ascendere posset.

De summa factorum ex pondere seu mole in altitudines jam constat ex demonstratis capite de Causa et Effectu. Nam per prop. 7 dicti cap. eadem manet potentia in corporibus, quae sola invicem agunt. Potentiae autem sunt in ratione composita ex simplice ponderum et duplicata velocitatum, seu ex composita ponderum et dictarum altitudinum (per prop. 15 ibid.). Porro eadem est quantitas summae ex ascensibus in corpora singula ductis, et facti ex ascensu centri gravitatis in summam corporum per prop. 14 cap. 2 Sect. 1 Part. II, quia altitudines intelliguntur perpendiculares adeoque inter se parallelae. Abstrahitur autem animus ab eo, quod fieret si durante concursu accederet actio gravitatis vel alia, quaecunque praeter jam conceptam a corporibus seu praeter eam quam habent in ipso concursu.

Propositio 2.

Si Elastrum, quatenus se restituit, in duo corpora agat, imprimet illis conatus corporibus reciproce proportionales.



Sint (fig. 192) duo corpora A et B connexa per Elastrum, quod se restituens in ipsa agat; veluti si sit compressum ea a se invicem repellendo, vel si sit distensum ea ad se invicem attrahendo; ajo celeritates quas accipiunt corpora, esse corporibus reciproce proportionales. Ponantur enim corpora esse pondera eo ipso dum ab Elastro moventur elevanda, ut si ponantur esse horizonte et suspensa a funibus perpendicularibus aequalibus ex C et D; manifestum est magis resistere, quod magis quam reciproca ad pondus ratione elevatur. Itaque conatus quos a corporibus accipiunt, corporibus reciprocos esse necesse est (per prop. 16 cap. de causa et effectu). Cumque id continuata restitutione semper contingat, etiam impetus vivi ex conatibus repetitis semper proportionalibus conflati seu impressae tandem celeritates erunt corporibus reciproce proportionales prorsus ut prop. 41 cap. de causa et effectu Sect. 4.

Propositio 3.

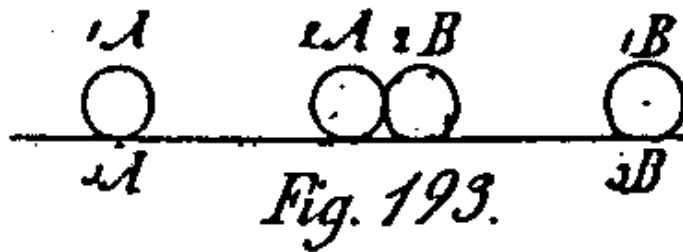
Iisdem positis, etiamsi plura duobus sint corpora, succedet quod propositione praecedenti diximus, aggregatum ex quibusdam simul sumtis pro uno corpore sumendo, et elevationem centri componentium pro elevatione ipsius aggregati. Itaque generaliter centrum gravitatis unius vel aggregati plurium accipiet celeritatem, quae sit ad celeritatem quam accipit centrum gravitatis reliquorum, reciproce ut pondera corporum quorum ea sunt centra gravitatis.

Ostenditur ut praecedens. Si corpora ex filis perpendicularibus suspensa intelligantur, distribuendo enim omnia corpora in duo aggregata et unumquodque aggregatum concipiendo ut unum corpus habens centrum gravitatis (veluti si per lineas rigidas connecti intelligantur), fieri non potest, ut centra magis quam reciproce pro ponderibus eleventur, cum illud pondus quod plus elevari debet, magis resistat; pondera autem velut in centra gravitatis redacta intelligi possint eadem potentia manente (per prop.3 cap.1 Sect. 1 Part. II).

Plura corpora simul ab uno eodemque Elastro se restituente impelluntur, si aër compressus plura ostia a corporibus totidem obstructa inveniens corpora simul omnia propellat. Idemque continget in tormenti repulsa, dum emittitur globus. Et vis haec est alternativa, ita ut si unum non possit cedere, reliqua recipiant vim totam.

Propositio 4.

Si duo globi gemelli (hoc est aequales et per omnia similes) sibi occurrant in recta per amborum centra transeunte, et partes eorum post ictum quiescant ut ante; ambo regredientur ea qua venere velocitate et contraria directione in eadem recta (fig. 193).



Cum enim post concursum nec progredi possint (alioqui se penetrarent), nec flectere in latus, cum nulla sit ratio in quam potius partem flecti debeant, nec quiescere, alioqui effectus foret debilior causa, tanta quippe vi perdita, nisi scilicet eam transtulerint in partes, quod est contra hypothesin; regredi igitur debent, et ita quidem, ut in summa sit eadem vis quae ante. Sed cum nulla sit ratio cur unum plus virium altero accipiat, utrumque accipiet vim dimidiam. Et initio etiam unumquodque habebat dimidiam. Ergo eandem accipiet vim quam habebat ante. Sed idem corpus eandem accipiens vim quam habuit ante, etiam eandem accipiet celeritatem. Igitur constat propositum.



Propositio 5.

Nulla dantur corpora perfecte inflexibilia.

Ponantur enim dari, itaque poterunt dari duo tales globi, iique concurrentes, ut in prop. praecedenti. Sed ita (fig. 193) globus in loco ${}_2A$ positus a conatu pergendi in directione, ut ${}_1A_2A$, transibit ad conatum contrarium ${}_2A_3A$, idque momento, quod est absurdum. Omnis enim mutatio fit per intermedia. Itaque in tali concursu cedere in partibus suis seu flecti corpora necesse est, ut paulatim deveniant ad quietem, et deinde Elastro se restituente motum contrarium priori recipiunt per gradus. Idem sic quoque ostenditur, quod necesse est in corporibus concurrentibus aliquando mutari velocitates, idque fieret in momento concursus, si corpora essent perfecte rigida. Sed nulla potest esse in Natura mutatio momentanea assignabilis sive notabilis, et proinde ab uno velocitatis gradu ad alium nisi per intermedios transiri non potest.

Hinc intelligitur, Atomos Naturae legibus consentaneos non esse. Caeterum quando nos corpora rigida adhibemus, ea intelligimus, quae flexilia sunt quidem, sed summa promptitudine se restituunt. Principium autem generale, quod mutationes vel transitus non fiant per saltus sive temporis sive aliorum determinantium respectu, maximi in Mathesi et Natura momenti est. Usi jam eo sumus in prop. 38 cap. de causa et effectu, et alibi ope ejus methodum ostendimus a posteriori opinionones non bene concinnatas dignoscendi. Videantur Novellae literariae Batavae anni 1687 mense Julio.



Propositio 6.

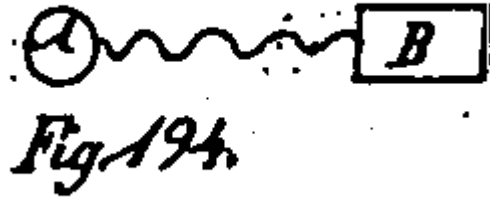
Corpora non agunt immediate in se invicem motibus suis, nec immediate moventur, nisi per sua Elastra.

Cum omnia corpora sint flexilia (per praecedentem) et facilius sit corpus utcunque firmum flectere nonnihil, quam ei impetum dare vel adimere (per prop. 30 cap. de causa et effectum) itaque corpus flectetur prius nonnihil, quam ullum determinatum velocitatis gradum vel impetum accipere possit ab alio, vel ejus actione amittere. Cumque eadem ratio semper subsistat, et flexu licet facto rursus novus flexus facilius sit quam impulsus, quo semper determinatae est velocitatis, ejus scilicet minimum quae est impellentis; unde semper assumi potest flexus minor, donec plane vis impellendi consumatur. Nunquam igitur corpus, nisi flectetur ab alio, impelletur autem non nisi ab Elastis suis restituente, quod statim incipit agere ad corpora invicem dimovenda.

Quod corpora prius flectantur quam impellantur, discimus etiam experimentis. Hinc si magna sit ictus velocitas, potius frangentur, quam movebuntur, ut videmus ictu glandis plumbeae ex pyrro sclopeto potius perforari januam paulum apertam quam claudi. Etsi enim alioqui majore vi sit opus ad perforandum quam claudendum, hic tamen majore vi opus fuisset ad subito claudendum, quam subito perforandum requirebatur. Hinc patet etiam, corpus unum semet vi elastri sui seu motus intestini ab alio repellere seu dimovere, ut qui intra navem sunt eam contra a ripa repellunt. Ex hujus autem propositionis demonstratione attente considerata poterunt paradoxa elici, unde apparebit naturam corporis et motus longe aliam esse, quam credi solet. Sed ab iis nunc absteo.

Propositio 7.

Si duo corpora in se invicem agant, eadem est vis agendi respectiva seu (in casu currendi) vis ictus, in quocunque demum corpore sit motus, modo eadem sit vis intendendi elastrum, seu celeritas mutandi distantiam corporum, quam voco respectivam. Et aequalis est actio et passio utriusque invicem exercita. Idemque ad plura corpora porrigitur ad modum propositionis 3.



Nam (fig. 194) Elastrum, quo mediante corpus A agit in B vel contra, eodem modo intenditur, posita aequali celeritate respectiva, appropinquandi scilicet aut recedendi, quibus verbi gr. linea elastica AB distenditur aut coarctatur. Actio autem corporis in corpus non est nisi per Elastrum (ex prop. 6), et Elastrum aequaliter agit in ambo corpora simul, vires ipsis imprimens aequales respectivas (per prop. 2 hic; adde prop. 41 Sect. 4). Itaque ambo aequaliter patiuntur, adeoque (cum non nisi a se invicem licet mediante Elastro patiuntur) er aequaliter invicem agunt. Atque idem est intelligendum de concursu corporum immediato, ubi Elastrum est in partibus ipsorum.

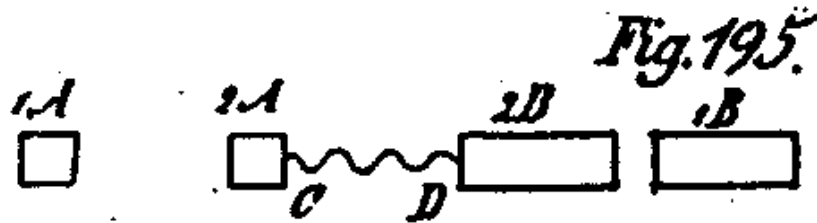
Propositio 8.

Duo corpora directe concurrentia velocitatibus quae sint corporibus reciproce proportionales, tota vi sua invicem agunt, et qua velocitate venire reflectuntur, si modo satis elastica sint, nec vis ictus a partibus ipsius corporis absorbeatur.

Sistunt enim se mutuo (per prop. 41 Sect. 4). Itaque tota vis qua agunt ab ipsis amissa transfertur in eorum Elastrum, quippe cum (per prop. 6 hic) non nisi ab Elastro in contrarias partes agi possint, progredi autem vel deflectere nequeant. Accipiunt autem velocitates reciproce proportionales (per prop. 2 hic) adeoque (cum summa eandem vim dare debeat per prop. 1 hic) priores.

Propositio 9.

Vis respectiva qua duo corpora possunt agere in se invicem, est ea pars vis absolutae, quae habetur corporibus velocitates tribuendo ipsis corporibus reciproce proportionales et tantas, ut inde sequatur eadem celeritas respectiva, quam nunc ob concursum praesentem habent.



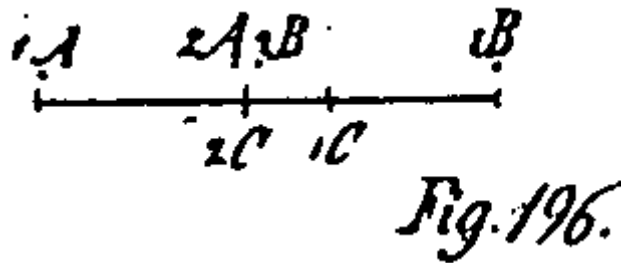
Ponamus (fig. 195) distantiam corporum fuisse ${}_1A_1B$, et deinde esse ${}_2A_2B$, et ita ista mutatione intensum esse Elastrum CD, quo mediante corpora invicem agunt. Jam si esset celeritas ${}_1A_2A$ ad celeritatem ${}_1B_2B$, ut B ad A, corporum hos motus habentium vis absoluta aequaretur vi eorum respectivae (per prop. 8). Et vis respectiva corporum sic motorum aequatur vi respectivae eorundem motu aliter utcunque distributo motorum, dummodo eadem maneat celeritas respectiva accedendi ad se invicem, seu eadem differentia inter ${}_1A_1B$ et ${}_2A_2B$ (per prop. 7). Ergo vis absoluta dicta aequatur respectivae propositae.

Propositio 10.

Vis agendi corporum respectiva per eorum actionem in se invicem non mutat quantitatem, nec inde mutatur celeritas respectiva, modo corpora non nisi invicem agant et patiantur, nec portio virium ab eorum partibus retineatur. Quae autem de duobus corporibus dicta sunt, ad plura producuntur in modum propositionis 3 vel 7.

Nam vis agendi respectiva translata est in Elastrum (per quod solum corpus agit in corpus prop. 6), et cum ea vis non absorbeatur vel a tertio aliquo corpore vel a partibus corporum (ex hypothesi), corporibus redditur ab Elastro. Jam si eadem maneat vis respectiva, necesse est, ut eadem quoque maneat celeritas respectiva, alioqui corpora eandem in se agendi vim respectivam non haberent, si forte denuo concurrerent aut in se agerent (per prop. 7). Idem sic intelligitur: Celeritas respectiva eadem eandem facit Elastri intensionem. Elastri autem seu ictus vis est tanta quanta corporum amborum celeritatibus reciproce proportionalibus eandem respectivam efficientibus latorum (per prop. 9). Haec ergo vis ablata est, et periret nisi redderetur corporibus. Sed ex hypothesi non absorbetur a partibus aut causa externa; ergo tota redditur. Quod quomodo fiat, ita distincte cognoscemus. Dum (fig. 196) A et B concurrunt celeritatibus ${}_1A_2A$ et ${}_1B_2B$, et ex ${}_1A_1B$ transeunt in ${}_2A_2B$, secemus rectam ${}_1A_1B$ in puncto C sic, ut sit AC ad BC, ut B ad A; erit vis ictus perinde ac si concurrissent A celeritate ${}_1A_1C$, et B celeritate ${}_1B_1C$ (per prop. 9). Haec vis absoluta, quam componerent, si duo motus detrahantur a vi absoluta totali, residua vi iret totum compositum simul. Utique enim vis residua est in ipso composito sublata vi ictus, alioquin aliquid de tota vi periret contra prop. 1. Totum autem compositum iret simul, si corpora a se invicem per restitutionem Elastri non iterum repellerentur; nam quamdiu adhuc corpora se urgent, nondum totam vim ictus in Elastrum transtulere (vid. demonstr. prop. 6), eo vero momento quo se urgere desinunt, manent simul (perdito conatu magis appropinquandi seu celeritate respectiva) nisi quid novum superveniat, quod est restitutio Elastri. Jam si Elastrum motu communi cum corporibus feratur, ea a se invicem dirimet eodem modo ac si motus ille communis abesset (ut in prop. 2), celeritate scilicet reciproce proportionali singulorum tanta,

quantam vis Elastri et magnitudo corporum, id est vis respectiva prior nempe Elastri impressa postulat. Necesse est ergo eandem corporibus dari celeritatem recedendi, quae prius appropinquandi fuit, seu A abscedere a concursu celeritate ut ${}_1A_1C$, et B celeritate ut ${}_1B_1C$, adeoque eandem esse quae ante celeritatem respectivam. Celeritas autem communis, qua itura essent si abesset restitutio, ea foret, quae ante concursum fuit centri gravitatis, nempe ${}_1C_2C$, ut mox apparebit.



Si tamen corpora non satis elastica sint, et ita partes compressae vim absorbeant nec prorsum restituant corporibus, tantundem decedit potentiae respectivae, et proinde si corpora ex materia quadam molli et tenui constant, ita ut post ictum cohaereant, perit vis respectiva, et restat solummodo vis progressiva totius, de quo jam. Quodsi materia non satis perfecte elastica sit, ut lignum, pars vis respectivae seu potentiae ictus absorbebitur a partibus ligni, pars reddetur corporibus totis, in quantum a se invicem ob ictum reflectentur.

Propositio 11.

Potentia absoluta aggregati plurium corporum ex motu eorum orta componitur ex vi eorum respectiva agendi in se invicem, et vi progressiva (agendi in tertium) per modum unius seu vi directionis.

Sint corpora quotcunque in motu vel quiete posita, et ponantur subito connecti a lineis rigidis vel elasticis si placet (quod vim nec auget nec minuit, cum thema hoc per se non sit activum), et omnis vis quae est in corporibus recedendi a se invicem vel accedendi, hoc est vis respectiva a lineis rigidis vel elasticis sustinebitur, et in elastrum vel vinculum quaecunque transferetur. Et haec vis ab Elastro aut firmitate vinculorum recepta, a tota potentia praesentis thematis, quippe permanente (per pror. 1), detracta relinquet potentiam, qua corpus totum unitum, ex corporibus pluribus datis compositum, progredi conabitur.

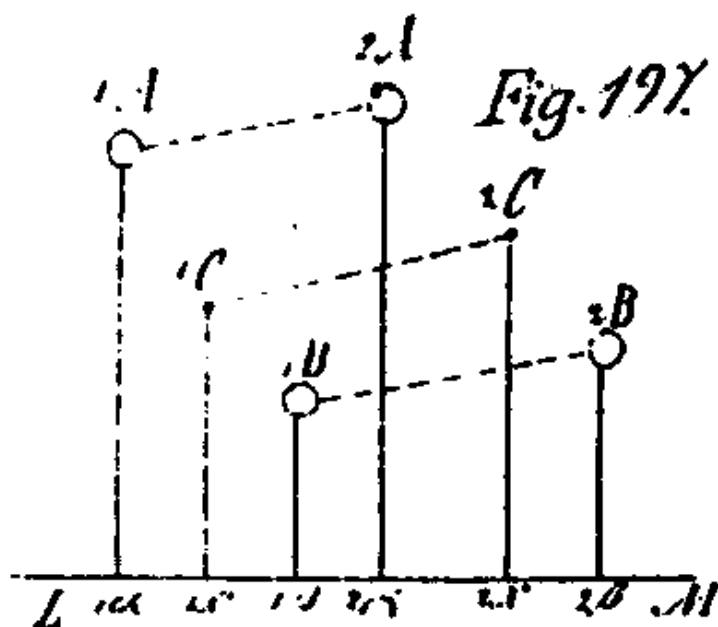
Propositio 12.

Non mutatur per concursum vis progressiva seu vis directionis in summa quae est composita ex pluribus corporibus, sed eadem est ante et post concursum, et proinde in per se libere motis, eademque quantitas non quidem motus, sed tamen progressus secundum quasunque parallelas, eademque celeritas centri gravitatis totius compositi remanebit. Nec refert, corpora sint mollia an dura seu perfecte elastica.

Nam potentia absoluta semper manet eadem (per prop. 1) et componitur ex vi respectiva seu ictus, et progressiva seu directionis totalis (per prop. 11); manet autem eadem vis respectiva sive in corporibus sive in eorum partibus absorbentibus (per prop. 1); ergo et vis directionis totalis eadem manet. Porro cum eadem maneat vis progrediendi, ut ostendimus, ea scilicet quae vi respectiva adempta, seu massa in unum rigidum congelascente, superesset, utique eadem quoque manet celeritas progrediendi, nam eadem vi in eodem corpore manente, eadem manet celeritas. Itaque et eadem quantitas progressus seu factum ex celeritate progrediendi in totam corporis molem seu pondus, si scilicet celeritas illa seu progrediendi impetus exitum sortiatur, quod fit si scilicet libere et per se moveantur corpora, alioqui stabit ea celeritas intra conatum, ut si centro immobili inter circulandum corpora retineantur, ne directionem quam secundum tangentes habent, prosequi possint; quamquam haec impedimenta non revera, sed in speciem tantum contingere inferius ostendemus, cum nullus conatus destruat, sed tantum aliis componatur. Porro si corpora per se libere moveantur, seu vi sui impetus pristini ac secundum suam directionem, movebuntur linea recta ac motu uniformi. Et proinde tunc centrum gravitatis eadem semper celeritate ibit in eadem recta ad easdem partes. Nam intelligantur exstingui corporum vires respectivae, quod fieri potest, si intelligamus corpori cuilibet celeritatem respectivam aequalem et contrariam priori (recedendi si accesserat, et contra) et corporalibus sese respicientibus reciproce proportionalem esse additam; ita enim exstinguitur ille motus, qui ut prop. 9 ostendimus vim respectivam constituit, quippe unus contrario aequali compensatus; tunc igitur tota massa cessante mutatione distantiae in-

ter partes massae movebitur per motum unius rigidi motu rectilineo aequidistributo, adeoque centrum gravitatis uniformiter et directe progredietur. Utor autem hic potius hypothesi motus compensati quam connexionis in rigidum, ne in casu obrigescentiae progressio pro parte in circulationem convertatur, quae rectilinea manebit, si motibus uniformibus rectilineis jam existentibus (ex hypothesi) nihil aliud quam conatus compensantes rectilinei addantur per prop. 3 cap. 2 Sect. 1 Part. II. Porro ante hanc innovationem, quae distantiarum mutationem sustulit, totius massae centrum gravitatis eodem ut nunc modo movebatur, quod inde ostendo, quia duorum quorumlibet corporum centrum eodem modo movebatur ut nunc. Ergo et centrum gravitatis totius aggregati. De centro autem duorum quorumlibet res sic patet, quia sive corpora a se non recedant sive recedant celeritatibus reciproce proportionalibus ad corpora, eodem loco manet centrum gravitatis. Hinc ergo denuo demonstratum habemus (quod supra cap. de directione prop. 11 primum in parallelis ostenderamus, et prop. 17 cap. ejusdem ex solis considerationibus Geometriae in libero corporum non concurrentium motu eruimus), punctorum quotcunque adeoque et corporum lineas rectas motu uniformi describentium centrum gravitatis in linea recta motu uniformi progredi, et quidem eadem celeritate, qua tota massa sublata vi respectiva progredi debet. Quae celeritas habetur, vim respectivam (ex prop. 9 determinandam in singulis corporibus, adeoque et in toto) detrahendo a vi totius absoluta (per prop. 11), restabit vis progressionis, unde ex data massa corporis habetur et celeritas progressionis hujus massae. Caeterum hic progressus centri gravitatis totalis non mutatur a corporum concursu, quia ipsorum concurrentium (in quibus mutatio ista credi posset) centrum gravitatis a concursu non mutatur, in quantum enim in se invicem agunt, agunt per Elastrum (prop. 6), quod celeritatem respectivam (veluti velocitatem a se invicem recedendi) inter ipsa distribuit proportionem corporibus reciproce proportionali (per prop. 2 et 3 hic); at quae ad se accedunt vel a se recedunt celeritate reciproce proportionali, ex hoc locum centri gravitatis non mutant, quippe quod etiam corporum distantiam in partes secant, corporibus ad quos pertinent reciproce proportionales. In universum igitur, corporum per se (seu vi pristina retenta) et libere (sine retinaculo) adeoque lineis rectis et motu

uniformi motorum centrum commune gravitatis uniformiter pergīt in recta ad easdem partes, sive corpora haec inter se concurrant, sive non. Idemque est, si motus esset proportionaliter crescens. Porro centro gravitatis directe et uniformiter progrediente, etiam corporum per se libere motorum, quorum hoc est centrum, quantitas progressus in easdem partes in iisdem parallelis manebit idem. Nam (fig. 197) assumpta recta quacumque LM, positoque puncta mobilia A, B, C progredi in rectis motu uniformi ${}_1A_2A$, ${}_1C_2C$, ${}_1B_2B$, itaque etiam secundum parallelas huic rectae uniformiter progredientur celeritatibus quae repraesentabuntur rectis ${}_1\alpha_2\alpha$, ${}_1x_2x$, ${}_1\beta_2\beta$, posito normales vel inter se parallelas ex dictis locis punctorum A, B, C in rectam LM esse ductas. Sed in motibus parallelis punctorum quibuscunque factum ex via centri gravitatis ut ${}_1x_2x$ in pondera punctorum A, B, seu in rectas AC + CB aequatur summae vel, si contrarii sint motus, differentiae facti ex pondere A ducto in suam viam ${}_1\alpha_2\alpha$, et ex pondere B ducto in suam ${}_1\beta_2\beta$, hoc est, quantitati progressus in summa (ut ostendimus prop. 12 cap. 2 sect. 1 Part. II), et quod de punctis duobus, id de quibuscunque verum esse ostendimus, adeoque et de mobilibus quibuscunque quae per puncta constituuntur, seu nihil aliud sunt quam summae punctorum, hoc est corporum sufficientis ad evitandum errorem dato minorem parvitas. Sed aliter quoque ostendi potest, quod de punctis, idem de mobilibus quibuscunque verum esse, quorum puncta moventur motu rectilineo aequidistributo, hoc loco singula corpora moveri supponimus. Fit enim progressus corporis talis ex facto viae unius alicujus puncti in corporis pondus ductae, perinde ac si totum pondus in unum ex punctis (ex. gr. in centrum) esset redactum. Cum igitur assumtis parallelis ad rectam datam LM eadem sit quantitas summae progressus et facti ex progressu centri gravitatis totalis in summa corporum, progressus autem centri gravitatis ${}_1C_2C$ in easdem partes semper aequalis sit celeritatis, adeoque respectu ad parallelas rectae LM, ita ut progressus quoque ${}_1x_2x$ semper aequalis sit celeritatis; utique et summa totalis progressus in easdem partes (detractis scilicet progressibus contrariis si qui sunt per dict. prop. 12) secundum parallelas quascunque idem manebit.



Haec autem vera esse patet etiam, si per mollitiem corporum concurrentium pars ictus absorbeatur, translata in concurrentium partes insensibiles, quoniam vis directionis totalis a vi ictus nullo modo pendet, nec per eam alteratur. Unde fit ut haec regula etiam sic satis vera reperiatur in corporibus sensibilibus, quae libere satis moventur, uti in pendulis observari potest, etsi pars potentiae respectivae in concursu pereat, et eatenus in praxi summa totius potentiae absolutae non conservetur. Detrimentum tamen ipsum factis aliquot experimentis in datae speciei materia ad calculum revocari, et inde in reliquis ejusdem materiae praedici potest. Quodsi corpora per concursum cohaerescant, soli potentiae directricis conservationi locus erit, vi ictus amissa.

Caeterum observare operae pretium est, quod in vi respectiva conservetur quantitas motus, itemque in vi directiva quantitas progressus, seu factum ex pondere in velocitatem, etsi alioqui potentiis conservatis celeritates non conserventur, ut prop. 40 cap. de Causa et Effectu ostendimus. Cujus rei ratio est, quod hic eadem quoque manet quantitas mate-

riae. Sed eo ipso potentiae sunt in ratione composita corporum et quadratorum celeritatum, manente quantitate materiae, necesse est idem manere quadratum celeritatis, adeoque et ipsam celeritatem eandem. Manere autem semper eandem quantitatem, in quam duci debet potentia tam in vi ictus, quam in vi directrice, manifestum est. Nam in vi ictus seu respectiva eadem manet vis respectiva in quolibet corpore respectu cujusque alterius, quae est media vis ictus totalis, qui ab ipsis fieri invicem potest, adeoque eadem quoque manet ejusdem corporis respectiva celeritas, licet contrariam directionem recipiat. In quantitate progressus quoque eadem manet quantitas materiae, nempe totius corporum aggregati, ac proinde eadem vi progressiva seu directrice manente, etiam celeritas centri gravitatis seu progressus totius manet. Sed non ideo eadem manet quantitas motus in summa, quia progressus totalis invenitur detrahendo sibi progressus contrarios; unde eatenus compensando quantitas motus ex parte perit. Ex quo nascitur propositio sequens 13.

Propositio 13

Tum demum eadem manet quantitas motus ante concursum et post concursum, cum et ante concursum corpora ibant simul ad easdem partes, et post concursum rursus simul eunt ad easdem, non vero ad contrarias invicem partes. Quodsi ante concursum duo corpora sibi ibant in contrarias et post concursum rursus, secundum certas scilicet parallelas eatenus differentia inter quantitates motuum ante concursum aequatur differentiae post concursum. Quodsi corpora progressum ex consentiente mutant in contrarium vel contra, summa quantitarum motus in progressu consentiente aequabitur differentiae earundem in progressu contrario, secundum easdem scilicet utrobi parallelas in quibus contrarietas sumitur. Idemque locum habet in pluribus quatenus nonnulla tanquam aggregata in unum considerando, omnia simul pro duobus haberi possunt, ut supra.

Demonstratio manifesta est ex Scholio praecedente. Manet enim eadem quantitas progressus ante concursum; quae si per meram additionem progressuum (id est quantitarum motus) corporum amborum in utroque statu colligitur, utique manet et quantitas motus absoluta; quatenus vero detractio opus est in alter utro aut utroque statu, progressus iste integer est quantitarum motus secundum illas parallelas differentia. Atque ita eatenus motuum seu progressuum singulorum differentia in uno statu differentiae aut summae quae est in alio statu aequatur.



Propositio 14

Si corpora suo impetu moveantur, tunc quaecunque demum fiat hypothesis phaenomenis corporum quoad situs inter se semel satisfaciens in statu aliquo priore seu in causa, satisfaciet etiam in statu quocunque posteriore seu effectū, eademque semper prodibunt phaenomena, seu (ut paucis dicam) Hypotheses diversae a se invicem discerni non possunt.

Nam posito motu libero ex vi semel impressa praecedente hoc est rectilineo uniformi, ante concursum non possunt discerni hypotheses (quod quidem Geometrice constat ex prop. 16 cap. 2 sect. 1 Part. II.). Sed nec concursu discernuntur. Nam modo eadem sit corporum celeritas respectiva, corpora eodem modo agunt in se invicem, seu eadem sit vis ictus (per prop. 7 hic). Vis autem ictus transfertur in corporum Elastrum, et corpora concurrentia, nisi Elastrum ipsis vim ex toto aut parte restitueret, ferrentur simul (ut ostendimus ad prop. 10). Elastro igitur eam restituente duo componuntur Motus (non arbitrio fingentium nostro, sed ab ipsa natura rei), unus communis, alter proprius corporibus reciproce proportionalis, et quidem priori aequalis, atque adeo priorem reddens celeritatem respectivam (ut ostendimus prop. 10), si Elastrum totam vim acceptam restituat; sed si pars virium a partibus corporis non satis elastici absorbeatur, elastrum nihilominus quantam vim dabit corporibus, eandem dabit reciproca proportione, tantumque celeritas respectiva prior certa proportione imminuetur. Cumque haec omnia eodem modo fiant, quicumque fuerit verus corporum motus ante concursum, constat igitur per concursum quoque hypotheses discerni non posse.



Propositio 15

Si motus communis rectilineus corporibus addatur, eadem manent eorum actiones mutuae eademque phaenomena inter ipsa. Et si corpora plura praeter motus proprios unius corporis (velut navis) motu communi rectilineo ferantur, nihil inde mutatur quoad proprios motus.

Motus enim communis distantias corporum inter se adeoque celeritates respectivas non mutat, ut manifestum est. Unde jam (per prop. 7 hic) etiam vires respectivae et (per demonst. prop. 16 cap. 2 sect. 1 Part. II) phaenomena ipsorum inter se non mutantur.

Hinc sequitur, motuum compositionibus nos tuto uti posse salva potentia, quod tamen alioqui dubitationem aliquam recipiebat. Neque enim corpus, quod duabus celeritatibus aequalibus inter se compositis fertur, habet potentiam in directione composita aequalem summae potentiarum in directionibus componentibus, nisi cum directiones angulum rectum comprehendunt. Interim legum praecedentium beneficio natura nihilominus ejusdem potentiae absolutae conservationem consequitur, quae a composito motu aestimatur. Haec autem experimentis consentiunt. Et si in navi motu recto progrediente nec succussiones patiente ludas motus ludicari, eadem phaenomena experire quae in terra. Et quae ex navi projiciuntur sagittae, navem vi remorum avolantem consequuntur inque eam recidunt, experimento Gassendi, perinde ac in navem pro anchoris stantem, quia scilicet praeter motum projectionis, etiam motus navis sagitta habuit antequam inde sejungeretur. Unde qui cum magno aliquo corpore nec directe procedente defertur, et ab externis exploratae quietis aut cogniti motus notandis exclusus est, non habet quo cognoscat, utrum quiescentem an progredientem locum sit sortitus. In motibus circularibus aliisque curvilineis videntur haec prima fronte locum non habere, cujus causam et correctionem in sequentibus investigare operae pretium erit.

Propositio 17.

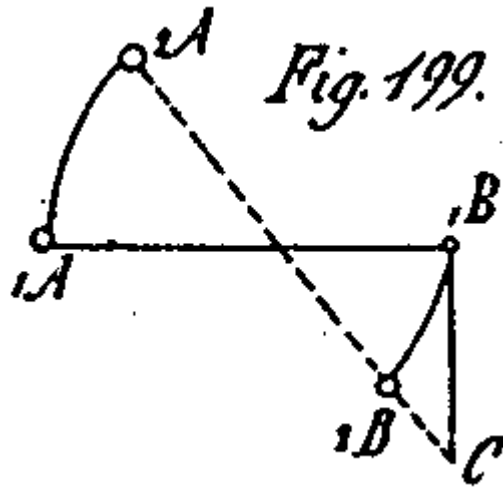
Omnes Motus sunt compositi ex rectilineis uniformibus.

Nam omnis motus per se est uniformis et rectilineus; actio autem omnis in corporibus constitit in motu. Itaque motus rectilineus non nisi impressione alterius, etiam per se rectilinei (salvo licet priore) supervenientis inflecti potest, ac proinde nulla intelligi potest origo motus curvilinei et difformis, nisi per compositiones rectilineorum uniformium.



Haec propositio ut ad sequentes quasdam demonstrandas adhiberi potest, ita vicissim demonstrari potest ex sequentibus, quippe quae et aliunde demonstrantur, ut apparebit in primis ad prop. 20. Hinc si corpus captum ab alio ex motu rectilineo in gyrum se vertere cogatur, arbitrator revera pergere in recta linea, licet vi adhaesionis, quam a motu quodam derivo, ad centrum repellatur. Suspicio autem, Naturam arcanis quibusdam modis omnes suos conatus etiam particulares conservare et ad exitum perducere. Certe in concursu corporum aequalium contingit (quemadmodum infra ostendemus), ut celeritates absolutas ac directiones permulent inter se. Inde si certo tempore (fig. 198) A et B pervenerit ex ${}_1A_1B$ in ${}_2A_2B$, et aequali tempore a concursu ${}_2A_2B$ perveniant in ${}_3A_3B$ fiet ut omnia perinde eveniant, ac si sine ullo concursu unumquodque suam viam fuisset prosecutum; loco enim ipsius A, quod semoto concursu pervenisset nunc in locum ${}_3B$, jam eo pervenit B, et loco ipsius B, quod semoto concursu pervenisset nunc in locum ${}_3A$, jam eo pervenit A. Cumque sibi sint aequalia, patet Naturam scopum suum aequipollenter obtinuisse. Et quemadmodum videmus Naturam in sono propagando res elasticas trementes secare per se in partes aequales, quod scilicet ea

ratione melius consentiunt vibrationes; ita fieri potest, ut sponte Naturae ita fiant concursus, quasi corpora inaequalia ex pluribus partibus aequalibus componerentur. Hinc etiam cum omnes conatus quodammodo exitum habere arbitrer, si (fig. 199) corpora A, B radii cujusdam extremitatibus affixa circa medium velut centrum ferantur atque ita recedere ab eo contentur, arbitror revera recedere et tendere ab B ad C, sed impulsu contrario corporum insensibilium rursus versus centrum repelli a C ad ₂B, neque aliam esse causam adhaesionis, ut mox amplius patebit.

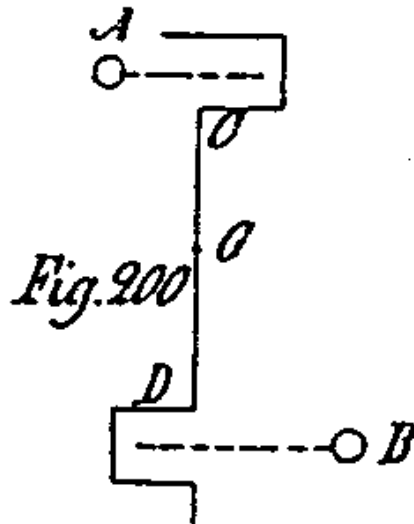


Propositio 18.

Si in corporum concurrentium compositio ex concursu gyrys oriatur, is sit circa centrum commune gravitatis, et motibus contrariis reciproce proportionalibus seu respective aequalibus utrinque compensantur. Atque ita et vis respectiva eadem et vis progressiva seu progressus dicti centri rectus uniformis conservatur ut in motibus rectilineis, ita et in circularibus uniformibus, aliisque curvilineis qui horum compositione nascuntur. Quodsi tales non sint motus, saltem tales intelligi possunt conatus, et speciatim ultimi conatus ante concursum, qui proinde dictos per se motus vel saltem, si impediuntur, tales rursus conatus producent summam directionis conservantes.

Haec quidem directionis totalis conservatio sequitur ex praecedente, quoniam in rectilineis uniformibus veram esse supra ostendimus (prop. 12), et ex his per dictam praecedentem omnes alii componuntur. Sed hoc interpretandum foret subintelligendo motus quosdam insensibiles corporum insensibilium ambientium, quorum impressione corporum partes ad se invicem impelluntur, unde firmitas seu cohaesio exurgit. Idem tamen, his etiam non comprehensis, aliunde ostendi potest, sumendo corpora firma per se more solito exclusis causis firmitatis; sed tunc propositio non valet quidem generaliter, succedit tamen in motibus uniformibus et in conatibus quibuscunque, ut eam concepimus.

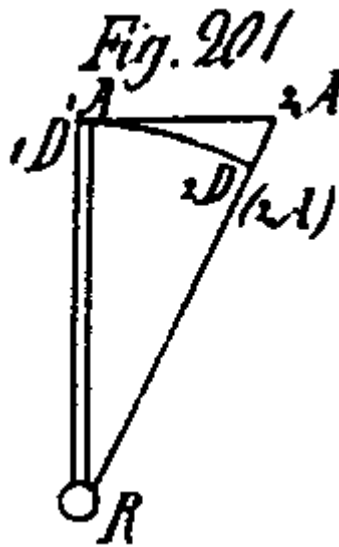
Ponamus (fig. 200) duo corpora A, B aequalia aequalibus motibus parallelis et contrariis directionibus incidere in excipulas seu cavitates C et D in extremitatibus rectae CD positas, atque ita motus rectilineos in gyrum convertere, manifestum est centrum eorum G (quod in medio est rectae CD) ut quieverat ante gyrationem, ita et quiescere post eam, siquidem ipsam rectam velut molis expertem, aut si corporea est, ut centrum suum etiam in G habentem consideremus. Quod si corpora sint inaequalia aut inaequali celeritate ferantur, orietur colluctatio quaedam, et quidem concurrentium motus ex hypothesi (et conatus semper) sunt rectilinei et uniformes, secundum leges motuum rectilineorum uniformium seu liberorum et per se evenientium hactenus ostensas, licet vel ab externa actione, vel ab obstaculo deinde mutantur.



Itaque perinde moveri conabuntur corpora A, B, pariterque eorum centrum gravitatis commune, ut leges supradictae jubent, adeoque centrum si prius quieverat adhuc quiescet, si prius movebatur, moveri porro conabitur aequabili motu in directum. Hi autem conatus non impediuntur in ipsa conversione motus rectilinei in circularem nisi differentia incomparabiliter parva seu inassignabili. Ponamus enim (fig. 201) punctum A conari progredi recta ${}_1A_2A$, sed incidens in D extremum radii AD cogi circulari ac deflectere in $({}_2A)$ seu ${}_2D$, et pro recta ${}_1A_2A$ describere arcum ${}_1D_2D$; patet initio seu in ipsa mutatione motus recti in gyrum, directionem non mutari differentia majore quam quae est anguli contactus quovis rectilineo incomparabiliter minoris, et differentiam inter rectam ${}_1A_2A$ et arcum ${}_1D_2D$ esse ipsis differentibus incomparabilem, ac proinde vim centrifugam (quae est ut ipsa recta ${}_2A({}_2A)$, differentia scilicet radii $A({}_2A)$ et secantis $R({}_2A)$) esse celeritate (quae est ut recta ${}_1A_2A$) incomparabiliter minorem, adeoque initio pro nihilo habendam esse mutationem, quae demum in progressu continua repetitione fit notabilis; idemque est in caeteris omnibus punctis, quae a conatu rectilineo ad gyrum transeunt. Et punctum quod quiescere debet, si abesset gyrum,

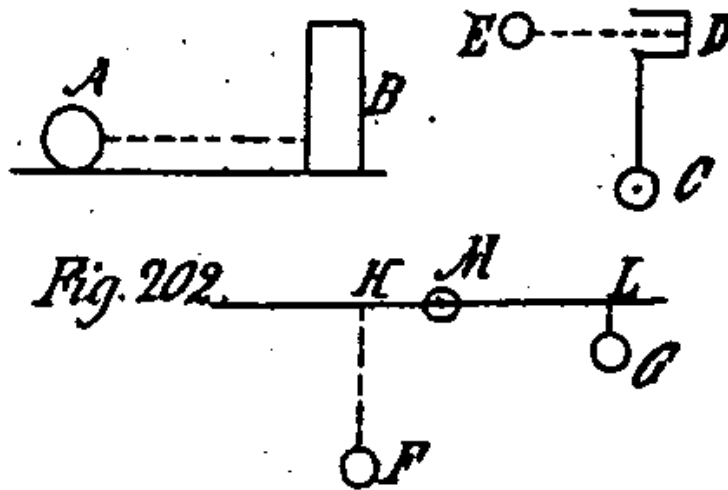
quiescet nunc quoque non obstante corporum gyro, quia ne initium quidem mutationis intelligi in ipso potest, et nulla existente ${}_1A_2A$, multo magis nulla est deflexio et vis centrifuga, ipsaque adeo ${}_2A({}_2A)$. Itaque si quiescit centrum gravitatis ante concursum, seu initio concursus, celeritatem progrediendi nullam habet, et proinde etiam ex vi concursus conatibusque inde ortis per se rectilineis celeritatem nullam habere debet, gyro quoque superveniente motum nullum habebit, neque adeo circula-bitur, cum gyrum nihil aliud esse ostenderit, quam motum per se rectilineum futurum, nunc inassignabili alteratione deflexum. Ex hoc ipso jam quod de quiescente centro ostendimus, conficitur idem et in moto. Quoniam enim ostensum est prop. 15 compositiones motuum rectilineorum seu hypotheseos variationes nil mutare in phaenomenis, ideo possumus talem assignare motum communem toti composito, ut perinde sit ac si omnia in navi ferantur, in qua spectanti quiescat centrum gravitatis, etsi absolute seu ex ripa immota spectanti eadem prodeant phaenomena quae antea. Jam in navi omnia fieri debent eodem modo, sive moveatur sive quiescat navis. Itaque in navi etiam post concursum gyro licet oriente quiescet centrum gravitatis, si ante concursum quievit, quemadmodum paulo ante ostendimus futurum esse, si navis motus abesset, seu centrum revera quiesceret absolute. Interim totum motu navis seu motu communi progredietur, et ita efficietur, ut extra navem spectanti centrum gravitatis, prout ante concursum supposuimus, aequabiliter porro progrediat, atque ita absolute loquendo progrediat ut ante sine ulla gyratione; caetera autem puncta (ut in navi) gyran-tur circa ipsum centrum velut immotum, et praeterea simul cum ipso motu communi rectilineo progressionis totalis progrediuntur; quatenus autem gyran-tur, compensant invicem progressus et regressus seu motus contrarios corporibus reciproce proportionales ex natura gyri, in quo utique latera opposita in contrarias partes feruntur, atque ita semper vis respectiva conservatur; et si liberarentur omnia a gyro et directiones in tangentibus prosequerentur, haberent priores celeritates respectivas, quas ante gyrum habebant, et gyrania utcunque divisa in duas partes haberent celeritates earum invicem recedendi corporibus reciproce proportionales et iis quas ante concursum habuerant aequales. Itaque ut in motibus rectilineis per celeritates contrarias corporibus reciprocas, ita et nunc in

gyris oppositis per easdem eadem proportione distributas celeritates respectivae, adeoque et respectivae vires conservantur; dum interim motu communi centri gravitatis seu totius compositi motibus contrariis respective aequalibus superaddito praeter vim corporum agendi in se invicem, etiam ipsa vis agendi communis, seu vis progressiva totius compositi vel summa directionis totalis conservatur. Caeterum plures gyri particulares quoque fieri possunt in componentibus, ubi etiam centri cujusque particularis ratio habetur.



Res etiam ex praecedenti propositione ostendi poterat, hoc modo, quod ubique vires tam respectivae quam progressivae conservantur in motibus rectilineis uniformibus, tales autem sunt omnes (ex praecedenti), posito scilicet adhaesiones quoque seu firmitates et adeo aequidistantiam quoque a centro servatam ex insensibilibus impressionibus ambientium oriri. Sed quia ambientium impressiones a conatibus recedendi gygrantium compensantur nec inde quicquam viribus ipsis corporum insitis a motu rectilineo in gyrum versis derogatur, supereunt eadem quae ante vires tam totales, quam respectivae, ut explicatum est. Quae sane admi-

randam nec satis consideratam hactenus Naturae in tuendis legibus constantiam atque harmoniam declarant. Videri poterat fallere regulas nostras, cum (fig. 202) corpus A in corpus aliquod immobile B incurrit; aut cum radius CD circa centrum firmum C mobilis, cavitate seu excipula D capit corpus E rectilineo motu adveniens, et in gyrum cogit; vel cum corpora F et G in libram HML, cujus centrum firmum M, brachia autem opposita HM, LM, incurrunt lineis FH, GL ab eadem parte librae (verbi gratia, ambo tenendo sursum aut ambo deorsum), sed in brachiis oppositis. Tunc enim reflecti potest corporum motorum centrum gravitatis (ut centrum ipsius A a corpore B repulsi), vel in gyrum se flectit, ut E incidens in excipulam D; vel denique reflectitur aut pergit pro ratione situs, ut centrum ipsorum F et G, quodsi incidere in M, reflecteretur.



Sed haec objectio solvi facile potest; praeterquam enim quod omne corpus perfecte firmum, si daretur, considerari debet ut infinitum respectu aliorum, unde centrum gravitates omnium commune in ipsum immobile cadit adeoque quiescit, sciendum est revera nullum esse corpus immobile; quod autem nobis tale apparet, ideo videtur eundem semper locum tenere, quia telluris globo aut alteri corpori magno adhaeret, quod quidem movetur loco nonnihil quantum postulant hae ipsae leges no-

strae, sed motus ejus insensibilis ob summam tarditatem quam corporis magnitudo postulat percipi nullo modo potest. Idem est, si corpus aliquod firmum vi insensibilium corporum continue resistentium suum locum tueatur. Semper igitur verum manebit, et vim respectivam corporum invicem, et vim progressivam directionis totalis conservari. Hanc Naturae legem non consideravit quidam ex celeberrimis nostri saeculi Philosophis, dum putavit, ad cogitationes voluntatesque animarum non quidem mutari quantitatem motus, mutari tamen directiones motuum in corporibus. Sed hoc fuit non minuere, sed transferre tantum difficultatem. Neque enim Natura minore cura summam virium directricium, quam absolutarum (quas ille Philosophus cum quantitate motus confundit) conservare studet. Et fieri potest, ut concomitantia quadam (si ita appellare licet) a Conditore ab initio stabilita consentiant animarum et corporum actiones, etsi neutris leges alterius occasione minima ex parte violentur, quod mirum videri non debet, cum unaquaeque singularis substantia ita comparata sit, ut in notione sua completa totum Universum involvat, et secundum certos considerandi modos omnia per se ac velut sponte facere dici possit. Adde prop. 6. Sed ista quidem hujus loci non sunt.

Propositio 19.

Non tantum in motibus rectilineis (ut hactenus ostendimus) sed et in universum vera est, quam stabilivimus Naturae Lex de aequipollentia hypothesium, seu quod Hypothesis semel respondens phaenomenis praesentibus respondebit semper adeoque et phaenomenis consequentibus, quomocunque corpora agant inter se, modo scilicet corporum systema sit cum aliis incommunicans, seu nullum superveniat agens externum.

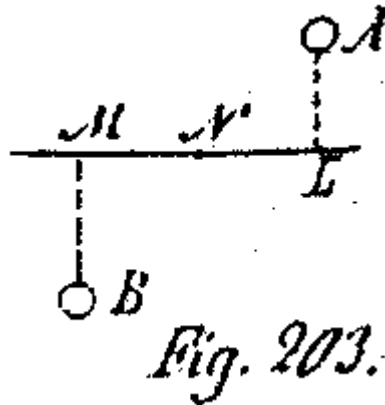
Hoc demonstratur ex prop. 16, quod scilicet nihil aliud sunt motus omnes quam rectilinei uniformes compositi, in quibus res succedit per prop. 14. Sed idem aliter demonstratur ex generali Axiomate, quod quorum determinantia discerni non possunt, eorum nec discerni possint determinata. Ac proinde cum in causa seu statu praecedente hypotheses diversae discerni non possint, quamdiu scilicet corpora motibus rectilineis liberis feruntur, utique nec in effectibus seu statibus sequentibus quibuscunque poterant discerni; neque adeo in concursibus aut aliis quibuscunque eventibus, licet forte quidam motus ex rectilineis in circulares ob corporum cohaesiones vel firmitatem et obstantia retinacula convertantur. Cum ergo omnes motus etiam circulares aliive curvilinei potuerint orti esse ex praecedentibus rectilineis uniformibus per objecta forte retinacula in curvilineos mutatis, et motus semel datus quomocunque prius fuerit productus, eosdem eventus nunc habere debeat, quos alius per omnia gemellus licet aliter productus; ideo generaliter Hypotheses nullis unquam phaenomenis potuerunt mathematico rigore discerni. In universum, cum motus fit, nihil in corporibus invenimus quo determinari possit, quam mutationem situs, qui semper in respectu consistit. Itaque motus sua natura est respectivus. Haec autem de mathematico rigore intelliguntur. Interim nos motum tribuimus corporibus secundum eas hypotheses, per quas aptissime explicantur, neque aliud est hypothesin veram esse, quam aptam. Itaque cum navis plenis velis in mari fertur, possibile est omnia phaenomena exacte explicare, navem quiescere supponendo atque affingendo omnibus Universi corporibus motus ad hanc hypothesin congruentes. Sed hoc etsi nulla demonstratione mathematica refutari queat, tamen ineptum foret. Memini quidem, viro cuidam prae-

claro olim visum ex motibus quidem rectilineis non posse discerni sedem subjectumve motus, posse tamen ex curvilineis, quoniam quae revera moventur, recedere conantur a centro motus sui. Atque haec fateor ita se haberent, si ea esset natura retinaculi seu firmitatis atque adeo motus circularis, quae communiter concipi solet. Verum omnibus exacte consideratis reperi, motus circulares nihil aliud esse quam rectilineorum compositiones, neque alia in Natura esse retinacula quam ipsas motuum leges. Et ideo nobis aliquando non apparet aequipollentia hypothesium, quod omnia eventa aliquando non apparent ob corporum ambientium insensibilitatem, et saepe systema aliquod corporum cum aliis incommunicans videtur, contra quam res se habet.

Caeterum ex hoc solo principio, quod motus sua natura sit respectivus adeoque omnes hypotheses semel consentientes semper idem producant, caeterae Naturae leges hactenus expositae demonstrari potuissent, quod admonere operae pretium fuit.

Propositio 20.

Corporum firmitas seu partium cohaesio oritura motu seu conatu unius corporis versus aliud impulsu.



Nam (ex prop. 17) omnes motus sunt rectilinei uniformes inter se compositi. Sed si corporum firmitas aliunde quam a motuum compositione est, gyratio quoque aliunde quam a compositione nascitur, ex ipsa scilicet necessitate quae sequitur ex hypothesi firmitatis. Utque enim (fig. 203) rectam corpoream seu crassitudine praeditam ac firmam LM, in extremitatibus L et M aequali vi respectiva motuum contrariorum AL, BM a corporibus A et B simul pulsata, progredientibus corporibus in gyrum agi necesse est circa punctum medium N, sed ita materia circa L vel M a centro N recedere tentans sola firmitate corporis non motu contrario impresso retinetur; nec proinde motus circularis iste constitit in compositione rectilineorum, nisi ipsam firmitatem motu quodam appressionis explicemus. Idem conficitur ex prop. 19, quam non tantum ex prop. 17 sed et alia diversa ratione demonstravimus, unde rursusque prop. 17, ex prop. 19 una com praesente 20 regressu quodam aliter quam supra demonstratur. Nimirum quia in prop. 19 ostensum est, ob naturam motus respectivam hypotheses esse indiscernibiles, etiam cognosci

non debet, utrum corpus aliquod gyretur; sed posito firmitatem atque adeo gyrationes ex motuum rectilinearum compositione non nasci, motum absolutum a quiete discernendi ratio datur. Sit enim (fig. 204) corpus ACB gyrans circa suum centrum C, juxta seriem punctorum ADB, et jam ponatur firmitatem corporis dissolvi partemque extremam ut A rupto vinculo separari, ibit linea recta versus E, si versus fuit corporis AB motus; sin apparens tantum fuit, pars A cum reliquo corporis ACB manebit, non obstante vinculi solutione. Atque ita habebimus rationem necessariam discernendi motum verum ab apparente contra prop. 19. Neque hoc evitabitur, nisi firmitas corporis ACB oriatur a corporum ambientium appensione. Cum enim omnes ita motus sint rectilinei, nec aliud fuerit gyratio quam certa quaedam motuum rectilinearum compositio, et in mere rectilineis motibus absolute loquendo et geometrica necessitate hypotheses invicem discerni nequeant (per prop. 19), sequitur nec in gyrationibus discerni posse. Sed ostendamus distinctius, quo modo gyratio quaedam circa centrum et appressio corporum ex sola conatum rectilinearum impressione oriatur. Nempe sit (fig. 205) mobile A tendens directione et celeritate repraesentata per rectam ${}_1A_1\alpha$ elementarem indefinite parvam; sit autem corporum ambientium conatus perpetuo pellens mobile A versus centrum C, ita ut eandem semper ab eo distantiam servet (quia scilicet alioqui praesens motus ambientium turbatur), et sit impulsus ut recta ${}_1A_2A$, ita ut ${}_2A$ cadat in circulum centro C radio C_1A descriptum (quem sane impulsus ${}_1\alpha_2A$ comparatione celeritatis praecedentis incomparabiliter parvum esse necesse est, ut jam notavimus ad prop. 18 hic; est enim aequalis vi centrifugae ipsius A, qua a centro recedit, quam infinite parvam esse respectu celeritatis seu impetus infinitis istis impulsibus concepti jam ostensum est prop. 28 de Causa et Effectu). His positus manifestum est, mobile quo temporis elemento venisset ab ${}_1A$ ad, nunc venire ab ${}_1A$ ad ${}_2A$, et ita ferri motu composito ${}_1A_2A$, seu celeritate et directione repraesentata per rectam (ab arcu circuli insignabili inconsiderabiliter differentem) ${}_1A_2A$, ac proinde vi concepti conatus, ut ${}_1A_2A$, porro tendere in recta ${}_2A_3A$ continuata ad ${}_2\alpha$ conatu ${}_2A_2\alpha$ aequali ipsi ${}_1A_2A$. Sed cum ita rursus exeret seu recedat a circulo, utique a causa priore iterum pelletur versus centrum C usque ad circulum conatu ${}_2A_3A$, iterum incomparabiliter minore quam est celeritas seu impe-

tus ${}_2\alpha_3A$, et ita motu movebitur ex ${}_2A_2\alpha$ et ${}_2\alpha_3A$ composito, id est motu ${}_2A_3A$, qui rursus continuabitur per se in ${}_2A_3\alpha$; unde corpus conatu ${}_3\alpha_4A$ ad circulum repellitur; et ita porro. Quoniam autem rectae ${}_1A_1\alpha$ et ${}_2A_2\alpha$ sunt aequales, ut ostendimus, et recta ${}_1A_1\alpha$ ab arcu circulari ${}_1A_2A$, itemque recta ${}_2A_2\alpha$ ab arcu circulari ${}_2A_3A$ differunt inconsiderabiliter, ita scilicet ut in initiis seu conatus motuum, de quibus agitur, error sit minor quovis dato; ideo cum manifestum sit assumpto tempore satis parvo errorem seu differentiam ad ipsa quae differre dicuntur, habiturum esse rationem data minorem (quod nunc prolixè explicare non vacat) utique ob aequalia temporis elementa assumpta (quoniam scilicet celeritas per progressus ipsos elementares expressimus); patet aequalibus temporis elementis aequales arcus circulares absolvi, seu circulationem esse uniformem. Itaque ex motu rectilineo per se uniformi, sed accedente conatu paracentrico in circulem mutato oritur circulatio quoque uniformis, quod memorabile est; experimentisque consentiti habemus ergo conversionem motus rectilinei in circulem per conatum rectilinearum compositionem explicatam; qua sola ratione aequipollentiae Hypothesium satisfieri potest.

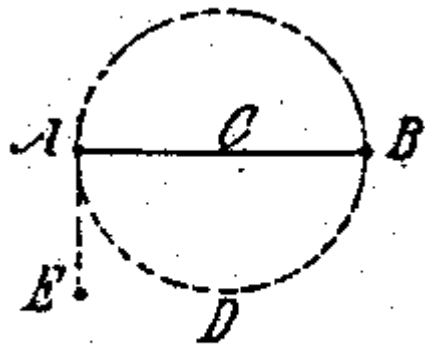
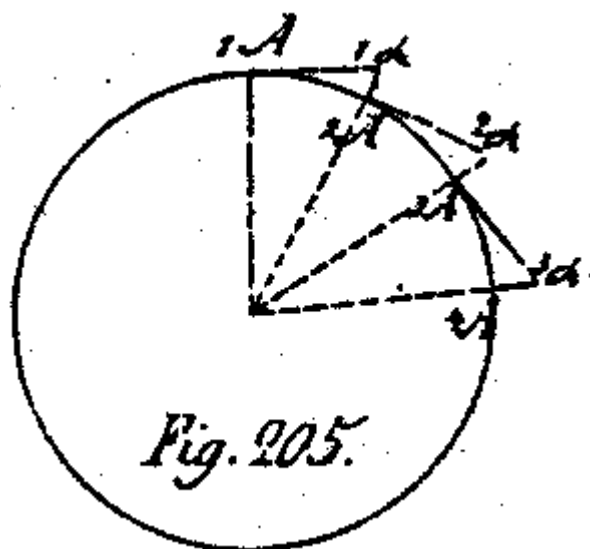


Fig. 204.

Certum est, explicandam esse causam cohaesionis, ex his quae de corpore intelligimus, uti sunt magnitudo, figura, quiesve aut motus. Sed praeter motum nihil horum ad rem facit.



Sit enim (fig. 206) corpus ABC, cujus pars AB impulsa ictu veniente in DE, non relinquat BC in loco priore, sed secum moveat, quaeritur ratio hujus tractionis. Et quidem si velimus eam ad pulsum reducere concipiendo hamos quosdam corporis unius AB inseri in ansas corporis alterius BC, vel funes quosdam aut plexus fibrosos aliamve illaqueatricem texturam comminiscamur, nihil egimus, quia rursus quaeritur, quidnam fibrarum hamulorumque partes connectat. Contactus autem solus vel quies unius apud aliud aut motus communis utique non sufficit, neque enim intelligi potest, cur corpus unum aliud trahat, ob hoc solum quia contingit. Et in universum non intelligimus aliam rationem cur corpus moveatur, nisi ideo quod duo corpora in eodem loco esse non possunt, et proinde uno moto et alia moveri necesse est, in quorum hoc locum subit; atque ideo omnis tractio ad pulsum reduci debet. Idem ex Naturae legibus hoc loco confecimus. Et quemadmodum ex lege muta-

tionis quae per saltum esse non debet, ostendimus omnia corpora esse flexilia, seu non dari Atomos; ita ex posita generaliter lege Naturae, quod eadem prodire debeant phaenomena, quaecunque de subjectis motuum fiat hypothesis, ostendimus, non oriri firmitatem nisi ex compositione motuum. Quod vero aliqui a pressione aëris aut aetheris corporum firmitatem deducunt, similitudine duarum tabularum politarum quae aegre divelluntur, id tametsi in aliquibus verum sit, primas tamen firmitatis vel cohaesionis origines non explicat; quaestio enim superest de ipsa firmitate seu cohaesione tabularum. Cum ergo massa materiae non nisi motu discriminari possit, ab hoc uno ultimas firmitatis majoris minorisve rationes peti debere manifestum est.

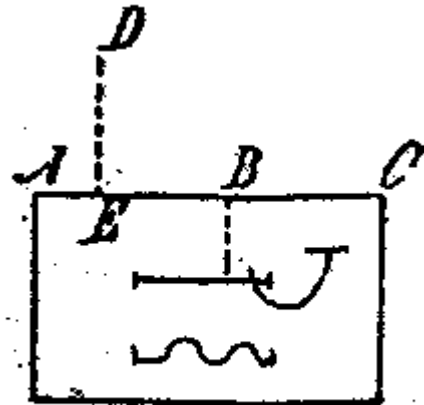



Fig. 206.

Propositio 21.

Corpus omne aliquem habet gradum firmitatis in omnes partes.

Nam omne corpus impelli potest vel impellere in omnes partes; itaque Elastrum est (per prop. 6 hic), in quamcunque partem impellatur; et omne Elasticum aliquem habet gradum firmitatis seu partium cohaesionem.

Scilicet omnia corpora ostendimus flexilia esse prop. 5, nunc omnia ostendimus aliquam habere firmitatem. Itaque nihil perfecte fluidum aut firmum, vel molle aut durum est, suntque omnino extrema haec aliena a rerum natura. Et omnia omnibus aliquo modo cohaerent, et ab ipsis nonnihil patiuntur. Itaque minime putandum est dari in natura materiam summae fluiditatis, tanquam primum aliquod Elementum, aut globos secundi cujusdam Elementi duros perfecte tornatos.





Propositio 22.

Vacuum dari Legibus Naturae consentaneum non est.

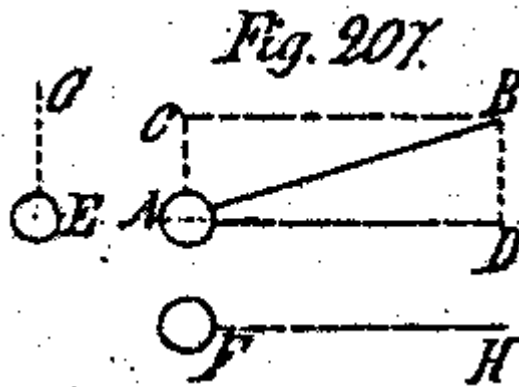
Nam omne corpus aliquem habet gradum firmitatis in omnes partes (per prop. 21). Sed omnis firmitas oritur ab appensione ambientis (per prop. 20). Igitur corpus omne ab omni parte ambiri necesse est, id est vacuum non datur.

Hanc propositionem ex aliis generalioribus derivare licet, quae non sunt hujus loci; quoniam tamen sponte nascitur ex Naturae legibus hactenus stabilitis, annotandum duximus. Quemadmodum et supra *Atomos* sustulimus prop. 5. Et sunt, quibus magis placent ratiocinationes a concretis sumtae, quam quae ducuntur ex theoria abstracta a systematico statu.



Propositio 23.

In motu composito ex duobus angulum rectum facientibus eadem est potentia absoluta secundum directionem diagonalis, quae est in amobus motibus secundum latera rectanguli simul sumtis.



Sit (fig. 207) corpus A tendens motu AB, et rectae AB tamquam diagonali circumscribatur parallelogrammum rectangulum quodcunque ACBD; sintque corpora E et F aequalia ipsi A, et habeat E motum EG aequalem ipsi AC, similiterque F motum FH aequalem ipsi AD; dico potentiam corporis A esse potentiis corporum E et F aequalem. Nam potentia ipsius E est ad potentiam ipsius A ut quadratum EG ad quadratum AB (per prop. 4 cap. de potentia); similiterque potentia ipsius F est ad potentiam ipsius A, ut quadratum FH ad quadratum AB. Ergo et summa potentiarum E et F simul est ad potentiam ipsius A, ut summa quadratorum EG et FH seu AC et FH ad quadratum AB. Sed summa quadratorum AC et FH aequatur quadrato ipsius AB; ergo et potentiae E et F aequantur potentiae ipsius A.

Propositio 24.

Ictus corporum concurrentium fit secundum rectam perpendicularem ad planum contactus in puncto concursus, quatenus ex directione ejus ipsa motus directio componitur.

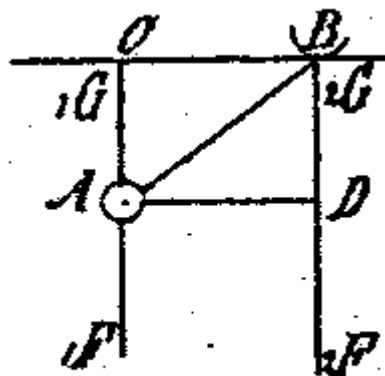
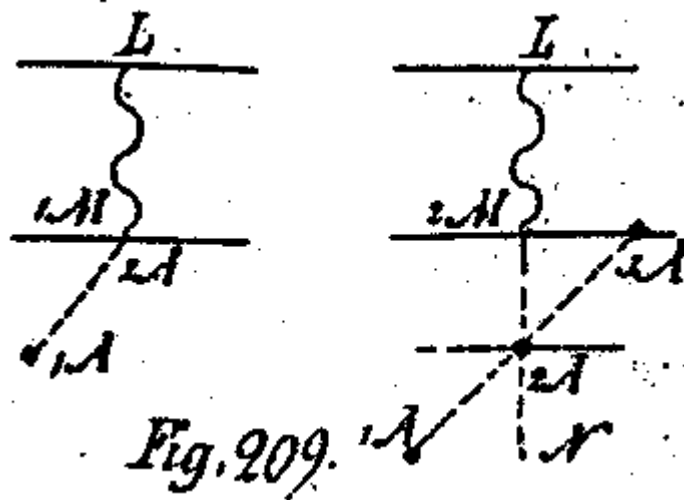


Fig. 208.

Si (fig. 208) corpora A et B concurrant directione AB, ad planum contactus (seu corpora ambo in puncto concursus tangens) CB angulum faciente obliquum, ex puncto B educatur BD normalis ad CB, et compleatur rectangulum CADB; ajo ictum fieri directione DB. Nam ponamus quiescere corpus B (quia ad ictum nihil refert, quod concurrentium quiescat per prop. 7 vel per prop. 14), ponamus praeterea motum AB produci motu composito ex AC et AD, perinde ac si regula esset FG, quae dum motu CB parallelo transfertur ex AC in DB, interim corpus A iret in ipsa regula FG motu ut AC vel DB, inde enim (per prop. 2) manifestum est productum iri motum AB. Sed in eo casu patet, corpus A simul motum duobus motibus, uno in regula FG versus B, et altero cum regula FG parallela ad CB, solo motu in regula FG versus CB agere in CB; itaque cum motus AB idem efficiat, quomodocunque productus

intelligatur, semper ergo ictus obliquus AB non erit nisi secundum directionem DB. Idem demonstratur ex consideratione Elastri; nam si (fig. 209) corpus A veniens motu ${}_1A_2A$, et ibi incurrens in Elastrum LM, pergat linea recta in ${}_2A_3A$, non intendet Elastrum, nisi secundum ${}_2A_2M$, perinde ac si venisset motu N_2A . Denique idem confirmatur ex propositione praecedente. Nam quia ictus obliquus partem tantum virium habet ictus recti (quod ex eo demonstratur, quia summa obliquitas, id est parallelismus omnimodus facit omnino ictum evanescere; ab integro autem ictu perpendiculari ad nullum non potest iri per saltum, itaque paulatim per intermedias obliquitates imminuitur ictus), et simul habenda est ratio obliquitatis, adeoque simul et vis et directio dividenda est in duas partes, nec vero dividi potest potentia secundum directionem aliquam AB in duas potentias secundum duas alias directiones componentes, nisi per rectanguli DC latera AD, DB diagonalem habentia AB (per prop. praeced. 23); itaque consequens erat, ut haec divisio potentiae, seu compositio directionis valeret, ex quibus unam solam DB, nempe perpendiculararem in planum contactus CB, ad agendum in corpus ictum excipiens B aptam esse manifestum est.



Propositio 25.

Si corpus incurrens totam vim servat, anguli incidentiae et reflexionis sunt aequales, anguli scilicet ad planum contactus.

In corpus CD (fig. 210) incidat A linea ${}_1A_2A$ angulo obliquo; ajo si reflectitur tota vi quam habuit incurrens, reflecti linea ${}_2A_3A$ tali, ut anguli ${}_1A_2AC$ et ${}_3A_2AD$ sint aequales. Sit triangulum rectangulum ${}_1AE_2A$ et ${}_3AE_2A$, incurrit corpus A motu E_2A (per prop. praec.), et ideo si reflectitur, in linea ${}_2AE$ reflectetur, cum nulla sit ratio declinandi in alterutram partem, et motu quoque qui celeritate sit ut motus E_2A alioqui vim amisisset; jam servat praeterea et motum ${}_1AE$, id est, continuat motum ei aequalem et aequidirectum E_3A ; ergo ex composito motu ${}_2AE$ et E_3A fit motus ${}_2A_3A$, angulo ${}_3A_2AD$ aequali ipsi ${}_1A_2AC$.

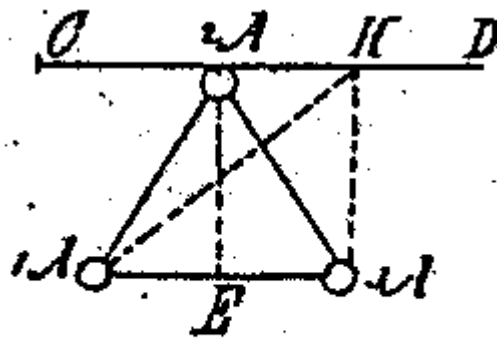


Fig. 210.

Hanc rationem demonstrandi aequalitatem anguli incidentiae et reflexionis primus invenit Keplerus in Paralipomenis ad Vitellionem, quam deinde in rem suam transtulit Cartesius. Sed idem alia non minus pulchra ratione demonstrarunt Veteres, Ptolemaeus et Heliodorus Larissaeus, supponendo in actione lucis quod Natura agit via facillima qua potest. Ergo A pervenit ex ${}_1A$ in ${}_3A$ per reflexionem via facillima qua po-

tuit. Et cum facilitas hic in sola brevitate viae intelligi possit, quia uniforme est medium, sequitur A ex $_1A$ pervenire in $_3A$ per $_2A$ punctum reflectens tale, ut sit $_1A_2A_3A$ omnium possibilium via brevissima.

G.W. Leibniz
Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae
in *Die mathematische Schriften*,
ed. G.J. Gerhardt, Berlin-Halle, 1849-63,
(rist. anast. Hildesheim 1980), vol. II, pp. 488-507

Sezione terza – Dell'urto dei corpi



Proposizione 1

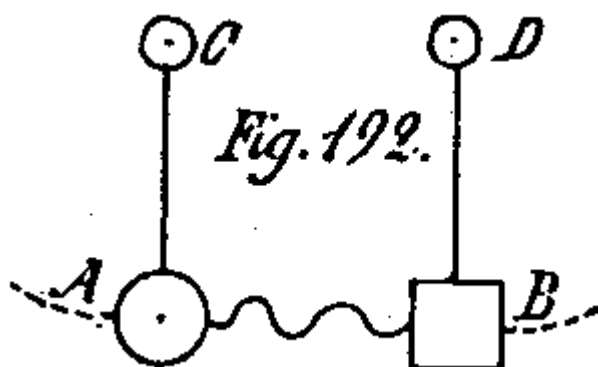
Se un numero qualunque di corpi si urtano in qualunque modo, rimane sempre uguale la potenza assoluta, cioè la somma dei prodotti dei pesi, o quantità di materia, di ciascun corpo, per le altezze, a cui possono salire per effetto delle loro velocità; ossia il prodotto del peso, o quantità di materia di tutti presi insieme, per l'altezza del centro di gravità comune, alla quale esso potrebbe salire per effetto delle velocità presenti nei corpi in questione.

Quanto alla somma dei prodotti del peso o massa per le altezze questo già risulta da quanto dimostrato nel capitolo su causa ed effetto. Infatti per la prop. 7 di detto cap. la potenza rimane costante nei corpi che senza interventi esterni agiscono l'uno sull'altro. Le potenze poi stanno nel rapporto della prima potenza dei pesi e della seconda delle velocità, ossia in quello dei pesi e delle altezze suddette (per la prop. 15 ibid.). Inoltre rimane costante la somma dei prodotti degli innalzamenti moltiplicati per i pesi dei singoli corpi, e del prodotto dell'innalzamento del centro di gravità moltiplicato per la somma dei pesi dei corpi, per la prop. 14 cap. 2 Sez. 1 Part. II, perché le altezze si devono intendere in verticale e quindi parallele fra loro. Non prendo in considerazione che cosa avverrebbe se durante l'urto si aggiungesse l'azione della gravità o qualunque altra azione oltre quella ricevuta in precedenza dai corpi ovvero oltre quella che essi esercitano nell'urto stesso.



Proposizione 2

Se una molla, ritornando allo stato indeformato, agisce su due corpi, imprimerà spinte inversamente proporzionali al peso di quei corpi.



Siano (fig. 192) due corpi A e B connessi da una molla, che, ritornando al suo stato indeformato, agisca su di loro; cioè, se era compressa, respingendoli reciprocamente l'uno dall'altro, se era allungata, attraendoli reciprocamente l'uno verso l'altro; affermo che le velocità che i corpi acquistano sono inversamente proporzionali ai pesi dei corpi. Si supponga infatti che i corpi siano dei pesi da sollevare proprio mentre sono mossi dalla molla, per esempio si supponga che siano su una linea orizzontale e sospesi con funi verticali uguali partenti da C e D; è manifesto che pone più resistenza quello che è sollevato a un'altezza maggiore di quella corrispondente al rapporto inverso dei pesi. Pertanto è necessario che le spinte che i corpi imprimono siano inverse al peso dei corpi (per la prop. 16 del cap. su causa ed effetto). E siccome ciò vale lungo tutto il corso del ritorno allo stato indeformato, anche gli impulsi vivi ottenuti per accumulo da ripetute spinte elementari sempre proporzionali, cioè le velocità finali impresse, saranno inversamente proporzionali ai pesi dei corpi, esattamente secondo la prop. 41 del cap. su causa ed effetto Sez. 4.



Proposizione 3

Fatte le stesse ipotesi, anche se i corpi sono più di due, succederà quello che abbiamo detto nella proposizione precedente, raggruppandone alcuni e considerandoli come un solo corpo, e considerando l'altezza del centro di gravità dei componenti come altezza del gruppo stesso. Pertanto in generale il centro di gravità di uno o di un gruppo di più corpi acquisterà una velocità che stia alla velocità che acquista il centro di gravità dei rimanenti in relazione inversa ai pesi dei corpi di cui quelli sono i centri di gravità.

Si dimostra come la precedente. Se si immagina che i corpi siano sospesi a dei fili verticali, allora distribuendo tutti i corpi in due gruppi e considerando ciascuno dei due gruppi come un unico corpo avente un centro di gravità (come se si immaginasse che fossero connessi da bacchette rigide), non può avvenire che i centri si sollevino più che inversamente rispetto ai pesi, in quanto quel peso, che più deve essere sollevato, pone maggiore resistenza; e in quanto d'altra parte i pesi possono essere immaginati concentrati nei centri di gravità, rimanendo la potenza la stessa (per la prop. 3 cap. 1 Sez. 1 Part. II).

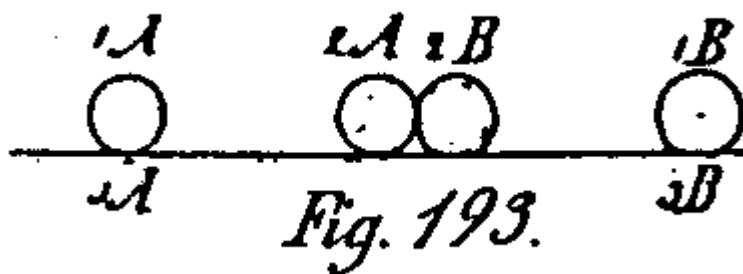
Più corpi sono spinti contemporaneamente da una stessa e unica molla che ritorna allo stato indeformato, anche quando un gas compresso trovando diverse uscite ostruite da altrettanti corpi li spinge tutti insieme. Lo stesso avviene nel rinculo di un'arma da fuoco, quando è emessa la palla. E questa forza è alternativa, nel senso che se uno dei corpi non può essere spostato, sono gli altri che ricevono la forza totale.





Proposizione 4

Se due sfere gemelle (cioè uguali e senza differenze in alcuna cosa) si urtano lungo una retta passante per i centri di entrambe, e dopo l'urto le loro parti sono in quiete come erano prima, ambedue torneranno indietro sulla stessa retta con la stessa velocità con cui erano venute avanti e in direzione contraria (fig. 193).



Poiché infatti dopo l'urto non possono procedere avanti (altrimenti si compenetrerebbero), né deviare, perché non c'è alcuna ragione per cui debbano essere deviate da una parte piuttosto che un'altra, né restare in quiete, altrimenti l'effetto sarebbe più debole della causa, in quanto si perderebbe tutta la loro forza, a meno che naturalmente non l'avessero trasferita alle loro parti, il che è contro l'ipotesi; devono quindi tornare indietro, e in modo che in totale vi sia la stessa forza di prima. Ma siccome non c'è alcuna ragione per cui una acquisti più forza dell'altra, ciascuna acquisterà la metà della forza. Ma anche all'inizio ciascuna delle due ne aveva la metà. Dunque acquisterà la stessa forza che aveva prima. Ma lo stesso corpo che acquista la stessa forza che aveva prima acquista anche la stessa velocità. Dunque la proposizione è dimostrata.





Proposizione 5

Non sono dati corpi perfettamente indeformabili.

Si supponga infatti che siano dati; pertanto si potranno dare due tali sfere, e farle urtare, come nella prop. precedente. Ma così (fig. 193) la sfera posta nel punto $_2A$ passerà da una spinta elementare a procedere nella direzione $_1A_2A$ a una spinta elementare contraria $_2A_3A$, e ciò istantaneamente, il che è assurdo. Infatti ogni cambiamento avviene per passi intermedi. Pertanto in tale urto è necessario che i corpi cedano nelle loro parti, cioè si deformino, in modo che a poco a poco pervengano alla quiete, e poi come la molla ritorna al suo stato indeformato, riacquistino per gradi un moto contrario a quello precedente. La stessa cosa si può dimostrare anche così, che è necessario che nei corpi che si urtano a un certo punto le velocità cambino, e ciò avverrebbe nell'istante dell'urto se i corpi fossero perfettamente rigidi. Ma in Natura non ci può essere alcun cambiamento istantaneo osservabile cioè misurabile, e perciò non si può passare da un grado di velocità ad un altro se non per gradi intermedi.

Da qui si capisce che gli Atomi [indeformabili] non sono compatibili con le leggi della Natura. Del resto quando noi trattiamo i corpi [che ci appaiono] rigidi, li intendiamo che sono sì deformabili, ma ritornano con grande prontezza al loro stato indeformato. Del resto il principio generale, che i cambiamenti o i passaggi non avvengono per salti né rispetto al tempo né ad altre variabili, è della massima importanza in Matematica e nella Natura. Ce ne siamo già serviti nella prop. 38 del cap. su causa ed effetto, e altrove per suo mezzo abbiamo mostrato un metodo a posteriori per smentire le opinioni non ben fondate. Si vedano le *Novellae literariae Batavae* dell'anno 1687, mese di Luglio.



Proposizione 6

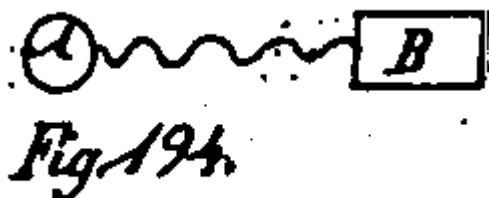
I corpi con i loro moti non agiscono reciprocamente fra di loro direttamente, né sono mossi direttamente, ma solo attraverso le molle in loro contenute.

Poiché tutti i corpi sono deformabili (per la prop. precedente) e poiché è più facile provocare a un corpo per quanto rigido una deformazione finita, che dargli o togliergli una spinta (per la prop. 30 del cap. su causa ed effetto), allora il corpo subirà una deformazione finita prima di poter ricevere da un altro corpo un determinato grado di velocità o spinta, o perderlo per azione dell'altro. E poiché la stessa argomentazione vale sempre, e una volta effettuata una deformazione, ancora è più facile imprimere una nuova deformazione che un movimento, che richiede che il corpo abbia sempre una determinata velocità, quella almeno del corpo che spinge; per cui si può assumere che acquisti deformazioni sempre più piccole, finché la forza della spinta è completamente esaurita. Mai quindi un corpo, se non è deformato da un altro, sarà messo in movimento, se non per effetto del ritorno allo stato indeformato della sua molla interna, che comincia subito ad agire per respingere vicendevolmente i corpi.

Che i corpi siano deformati prima di essere mossi, lo impariamo anche dall'esperienza. Per questo se la velocità dell'impatto è grande, si romperanno piuttosto che muoversi, come possiamo vedere quando una porta socchiusa, colpita dalla palla di piombo di un'arma da fuoco, viene perforata piuttosto che chiusa. Anche se infatti in altri casi occorre una forza maggiore per perforarla che per chiuderla, in questo caso ci sarebbe voluta una forza maggiore per chiuderla di colpo, che per perforarla di colpo. È anche chiaro da ciò che con la forza della sua elasticità, ossia del movimento interno, un corpo può respingere e separare se stesso da un altro, come quando quelli che stanno su una nave la allontanano dalla sponda con una pertica. Considerando attentamente la dimostrazione di questa proposizione si potranno poi ricavare dei paradossi, da cui risulterà che la natura della materia e del moto è molto diversa da quanto si crede comunemente. Ma per ora tralascio questi argomenti.

Proposizione 7

Se due corpi agiscono vicendevolmente l'uno sull'altro, la forza d'azione relativa, cioè (nel caso dell'urto) la forza dell'impatto è uguale, in qualunque dei corpi sia precisamente il moto, purché sia uguale la forza che fa tendere la molla, cioè la velocità della variazione della distanza dei corpi, velocità che chiamo relativa. Ed è uguale la forza esercitata e subita da ciascuno dei due sull'altro. Lo stesso si può estendere al caso di molti corpi col metodo della proposizione 3.



Infatti (fig. 194) la molla, per mezzo della quale il corpo A agisce su B o viceversa, è tesa nello stesso modo, posta uguale la velocità relativa, chiaramente di avvicinamento o di allontanamento, con cui per es. il filo elastico AB è allungato o accorciato. Ma l'azione di un corpo su un altro corpo non avviene se non attraverso una molla (dalla prop. 6), e la molla agisce ugualmente e contemporaneamente su ambedue i corpi, imprimendo loro forze relative uguali (per la prop. 2 di questa sezione; vedi anche la prop. 41 Sez. 4). Pertanto ambedue subiscono la stessa azione, e quindi (poiché non subiscono azioni se non l'uno dall'altro sia pure mediate dalla molla) esercitano anche la stessa azione l'una sull'altro. Lo stesso si deve concludere per l'urto diretto dei corpi, quando la molla è contenuta nelle parti dei corpi stessi.

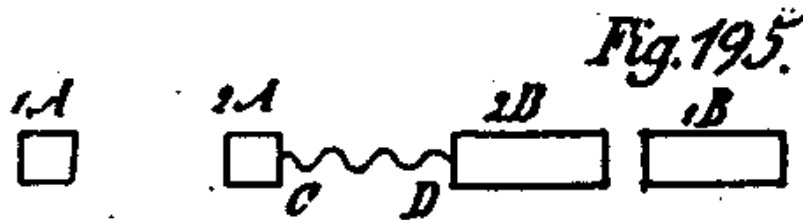
Proposizione 8

Due corpi che si urtano frontalmente con velocità che siano inversamente proporzionali ai pesi dei corpi stessi, agiscono vicendevolmente con la propria forza totale, e sono respinti con la stessa velocità con cui erano avanzati, a condizione che siano sufficientemente elastici, e la forza dell'impatto non sia assorbita dalle parti del corpo stesso.

Infatti restano fermi l'uno rispetto all'altro (per la prop. 41 Sez. 4). Pertanto tutta la forza con cui agiscono è da loro persa e trasferita nella loro molla, in quanto (per la prop. 6 di questa sezione) non possono subire azioni se non dalla molla in direzioni opposte, e d'altra parte non possono avanzare o deviare. Acquistano allora velocità inversamente proporzionali (per la prop. 2 di questa sezione) e perciò (poiché la somma deve dare la stessa forza, per la prop. 1 di questa sezione) uguali a quelle originarie.

Proposizione 9

La forza relativa con cui due corpi possono agire vicendevolmente l'uno sull'altro è quella parte della forza assoluta che si ottiene attribuendo ai corpi velocità inversamente proporzionali ai pesi dei corpi stessi, e di grandezza tale che ne derivi la stessa velocità relativa, che hanno ora in conseguenza dell'urto.



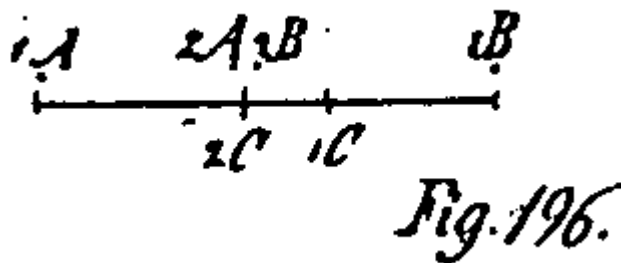
Poniamo (fig. 195) che la distanza dei corpi fosse prima ${}_1A_1B$ e poi ${}_2A_2B$, e che con questa variazione sia stata messa in tensione la molla CD, mediante la quale i corpi agiscono vicendevolmente. Ora se la velocità ${}_1A_2A$ stesse alla velocità ${}_1B_2B$ come il peso B sta al peso A, la forza assoluta dei corpi che hanno questi moti sarebbe uguale alla loro forza relativa (per la prop. 8). E la forza relativa dei corpi così mossi è uguale alla forza relativa degli stessi corpi mossi di moto comunque distribuito in modo diverso, purché rimanga costante la velocità relativa di avvicinamento reciproco, cioè rimanga uguale la differenza fra ${}_1A_1B$ e ${}_2A_2B$ (per la prop. 7). Quindi la forza assoluta suddetta è uguale a quella relativa che abbiamo spiegato.

Proposizione 10

La forza relativa con cui i corpi agiscono non cambia di quantità per la loro azione vicendevole, né da questa è cambiata la velocità relativa, purché i corpi non esercitino e subiscano azioni se non fra di loro, e nessuna porzione delle forze sia trattenuta dalle loro parti. Tutto quello poi che è stato detto di due corpi, si può estendere a molti corpi col procedimento della proposizione 3 o 7.

Infatti la forza relativa dell'azione è stata trasferita alla molla (solo attraverso la quale un corpo agisce su un altro corpo, prop. 6), e siccome detta forza non è assorbita né da qualche terzo corpo né dalle parti dei corpi (secondo l'ipotesi), è restituita dalla molla ai corpi. Ma se rimane uguale la forza relativa, è necessario che rimanga uguale anche la velocità relativa, altrimenti i corpi non avrebbero più la stessa forza relativa di azione, se per caso si urtassero di nuovo o agissero fra di loro (per la prop. 7). La stessa cosa si può spiegare così: La velocità relativa uguale produce un'uguale tensione della molla. A sua volta, la forza della molla, ossia dell'urto, è tanto grande quanto quella dei due corpi che sono trasportati con velocità inversamente proporzionali, le quali esercitano la stessa forza relativa (per la prop. 9). Quindi questa forza è stata sottratta, e andrebbe persa se non fosse restituita ai corpi. Ma secondo l'ipotesi essa non è assorbita né dalle parti, né da una causa esterna; quindi deve essere restituita totalmente. Come ciò avvenga, vedremo adesso in dettaglio. Mentre (fig. 196) A e B si scontrano con velocità ${}_1A_2A$ e ${}_1B_2B$, e passano da ${}_1A_1B$ a ${}_2A_2B$, tagliamo il segmento ${}_1A_1B$ in un punto C in modo che AC stia a BC come il peso B al peso A; da ciò si genererà una forza dell'urto come se si fossero scontrati A con velocità ${}_1A_1C$, e B con velocità ${}_1B_1C$ (per la prop. 9). Questa è una forza assoluta, che i corpi avrebbero apportato, e se dalla forza assoluta totale si sottraggono quelle relative dei due moti, il complesso dei due corpi si muoverebbe con la forza residua. In ogni caso infatti c'è una forza residua, sottratta la forza dell'urto, in quest'insieme, altrimenti una parte della forza totale andrebbe perduta, contro la prop. 1. Tutto l'insieme poi si muoverebbe unito, se i corpi non si respingessero di nuovo rispet-

tivamente l'un l'altro per il ritorno allo stato indeformato della molla; infatti fin quando i corpi ancora si spingono, non hanno ancora trasferito tutta la forza dell'urto nella molla (vedi la dimostrazione della prop. 6), ma nel momento in cui cessano di spingersi, restano uniti (avendo perso la spinta elementare ad avvicinarsi di più, cioè la velocità relativa), finché non sopraggiunge qualcosa di nuovo, che è il ritorno allo stato indeformato della molla. Ma se la molla è trasportata con moto comune insieme ai corpi, li separerà l'uno dall'altro nello stesso modo che se quel moto comune non ci fosse (come nella prop. 2), cioè con velocità inversamente proporzionale a ciascuno e grande tanto quanto richiede la forza della molla e la grandezza dei corpi, cioè appunto la precedente forza relativa impressa alla molla. Bisogna dunque che ai corpi sia data la stessa velocità di allontanamento, che prima era stata di avvicinamento, ossia che A rimbalzi con velocità proporzionale a ${}_1A_1C$ e B proporzionale a ${}_1B_1C$, in modo che anche la velocità relativa resti la stessa di prima. La velocità comune con la quale si muoverebbero se mancasse l'azione della molla, sarebbe quella che prima dell'urto aveva il centro di gravità, cioè ${}_1C_2C$, come vedremo subito.



Se invece i corpi non sono perfettamente elastici, e quindi le parti che subiscono compressione assorbono una parte della forza e non la restituiscono di nuovo ai corpi, questa quantità della potenza relativa viene meno, e parimenti se i corpi sono costituiti di una materia molle e tenera, in modo che dopo l'urto restino uniti, la forza relativa è persa, e resta solo la forza progressiva dell'insieme, di cui abbiamo già detto. Se quin-

di una materia, come il legno, non è perfettamente elastica, una parte della forza relativa cioè della potenza dell'urto sarà assorbita dalle parti del legno, e una parte sarà restituita all'insieme dei corpi, nella misura in cui si respingono l'un l'altro vicendevolmente a causa dell'urto.

Proposizione 11

La potenza assoluta dell'aggregato di più corpi derivante dal loro moto è composta dalla loro forza relativa di azione l'uno sull'altro, e dalla forza progressiva (di azione verso un terzo) esercitata come un sol corpo, ossia la forza traslazionale.

Siano un numero qualunque di corpi posti in moto o in quiete, e si supponga che a un certo momento siano connessi con bacchette rigide o elastiche a piacere (il che non aumenta né diminuisce la forza, purché questa struttura non eserciti per sé alcuna azione), allora anche la forza di allontanamento o di avvicinamento rispettivo che è nei corpi, cioè la forza relativa, sarà esercitata dalle bacchette rigide o elastiche, e sarà trasferita alla molla o a un vincolo di qualunque natura. E questa forza trattenuta dalla molla o dalla resistenza dei vincoli, sottratta dalla potenza totale del sistema, che si conserva (per la prop. 1), darà per differenza la potenza con la quale l'intero corpo unito, composto dai molteplici corpi dati, tenderà a procedere.

Proposizione 12

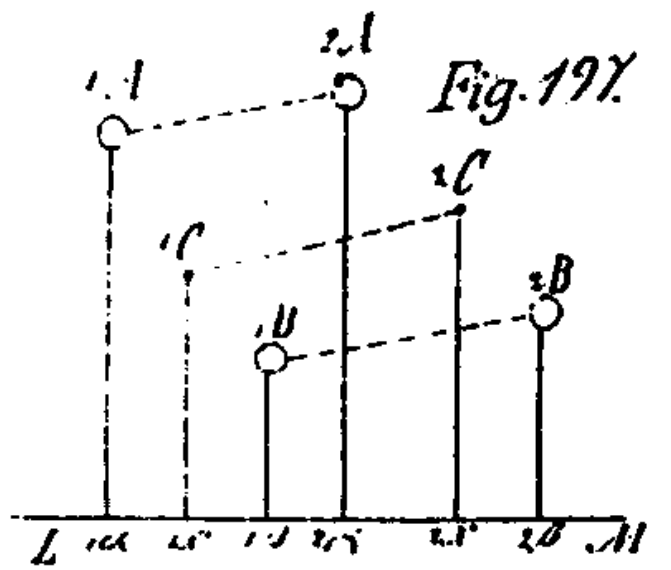
Nell'urto non cambia la forza progressiva, ossia la forza traslazionale, sommata sui diversi corpi, ma è uguale prima e dopo l'urto, e successivamente nei corpi che si muovono da soli liberamente, e rimarrà uguale la grandezza non certo del moto, ma della quantità di moto secondo qualunque componente, e uguale la velocità del centro di gravità dell'intero sistema. E non importa se i corpi siano molli o duri, ossia perfettamente elastici.

Infatti la potenza assoluta rimane sempre uguale (per la prop. 1), ed è composta dalla forza relativa cioè quella dell'urto, e da quella progressiva cioè quella traslazionale totale (per la prop. 11); ma rimane uguale la forza relativa sia nei corpi sia nelle loro parti che l'hanno assorbita (per la prop. 1); quindi anche la forza traslazionale totale rimane uguale. Inoltre poiché, come abbiamo mostrato, resta uguale la forza progressiva, naturalmente quella che rimarrebbe dopo aver sottratto la forza relativa, cioè quando la massa fosse condensata in un unico corpo rigido, certamente rimane anche uguale la velocità di avanzamento; infatti restando la stessa forza nello stesso corpo, resta uguale la velocità. Pertanto resta uguale anche la quantità di moto ossia il prodotto della velocità di avanzamento per la massa totale del corpo ossia il peso, naturalmente purché quella velocità, ossia la spinta dell'avanzamento, trovi un'uscita, il che avviene naturalmente se i corpi si muovono da soli e liberamente, altrimenti quella velocità resterà solo, allo stato potenziale, come spinta elementare, come quando i corpi sono trattenuti da un centro immobile in una rotazione, in modo che non possono proseguire secondo le tangenti nella direzione che hanno; sebbene più avanti mostreremo che questi impedimenti non avvengono realmente, ma solo in apparenza, in quanto nessuna spinta elementare si distrugge, ma semplicemente si compone con le altre. Inoltre se i corpi si muovono da soli liberamente, ossia con la forza della loro precedente spinta e secondo la propria direzione, si muoveranno in linea retta e con moto uniforme. E allora anche il centro di gravità andrà sempre con la stessa velocità lungo la stessa retta verso la stessa destinazione. Infatti si supponga che spariscono le forze relative dei

corpi, il che può avvenire, se supponiamo che a un corpo sia aggiunta una velocità relativa uguale e contraria alla precedente (di allontanamento se si avvicinava, e viceversa) inversamente proporzionale ai corpi che si fronteggiavano; così infatti sparisce quel moto, che come abbiamo mostrato nella prop. 9 costituisce la forza relativa, in quanto l'uno è compensato da un altro uguale e contrario; allora l'intera massa, cessando la variazione della distanza fra le parti della massa stessa, si muoverà col moto di un unico corpo rigido di moto rettilineo equidistribuito, e così il centro di gravità avanzerà in modo uniforme e diritto. Preferisco qui servirmi dell'ipotesi della compensazione del moto piuttosto che di una connessione in un corpo rigido, ad evitare che nel caso della condensazione l'avanzamento si trasformi in parte in rotazione, che invece resterà rettilineo, se ai moti rettilinei uniformi già esistenti (secondo l'ipotesi) non si aggiunge nient'altro che le spinte rettilinee compensative, per la prop. 3 cap. 2 Sect. 1 Part. II. Inoltre prima di questo mutamento, che ha introdotto la variazione delle distanze, il centro di gravità della massa totale si muoveva nello stesso modo di adesso; e lo dimostro da questo, che il centro di gravità di due qualunque tra i corpi si muoveva nello stesso modo di adesso. Quindi lo stesso faceva il centro di gravità dell'intero aggregato. Quanto al centro di due corpi qualunque il fatto è evidente, perché sia che i corpi non si allontanino fra loro, sia che si allontanino con velocità inversamente proporzionali ai pesi dei corpi, il centro di gravità rimane nello stesso punto. Così dunque abbiamo dimostrato una seconda volta (come avevamo dimostrato precedentemente per i moti paralleli la prima volta nella prop. 11 del cap. sulla direzione, e nella prop. 17 dello stesso cap. lo avevamo ricavato con sole considerazioni di Geometria a proposito del moto libero di corpi che non si urtano), che il centro di gravità di un qualunque numero di punti e così pure di corpi estesi che descrivono linee rette con moto uniforme avanza in linea retta con moto uniforme, e con la stessa velocità con cui la massa totale, sottratta la forza relativa, deve avanzare. La quale velocità si ottiene sottraendo la forza relativa (da determinare secondo la prop. 9 nei singoli corpi, e quindi anche nel tutto) dalla forza assoluta del complesso (per la prop. 11), e la differenza sarà la forza di avanzamento, da cui, conoscendo la massa del corpo, si calcola la velocità di avanzamento di questa

massa. Del resto la quantità di moto del centro di gravità totale non cambia per l'urto dei corpi, perché il centro di gravità di quelli che si urtano (nei quali si potrebbe pensare che ci sia questa variazione) non varia nell'urto, in quanto essi agiscono vicendevolmente l'uno sull'altro, e agiscono attraverso la molla (prop. 6), la quale ripartisce fra di loro la velocità relativa (come velocità di allontanamento reciproco) in rapporto inversamente proporzionale ai pesi dei corpi (per le prop. 2 e 3 di questo capitolo); ma i corpi che si avvicinano o si allontanano con velocità inversamente proporzionale, non cambiano per questo la posizione del centro di gravità, in quanto questo divide anche la distanza fra i corpi in parti inversamente proporzionali ai pesi dei corpi a cui si riferiscono. In generale quindi, il centro di gravità comune di corpi che si muovono da soli (ossia mantenendo la forza che avevano da prima) e liberamente (senza niente che li trattenga) e perciò su linee rette e con moto uniforme, procede uniformemente lungo una retta verso la stessa destinazione, sia che i corpi si urtino fra loro, sia che no. Lo stesso dicasi se il moto fosse crescente proporzionalmente. Inoltre avanzando il centro di gravità con moto rettilineo uniforme, anche la quantità di moto dei corpi moventisi da soli e liberamente, di cui quello è il centro, rimarrà uguale, verso la stessa destinazione e nella stessa direzione. Infatti (fig. 197) si prenda una retta qualunque LM, e si supponga che i punti mobili A, B, C avanzino con moto uniforme sui segmenti ${}_1A_2A$, ${}_1C_2C$, ${}_1B_2B$; allora essi avanzeranno con moto uniforme anche nella direzione parallela a questa retta con velocità che saranno rappresentate dai segmenti ${}_1\alpha_2\alpha$, ${}_1x_2x$, ${}_1\beta_2\beta$, che abbiamo supposto tracciati perpendicolari, e paralleli fra di loro, dalle posizioni suddette dei punti A, B, C alla retta LM. Ma in qualunque moto parallelo di punti il prodotto dello spostamento ${}_1x_2x$ del centro di gravità per i pesi dei corpi A, B, ossia per i segmenti AC+CB, è uguale alla somma o, se i moti sono contrari, alla differenza del prodotto del peso A per il suo spostamento ${}_1\alpha_2\alpha$, e di quello del peso B per il suo spostamento ${}_1\beta_2\beta$, cioè alla quantità di moto totale (come abbiamo mostrato nella prop. 12 cap. 2 sect. 1 Part. II), e abbiamo dimostrato che quello che è vero per due punti, lo è per un qualunque numero di punti, e quindi anche per un qualunque numero di mobili che sono costituiti di punti, ossia sono nient'altro che somme di punti, cioè di corpi abbastanza picco-

li, in modo da evitare l'errore, che così resta minore di una qualsiasi quantità data. Ma si può mostrare anche in un altro modo, che ciò che è vero dei punti, lo è ugualmente di mobili qualsiasi, i cui punti si muovono di moto rettilineo equidistribuito, come in questo caso supponiamo si muovano i singoli corpi. Infatti la quantità di moto del corpo è data dal prodotto dello spostamento percorso da uno qualunque dei suoi punti per il peso del corpo, come se quindi tutto il peso fosse concentrato in uno solo dei punti (per es. nel centro). Siccome dunque, considerando il moto nella direzione della retta data LM, è sempre uguale la quantità della somma delle quantità di moto e del prodotto del moto del centro di gravità totale per la somma dei pesi dei corpi, ma d'altra parte il moto del centro di gravità ${}_1C_2C$ nella stessa direzione è sempre di uguale velocità, e quindi lo è anche rispetto alla direzione della retta LM, cosicché anche il moto ${}_1x_2x$ è sempre di uguale velocità; in ogni caso anche la somma totale degli avanzamenti in una stessa direzione (sottratti naturalmente gli avanzamenti in senso contrario se ve ne sono, per la citata prop. 12) resterà costante in qualunque direzione.



È chiaro che queste cose sono vere anche se una parte dell'urto è assorbita, per la plasticità dei corpi che si urtano, e trasferita a parti non osservabili di questi, perché la forza totale della traslazione non dipende in alcun modo dalla forza dell'urto, né da questa è alterata. Da ciò deriva che questa regola si ritrova approssimativamente vera anche nel caso sperimentale di corpi che si muovono quasi liberamente, come si può osservare nei pendoli, anche se una parte della potenza relativa si perde nell'urto, e in queste condizioni nella pratica la somma totale della potenza assoluta non è conservata. Tuttavia la diminuzione stessa, facendo qualche esperimento su una materia di una data specie, può essere resa calcolabile, e in seguito essere predetta nelle altre parti della stessa materia. Nel caso che i corpi nell'urto restino uniti, si avrà solo la conservazione della potenza traslazionale, perdendosi la forza dell'urto.

Vale la pena di osservare ancora un'altra cosa, che nella forza relativa si conserva la grandezza del movimento e similmente nella forza traslazionale la grandezza della quantità di moto, ossia il prodotto del peso per la velocità, anche se in altri casi, pur conservandosi la potenza, le velocità non si conservano, come abbiamo mostrato nella prop. 40 del cap. su causa ed effetto. La ragione di questo fatto è che in questo caso rimane uguale anche la quantità di materia. Ma in quanto le potenze stanno nel rapporto costituito sia dai pesi dei corpi sia dai quadrati delle velocità, restando costante la quantità di materia, è necessario che rimanga uguale il quadrato della velocità, e quindi uguale la velocità stessa. È manifesto allora che rimane sempre uguale la grandezza in cui deve essere tradotta la potenza, tanto nella forza d'urto, quanto nella forza traslazionale. Infatti nella forza dell'urto ossia relativa rimane uguale la forza relativa in un corpo qualunque rispetto a un altro qualunque, cioè la forza d'urto media totale, che da essi può essere esercitata reciprocamente, e quindi rimane anche uguale la velocità relativa dello stesso corpo, sebbene acquisti la direzione contraria. Nella quantità di moto rimane anche uguale la quantità di materia, naturalmente dell'insieme totale dei corpi, e da ciò restando uguale la forza progressiva ossia traslazionale, rimane costante anche la velocità del centro di gravità ossia del moto totale. Ma non per questo rimane uguale la quantità di

moto nel totale, perché la quantità di moto totale si ottiene sottraendogli le quantità di moto contrarie, quindi nella misura in cui si ha compensazione la grandezza del movimento in parte si perde. Dal che ha origine la seguente proposizione 13.

Proposizione 13

Solo allora rimane uguale la grandezza del movimento prima dell'urto e dopo l'urto, quando sia prima dell'urto i corpi andavano insieme nella stessa direzione, sia dopo l'urto vanno di nuovo insieme nella stessa direzione, e non in direzioni reciprocamente opposte. Nel caso che prima dell'urto due corpi andavano in direzioni opposte l'uno all'altro e dopo l'urto all'inverso, naturalmente considerando le componenti in una determinata direzione, in queste condizioni la differenza fra le grandezze dei movimenti prima dell'urto è uguale alla differenza dopo l'urto. Nel caso che i corpi mutino il moto da concordante a opposto o viceversa, la somma delle grandezze del movimento nel moto concordante sarà uguale alla differenza delle stesse nel moto opposto, naturalmente per entrambi nella stessa direzione in cui il moto opposto è considerato. Lo stesso avviene nel caso di più corpi, in quanto, considerandone un certo numero come riunito in uno solo, è possibile considerare tutto l'insieme come due corpi, come sopra.

La dimostrazione è evidente dalla trattazione precedente. Rimane infatti uguale la quantità del moto prima e dopo l'urto; e se questa si ottiene per semplice addizione delle quantità di moto (cioè delle grandezze del movimento) di ambedue i corpi nei due stati (prima e dopo l'urto), certamente resta costante anche la grandezza assoluta del movimento; ma nelle condizioni in cui c'è bisogno della sottrazione in uno dei due o in entrambi gli stati, questa quantità di moto totale è data dalla differenza delle grandezze del movimento in quella direzione. E così in queste condizioni la differenza dei singoli moti ossia delle quantità di moto in uno stato è uguale alla differenza o alla somma fatta nell'altro stato.

Proposizione 14

Se i corpi si muovono per loro spinta, allora qualunque ipotesi si faccia per i fenomeni dei corpi, una volta che essa giustifichi la situazione fra di loro in uno stato precedente ossia nella causa, la giustificherà anche in qualunque stato successivo ossia nell'effetto, e ne conseguiranno sempre gli stessi fenomeni, ossia (per dirla in breve) ipotesi diverse non possono essere distinte fra di loro.

Infatti dato un moto libero a causa di una forza precedente impressa una volta, cioè in moto rettilineo uniforme, prima dell'urto le ipotesi non possono essere distinte (come risulta in Geometria dalla prop. 16 cap. 2 sez. 1 Part. II). Ma non sono distinte nemmeno nell'urto. Infatti purché sia la stessa la velocità relativa dei corpi, i corpi agiscono nello stesso modo vicendevolmente fra di loro, ossia purché sia uguale la forza dell'urto (per la prop. 7 qui). Ma la forza dell'urto è trasferita alla molla dei corpi, e i corpi che si urtano, se la molla non restituisce loro la forza del tutto o in parte, proseguirebbero uniti (come abbiamo mostrato per la prop. 10). Quando dunque la molla restituisce la forza, si compongono due moti (non per arbitrio di noi che l'immaginiamo, ma proprio per la natura del fatto), uno comune, l'altro proprio e inversamente proporzionale ai corpi, e uguale al precedente, e perciò capace di ridare la velocità relativa precedente (come abbiamo mostrato nella prop. 10), se la molla restituisce tutta la forza ricevuta; ma se una parte della forza è assorbita dalle parti di un corpo non perfettamente elastico, la molla non dimeno tutta la forza che darà ai corpi la darà in rapporto inverso, e la velocità relativa precedente sarà soltanto diminuita in un rapporto fisso. E poiché tutte queste cose avvengono nello stesso modo, qualunque sia stato il vero moto dei corpi prima dell'urto, è chiaro che pure attraverso l'urto le ipotesi non possono essere distinte.



Proposizione 15

Se ai corpi è aggiunto un moto comune rettilineo, le loro azioni reciproche rimangono le stesse e gli stessi restano i fenomeni fra di loro. E se molti corpi oltre ai moti propri sono trasportati col moto comune rettilineo di un solo corpo (come di una nave), niente cambia per questo riguardo ai moti propri.

Infatti il moto comune non cambia le distanze dei corpi fra di loro e quindi le velocità relative, come è evidente. Per cui non sono cambiate (per la prop. 7 qui) neanche le forze relative e (per la dimostr. nella prop. 16 cap. 2 sez. 1 Part. II) i fenomeni dei corpi stessi fra di loro.

Da ciò segue che noi possiamo servirci tranquillamente delle composizioni dei moti senza alterare la potenza, il che in altre circostanze era soggetto a qualche dubbio. Infatti un corpo, che è trasportato con due velocità uguali composte fra di loro, non ha una potenza nella direzione risultante uguale alla somma delle potenze nelle direzioni componenti, a meno che le direzioni non formino un angolo retto. Intanto, la natura consegue nondimeno, per effetto delle leggi precedenti, la conservazione della stessa potenza assoluta che si calcola da un moto composto. Poi queste cose sono in accordo con gli esperimenti. Se su una nave che avanza in linea retta e non subisce scosse ti diverti a provocare degli effetti di moto, sperimenterai gli stessi fenomeni che sulla terra. E, nell'esperimento di Gassendi, le frecce che sono lanciate dalla nave raggiungono la nave, che sta volando via per la forza dei remi, e ricadono su di essa, esattamente come se fossero lanciate sulla nave ferma all'ancora, perché naturalmente oltre al moto prodotto dal lancio, la freccia aveva anche il moto della nave, prima che ne fosse separata. Per cui se uno è trascinato insieme a un corpo grande e non procedente in linea retta, e gli è impedito di prendere coscienza dall'esterno di uno stato di quiete accertato o di un moto riconosciuto, non ha modo di conoscere se gli sia toccato un luogo in quiete o in moto. Nei moti circolari e in genere curvilinei sembra a prima vista che queste cose non valgano, e varrà la pena di investigare nel seguito la causa di questo e le correzioni necessarie.



La Proposizione 16 non esiste nel testo originale

Proposizione 17

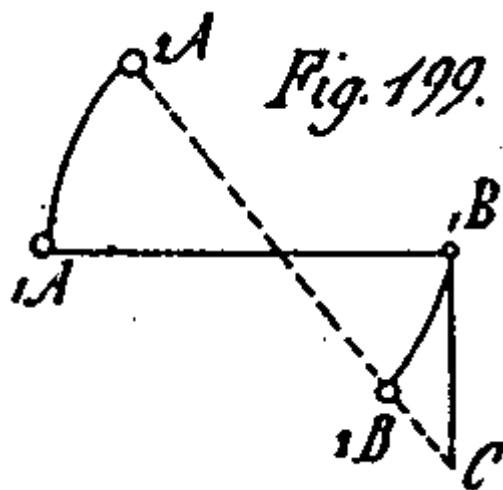
Tutti i moti sono composti di moti rettilinei uniformi.

Infatti ogni moto è per se uniforme e rettilineo; nei corpi d'altra parte ogni azione deriva da un moto. Infatti un moto rettilineo non può essere deviato se non per la spinta di un altro moto che sopraggiunge, anch'esso per se rettilineo (considerando che persiste anche il moto precedente), e quindi non si può immaginare alcuna origine di un moto curvilineo e non uniforme, se non attraverso la composizione di moti rettilinei uniformi.



Così come questa proposizione può essere usata per dimostrarne alcune seguenti, può a sua volta essere dimostrata dalle seguenti, in quanto queste possono essere dimostrate anche per altra via, come sarà chiaro in particolare alla prop. 20. Quindi se un corpo, agganciato da un altro, dal suo moto rettilineo è costretto a ruotare in cerchio, giudico che in realtà tenda a proseguire in linea retta, anche se per la forza dell'adesione, che considero derivante da un moto, è spinto verso il centro. E immagino che la Natura, con modalità sconosciute, conservi tutte le sue spinte elementari, anche quelle particolari, e le conduca al fine. Certamente nell'urto di corpi uguali avviene (come mostreremo più avanti), che le velocità assolute e le direzioni si scambino fra di loro. Per cui se in un dato tempo (fig. 198) A e B da ${}_1A_1B$ passano ad ${}_2A_2B$ e nello stesso tempo dopo l'urto ${}_2A_2B$ passano a ${}_3A_3B$, avverrà che da ciò tutto risulti come se ciascun corpo avesse proseguito il proprio percorso senza alcun urto; infat-

ti in luogo di A, che in assenza di urto sarebbe giunto ora nel punto ${}_3B$, vi è invece pervenuto B; e in luogo di B, che in mancanza di urto sarebbe ora giunto nel punto ${}_3A$, vi è invece pervenuto A. E poiché l'uno è uguale all'altro, è chiaro che la Natura ha raggiunto il suo scopo in modo equipollente. E nello stesso modo in cui vediamo che nella propagazione del suono la natura divide spontaneamente in parti uguali gli oggetti elastici oscillanti, perché naturalmente in tale rapporto le vibrazioni si armonizzano meglio; così può succedere che gli urti per legge di natura avvengano così come se i corpi ineguali fossero composti di molte parti uguali. E ancora poiché ritengo che ogni spinta elementare abbia in qualche modo il suo esito, se (fig. 199) due corpi A,B, attaccati alle estremità di una bacchetta, sono fatti ruotare intorno al punto medio come centro e sono spinti ad allontanarsi da esso, stimo che in realtà il corpo si allontani e si muova da B verso C, ma, per la spinta contraria di corpi impercettibili, sia respinto indietro verso il centro da C verso ${}_2B$, e non ci sia altra causa del fatto che resti attaccato, come sarà più chiaro fra poco.



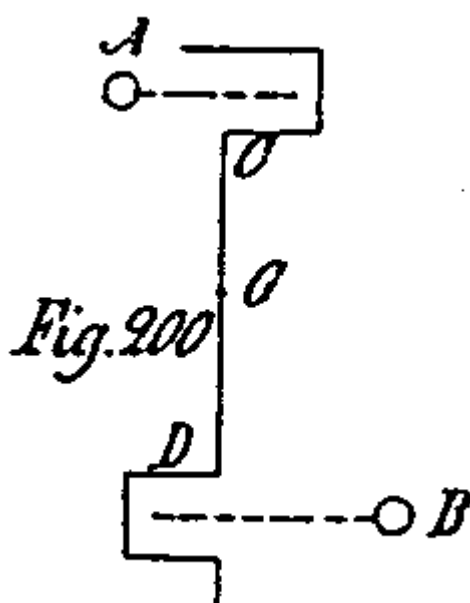
Proposizione 18

Se nel complesso dei corpi che si urtano si origina dall'urto una rotazione, questa avviene intorno al centro comune di gravità, ed essendo i moti contrari inversamente proporzionali ossia rispettivamente uguali si compensano dalle due parti. E quindi si conservano uguali sia la forza relativa sia la forza progressiva ossia la quantità di moto rettilineo uniforme di detto centro, come nei moti rettilinei, così anche nei circolari uniformi, e in genere in quelli curvilinei che nascono dalla composizione di questi. Se poi i moti non sono tali, almeno possono essere intese tali le spinte elementari, e specialmente le ultime spinte elementari prima dell'urto, che perciò produrranno spontaneamente detti moti o almeno, se ne sono impediti, spinte elementari all'indietro di natura tale da conservare la somma della quantità di moto in una data direzione.

Questa conservazione della quantità di moto direzionale totale segue dalla precedente dimostrazione, perché abbiamo mostrato sopra che è vera nei moti rettilinei uniformi (prop. 12), e da questi per detta proposizione precedente tutti gli altri sono composti. Ma questo sarebbe da interpretare sottintendendo dei moti impercettibili di corpi circostanti impercettibili, per la cui spinta le parti dei corpi sono spinte le une verso le altre; dal che sorge la solidità ossia la coesione. La stessa cosa tuttavia, anche se i corpi non sono tenuti stretti da altri esterni, può essere mostrata per altra via, assumendo come normalmente si fa che i corpi siano solidi per se senza prendere in considerazione le cause della solidità; ma allora la proposizione non vale in generale, però risulta valida per i moti uniformi e per le spinte elementari di qualunque tipo, come l'abbiamo formulata.

Poniamo (fig. 200) che due corpi uguali A,B, con moti uguali paralleli e direzioni contrarie colpiscano i bersagli ossia le cavità C e D poste alle estremità del segmento CD, e così trasformino i moti rettilinei in una rotazione; è evidente che il loro centro G (che è nel punto medio del segmento CD) come era in quiete prima della rotazione, così sarà in quiete anche dopo di essa, se consideriamo il segmento stesso privo di massa, o, se è fatto di materia, come avente il suo centro pure in G. Se poi i cor-

pi sono diseguali o si muovono con velocità diverse, sorgerà un conflitto, e precisamente sono rettilinei e uniformi i moti dei corpi che si urtano, per ipotesi (e le spinte elementari sempre), in base alle leggi fin qui enunciate dei moti rettilinei uniformi ossia liberi e procedenti da soli, anche se poi sono mutati o da un'azione esterna o da un ostacolo.



Pertanto così tenderanno a muoversi i corpi A,B, e parimenti il loro centro di gravità comune, come le leggi sopraddette prescrivono, cosicché il centro se prima era in quiete sarà ancora in quiete, se prima si muoveva, tenderà a continuare a muoversi con lo stesso moto in linea retta. E queste spinte elementari non sono impedita nella conversione del moto rettilineo in uno circolare se non per una differenza infinitamente piccola ossia trascurabile. Poniamo infatti (fig. 201) che il punto A tenda ad avanzare lungo la retta ${}_1A_2A$, ma colpendo in D l'estremità della bacchetta AD sia costretto a ruotare e deviare in $({}_2A)$ ossia ${}_2D$, e invece del

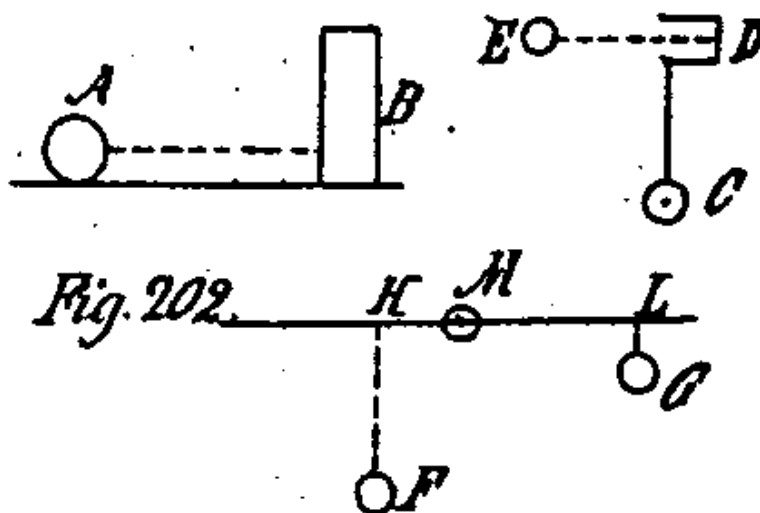
segmento ${}_1A_2A$ descriva l'arco ${}_1D_2D$; è chiaro che all'inizio ossia nel momento stesso della trasformazione del moto rettilineo in una rotazione, la direzione non è variata di una differenza maggiore di quella dell'angolo di contatto, che è infinitamente minore di qualunque tratto rettilineo, e che la differenza fra il segmento ${}_1A_2A$ e l'arco ${}_1D_2D$ è infinitesima rispetto alle due entità differenti, e che quindi la forza centrifuga (che è data dal segmento ${}_2A({}_2A)$, cioè dalla differenza fra il raggio di $A({}_2A)$ e la secante R_2A) è infinitamente minore della velocità (che è data dal segmento ${}_1A_2A$) e perciò all'inizio si deve ritenere nulla la variazione, che infine col progredire del moto diventa apprezzabile per la ripetizione continua; e lo stesso avviene in tutti gli altri punti, che passano da una spinta elementare rettilinea a una rotazione. È un punto che deve essere in quiete in assenza di rotazione, sarà ancora in quiete nonostante la rotazione dei corpi, perché non si può neppure immaginare in esso l'inizio della variazione, ed essendo nullo ${}_1A_2A$, tanto più è nulla la deviazione e la forza centrifuga, e perciò lo stesso ${}_2A({}_2A)$. Pertanto se il centro di gravità è in quiete prima dell'urto, o all'inizio dell'urto, non ha nessuna velocità di avanzamento, e anche dopo, in conseguenza della forza dell'urto e delle spinte elementari, per se rettilinee, sorte da questa, non deve avere nessuna velocità; e anche quando avviene la rotazione non avrà nessun moto; e neppure sarà ruotato, perché abbiamo mostrato che la rotazione non è altro che un moto che per se continuerebbe rettilineo, ma è attualmente deviato da un'alterazione infinitesima. Per ciò stesso quello che abbiamo mostrato per un centro in quiete, si adatta anche ad uno in moto. Poiché infatti si è mostrato nella prop. 15 che le composizioni di moti rettilinei ossia le variazioni dell'ipotesi non cambiano nulla nei fenomeni, possiamo assegnare a tutto l'insieme un moto comune tale che sia come se tutti i corpi fossero trasportati su una nave, per un osservatore interno alla quale il centro di gravità sia in quiete, anche se a chi osserva in modo assoluto ossia da una riva immobile i fenomeni appaiono uguali a come detto prima. Ma nella nave tutto deve accadere nello stesso modo, sia che la nave si muova sia che stia ferma. Pertanto nella nave anche dopo l'urto seppure nasce una rotazione il centro di gravità sarà in quiete, se era in quiete prima dell'urto; proprio come poco fa abbiamo mostrato che avverrebbe, se il moto della nave non ci fosse, os-

sia il centro realmente stesse in quiete in assoluto. Intanto il tutto avanzerà col moto della nave ossia col moto comune, e avverrà che per l'osservatore esterno alla nave il centro di gravità, come abbiamo supposto prima dell'urto, avanzerà con la stessa velocità, e quindi parlando in assoluto avanzerà come prima senza alcuna rotazione; gli altri punti (come nella nave) ruotano intorno al centro stesso considerato immobile, e in aggiunta avanzano con lo stesso moto comune rettilineo dell'avanzamento totale; ma, in quanto ruotano, compensano vicendevolmente gli avanzamenti e gli arretramenti ossia i moti contrari inversamente proporzionali ai pesi dei corpi per la natura della rotazione, in cui i lati opposti sono trascinati in direzioni contrarie, e in questo modo la forza relativa sempre si conserva; e se tutti i corpi fossero liberati dalla rotazione e seguissero le loro direzioni secondo le tangenti, avrebbero le velocità relative precedenti, che avevano prima della rotazione, e se i corpi rotanti fossero divisi in qualunque modo in due gruppi, avrebbero le loro velocità di allontanamento reciproco inversamente proporzionali ai pesi dei corpi e uguali a quelle che avevano prima dell'urto. Pertanto le velocità relative, e quindi anche le forze relative, si conservano, come nei moti rettilinei attraverso velocità contrarie inversamente proporzionali ai pesi dei corpi, così anche ora nelle rotazioni opposte attraverso le stesse velocità distribuite nella stessa proporzione; mentre intanto aggiungendo, oltre alla forza dei corpi di agire l'uno sull'altro, il moto comune del centro di gravità, ossia di tutto il complesso, ai moti contrari rispettivamente uguali, anche questa forza di agire comune, ossia la forza complessiva dell'intero complesso o somma totale del moto direzionale è conservata. Del resto nei corpi componenti possono avvenire anche più rotazioni particolari, dove il ragionamento vale anche per ciascun centro particolare.



La cosa poteva anche essere dimostrata dalla proposizione precedente, in questo modo: che ovunque le forze tanto relative quanto progressive sono conservate nei moti rettilinei uniformi, ma tali sono tutti i moti (per la proposizione precedente), posto naturalmente che anche le adesioni ossia la solidità e quindi anche la conservazione dell'equidistanza dal centro derivino da spinte impercettibili di enti circostanti. Ma poiché le spinte degli enti circostanti sono compensate dalle spinte elementari di allontanamento dei corpi rotanti, e a ciò non si deroga quando le forze insite nei corpi sono trasformate da moto rettilineo in una rotazione, resteranno uguali a prima tanto le forze totali, che quelle relative, come si è spiegato. Le quali cose mostrano ragionevolmente come siano da ammirare e non siano state abbastanza considerate finora la costanza e l'armonia della Natura nell'osservare le leggi. Poteva sembrare che le nostre regole fallissero, quando (fig. 202) il corpo A si scontra con uno immobile B; o quando la bacchetta CD, libera di muoversi intorno al centro fisso C, cattura con la cavità ossia il recipiente D il corpo E che arriva con moto rettilineo, e lo costringe a ruotare; o quando i corpi F e G colpiscono la bilancia HML, il cui centro M è fisso, e HM e LM sono i

bracci opposti, dallo stesso lato rispetto alla bilancia (per esempio, dirigendosi tutti e due verso l'alto o tutti e due verso il basso), ma sui bracci opposti. Allora infatti il centro di gravità dei corpi in movimento può rimbalzare (come il centro del corpo A che rimbalza sul corpo B), o devia ruotando, come quando E colpisce il recipiente D; o infine rimbalza o prosegue a seconda della posizione, come il centro degli stessi F e G, che, se colpisse esattamente M, rimbalzerebbe.



Ma questa obiezione può essere facilmente risolta; a parte il fatto che qualsiasi corpo perfettamente fisso, se esistesse, dovrebbe essere considerato infinito rispetto agli altri, per cui il centro di gravità comune a tutti coincide col corpo stesso immobile e quindi è in quiete, si deve sapere che in realtà nessun corpo è immobile; quello che tale ci appare sembra mantenere sempre la stessa posizione, solo perché è attaccato al globo terrestre o a un altro corpo grande, il quale in effetti subisce lo spostamento finito che è richiesto dalle nostre leggi; ma il suo moto, impercettibile per l'enorme lentezza che richiede la grandezza del corpo, non può essere in alcun modo percepito. Lo stesso è se un corpo fisso mantiene la sua posizione per la forza di corpi impercettibili che continuamente

oppongono resistenza. Sempre dunque resterà vero che si conserva sia la forza relativa dei corpi l'uno rispetto all'altro, sia la forza traslazionale dell'avanzamento totale. Uno dei più celebri filosofi del nostro secolo non ha considerato questa legge della Natura, quando ha ritenuto, riguardo ai pensieri e alle volontà degli esseri animati, che certamente la grandezza totale del moto non si può variare, ma tuttavia si possono variare le direzioni dei moti nei corpi. Ma questo significò non diminuire, ma soltanto spostare la difficoltà. Infatti la Natura non si preoccupa di conservare la somma delle forze traslazionali con minore cura di quella delle forze assolute (che quel filosofo confondeva con la quantità di moto). E può avvenire, che, per una certa concomitanza (se così si può chiamare) stabilita dall'inizio dal Creatore, le azioni degli esseri animati e dei corpi inanimati concordino, anche se da nessuno dei due le leggi dell'altro sono all'occasione minimamente violate; il che non deve sembrare strano, in quanto ciascuna singola sostanza è così costituita, che comprende nella sua nozione completa tutto l'Universo, e dal momento che secondo certi punti di vista si può dire che tutte le cose agiscono da sole e per così dire spontaneamente. Si aggiunga la prop. 6. Ma queste cose sono qui fuori luogo.

Proposizione 19

È vera non solo nei moti rettilinei (come abbiamo mostrato finora), ma in generale, la Legge di Natura che abbiamo stabilito, dell'equipollenza delle ipotesi, ossia che un'ipotesi che risponde una volta ai fenomeni presenti risponderà sempre e ugualmente anche ai fenomeni successivi, in qualunque modo i corpi agiscano fra di loro, naturalmente purché il sistema dei corpi sia non comunicante con gli altri, ossia non sopravvenga nessun agente esterno.

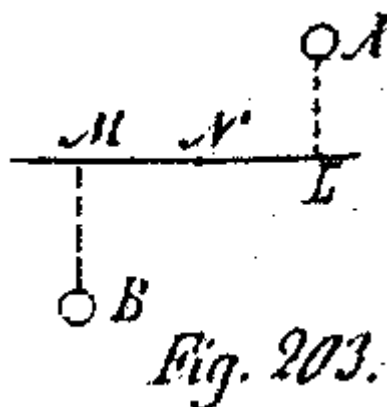
Questo si dimostra dalla prop. 16, perché naturalmente tutti i moti nient'altro sono che composti da moti rettilinei uniformi, e in questi la cosa succede per la prop. 14. Ma lo stesso si dimostra in altro modo dall'assioma generale, che delle cose di cui non si può distinguere ciò che le determina, non si può distinguere ciò che ne è determinato. E quindi poiché nella causa, ossia nello stato precedente, ipotesi diverse non possono essere distinte, naturalmente finché i corpi sono trasportati da moti rettilinei e liberi, assolutamente non possono essere distinte neppure negli effetti, ossia in qualunque stato seguente; e ugualmente neppure negli urti o in qualsiasi altro evento, anche se dei moti sono convertiti da rettilinei a circolari per la coesione dei corpi o a causa della solidità e dei vincoli che si oppongono. Poiché dunque tutti i moti, anche se circolari o in altro modo curvilinei, sono potuti derivare da precedenti moti rettilinei uniformi trasformati in curvilinei per dei vincoli che a un certo punto si sono opposti, e poiché un moto una volta dato, in qualunque modo sia stato prima prodotto, deve ora seguire gli stessi eventi di un altro del tutto gemello anche se prodotto in modo diverso; per questo in generale le ipotesi non potranno mai, da nessun fenomeno, essere distinte con rigore matematico. In generale, quando avviene un moto, non troviamo niente nei corpi da cui si possa determinare lo spostamento assoluto, perché relativamente è sempre coerente. Pertanto il moto è per sua natura relativo. Ma queste cose si possono capire con rigore matematico. Intanto noi attribuiamo il moto ai corpi secondo quelle ipotesi, che sono le più adatte a spiegarlo, e per un'ipotesi essere vera non significa nient'altro che essere adatta. Pertanto quando una nave viaggia

nel mare a vele spiegate, è possibile spiegare esattamente tutti i fenomeni, supponendo che la nave sia in quiete e attribuendo a tutti i corpi dell'Universo moti congruenti con quest'ipotesi. Ma questo, anche se non può essere confutato con nessuna dimostrazione matematica, tuttavia non sembra conveniente. Ricordo che ci fu un uomo illustre a cui parve che dai moti semplicemente rettilinei non si possa distinguere la sede e il soggetto del moto, ma si possa invece da quelli curvilinei, perché ciò che realmente si muove tende ad allontanarsi dal centro del suo moto. E affermo che le cose starebbero così, se la natura dei vincoli ossia della solidità e quindi del moto circolare fosse quella, che suole essere concepita comunemente. Invero, considerato tutto esattamente, ho trovato che i moti circolari non sono nient'altro che composizioni di rettilinei, e in Natura non ci sono altri vincoli che le stesse leggi dei moti. E così a volte l'equipollenza delle ipotesi non ci appare, perché a volte non ci appaiono tutti gli eventi a causa dell'invisibilità dei corpi circostanti, e spesso un certo sistema di corpi sembra non comunicante con gli altri, il che è contro la realtà.

Del resto da questo solo principio, che il moto per sua natura sia relativo e quindi che tutte le ipotesi che lo giustificano una volta producano sempre le stesse conseguenze, si sarebbero potute dimostrare tutte le altre leggi di Natura fin qui esposte, il che è valsa la pena di affermare.

Proposizione 20

La solidità dei corpi ossia la coesione delle parti deve avere origine dal moto ossia dalla spinta di un corpo spinto verso un altro.



Infatti (dalla prop. 17) tutti i moti sono moti rettilinei uniformi composti fra di loro. Ma se la solidità dei corpi derivasse da altro che dalla composizione di moti, anche la rotazione nascerebbe da altro che dalla composizione, cioè naturalmente dalla necessità stessa che segue dall'ipotesi della solidità. È infatti assolutamente necessario (fig. 203) che la retta materiale, ossia dotata di spessore e rigida, LM, spinta insieme alle estremità L e M dai corpi A e B con uguale forza relativa dei moti contrari AL e BM, sia dai corpi che avanzano messa in rotazione intorno al punto medio N, ma così la materia intorno a L o M, che tenta di allontanarsi dal centro N, è trattenuta solo dalla solidità del corpo, non da un moto contrario impresso; e perciò questo moto circolare non consiste nella composizione di moti rettilinei, se non spieghiamo la solidità stessa con un moto di compressione. Lo stesso si ricava dalla prop. 19, che abbiamo dimostrato non solo dalla prop. 17, ma anche con un altro diverso ragionamento, per cui di nuovo la prop. 17 si può dimostrare in modo diverso da più sopra, con un cammino all'indietro dalla

prop. 19 insieme alla presente 20. Di questo non c'è da stupirsi perché nella prop. 19 si è mostrato che, siccome le ipotesi sono indistinguibili a causa della natura relativa del moto, non si deve nemmeno sapere quale di due corpi subisca rotazione; se infatti si ponesse che la solidità e quindi le rotazioni non nascono dalla composizione di moti rettilinei, si avrebbe un modo di distinguere un moto in assoluto dalla quiete. Sia infatti (fig. 204) il corpo ACB che ruota intorno al suo centro C solidale con una serie di punti ADB, e si ponga che a un certo punto la rigidità del corpo si dissolva e una parte estrema come A, rotto il vincolo, si separi; allora questa andrà in linea retta verso E, se questo era il verso del moto del corpo AB; ma se questo fosse solo apparente, la parte A dovrebbe rimanere insieme al resto del corpo ACB, nonostante lo scioglimento del vincolo. E così avremo l'argomento necessario per distinguere il moto vero da quello apparente, contro la prop. 19. E non c'è modo di evitare ciò, se non ammettendo che la solidità del corpo ACB nasca dalla compressione di corpi circostanti. Poiché infatti tutti i moti sono rettilinei, e la rotazione non è altro che una certa composizione di moti rettilinei, e nei moti solo rettilinei parlando in assoluto e per necessità geometrica le ipotesi non possono essere distinte fra di loro (per la prop. 19), segue che non possono essere distinte neppure nelle rotazioni. Ma mostriamo più distintamente in che modo la rotazione intorno al centro e la pressione dei corpi sorga dalla sola applicazione di spinte rettilinee. Sia dunque (fig. 205) un mobile A che si sposta con direzione e velocità rappresentata dal segmento elementare infinitamente piccolo ${}_1A_1\alpha$; ci sia anche l'azione dei corpi circostanti che continuamente spinga il mobile A verso il centro C, in modo che conservi sempre la stessa distanza da esso (naturalmente perché altrimenti viene turbato il moto attuale dei corpi circostanti), e ci sia l'impulso dato dal segmento ${}_1A_2A$, in modo che ${}_2A$ cada sulla circonferenza di centro C e raggio C_1A (il quale impulso ${}_1\alpha_2A$ è ragionevolmente necessario che sia, per confronto con la velocità precedente, incomparabilmente piccolo, come già abbiamo qui notato alla prop. 18; è infatti uguale alla forza centrifuga dello stesso A, con la quale si allontana dal centro, che abbiamo già mostrato, nella prop. 28 di causa ed effetto, essere infinitamente piccola rispetto alla velocità ossia alla forza viva costituita da in-

finiti di questi impulsi). Ciò posto è chiaro che il mobile che in un elemento di tempo sarebbe venuto da ${}_1A$ a ${}_1\alpha$, ora viene da ${}_1A$ a ${}_2A$, e così è trasportato dal moto composto ${}_1A_2A$, ossia dalla velocità e direzione rappresentata dal segmento (indistinguibile per differenza infinitesima da un arco di cerchio) ${}_1A_2A$, e quindi dalla forza della spinta composta data da ${}_1A_2A$, e poi si muove sul segmento ${}_2A_3A$ che continuerebbe verso ${}_2\alpha$ ma con la spinta ${}_2A_2\alpha$ è uguale ad ${}_1A_2A$ stesso. Ma siccome così di nuovo andrebbe via ossia si allontanerebbe dal cerchio, esattamente come dalla causa precedente sarà di nuovo spinto verso il centro C fino alla circonferenza con la spinta ${}_2A_3A$, di nuovo infinitamente minore di quanto è la velocità ossia la forza viva ${}_2\alpha_3A$, e così si muoverà col moto composto da ${}_2A_2\alpha$ e ${}_2\alpha_3A$, cioè col moto ${}_2A_3A$, che di nuovo continuerebbe per se in ${}_3A_3\alpha$; per cui il corpo sarà respinto sulla circonferenza dalla spinta ${}_3\alpha_4A$; e così via. Poiché poi i segmenti ${}_1A_1\alpha$ e ${}_2A_2\alpha$ sono uguali, come abbiamo mostrato, e il segmento ${}_1A_1\alpha$ differisce in maniera infinitesima dall'arco di cerchio ${}_1A_2A$, come pure il segmento ${}_2A_2\alpha$ dall'arco di cerchio ${}_2A_3A$, naturalmente così come agli inizi ossia alle spinte iniziali dei moti di cui si parla l'errore è minore di qualsiasi valore dato; perciò essendo manifesto che, considerato un tempo abbastanza piccolo, la differenza fra le cose che sono dette differire avrà un rapporto minore del valore dato (il che non c'è ora tempo di spiegare estesamente) per lo meno a causa dell'assunzione di elementi di tempo uguali (perché abbiamo espresso la velocità attraverso progressi essi stessi elementari); è chiaro che in uguali elementi di tempo sono completati uguali archi di cerchio, ossia che il moto circolare è uniforme. Pertanto da un moto rettilineo per se uniforme, ma trasformato in circolare dall'aggiunta di una spinta centripeta, si origina una rotazione anche lei uniforme, il che è notevole; ed è in accordo con gli esperimenti. Abbiamo dunque la conversione del moto rettilineo in circolare, spiegata attraverso la composizione di spinte rettilinee; il che può essere soddisfatto solo col principio dell'equipollenza delle ipotesi.

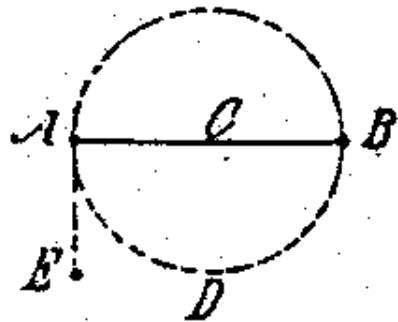


Fig. 204.

È certo che bisogna spiegare la causa della coesione da ciò che sappiamo del corpo, come grandezza, forma, quiete o moto. Ma oltre al moto niente di questo serve allo scopo.

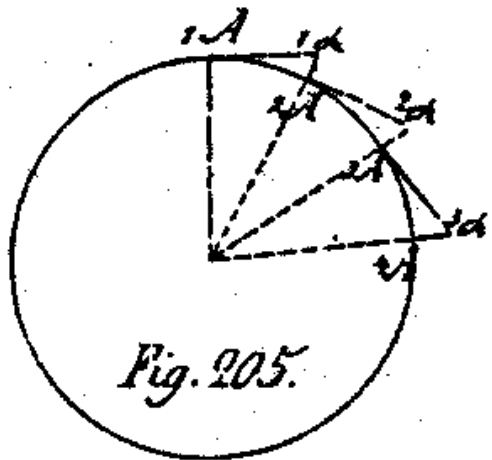


Fig. 205.

Sia infatti (fig. 206) il corpo ABC, la cui parte AB, spinta da un urto in direzione DE, non lasci BC nel luogo precedente, ma la muova con sé; si chiede la ragione per cui la trascina. E invero se volessimo ridurla ad una spinta, immaginando che degli uncini del primo corpo si inseriscono in ag-

ganci del secondo corpo, o immaginassimo delle funi o dei nodi di fibre o qualche altra organizzazione di lacci, non otterremmo niente, perché di nuovo ci si chiede che cosa tenga insieme le parti delle fibre e degli uncini. Non è sufficiente il solo contatto o quiete dell'uno rispetto all'altro, e neppure il moto comune; non si potrebbe infatti capire perché un corpo trascini un altro, solo perché lo tocca. E in generale non vediamo altra ragione perché un corpo sia mosso, se non perché due corpi non possono essere nello stesso luogo, e quindi se uno si muove è necessario che si muovano anche altri, al cui posto questo va a mettersi; e perciò ogni trascinamento deve ridursi a una spinta. In questo luogo abbiamo concluso la stessa cosa dalle leggi della Natura. E come dalla legge del cambiamento, che non deve avvenire per salti, abbiamo mostrato che tutti i corpi sono flessibili, ossia che non esistono Atomi; così dalla legge di Natura che abbiamo posto in generale, che devono verificarsi gli stessi fenomeni, qualunque sia l'ipotesi sull'origine dei moti, abbiamo mostrato che la solidità non sorge se non dalla composizione di moti. Quanto al fatto che alcuni deducono la solidità dei corpi dalla pressione dell'aria o dell'etere, a somiglianza di due tavole lisce che difficilmente si separano, anche se questo è per certi rispetti vero, tuttavia non spiega le origini prime della solidità o coesione; resta infatti la questione della solidità o coesione stessa delle tavole. Dunque non potendosi una massa di materia dividere se non col moto, è chiaro che solo da questo si devono cercare le ragioni ultime della maggiore o minore solidità.

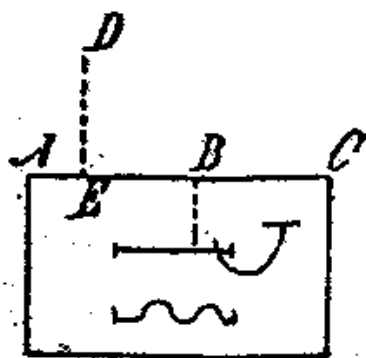


Fig. 206.

Proposizione 21

Ogni corpo ha qualche grado di solidità in tutte le sue parti.

Infatti ogni corpo può essere colpito o colpire in tutte le parti; pertanto è elastico (per la prop. 6 di qui) in qualunque parte sia colpito; e ogni elastico ha qualche grado di solidità ossia coesione delle parti.

Abbiamo già mostrato che tutti i corpi sono flessibili nella prop. 5, ora mostriamo che tutti hanno qualche solidità. Pertanto niente è perfettamente fluido o solido, ovvero è o molle o duro, e questi estremi sono del tutto estranei alla natura. E tutte le cose aderiscono in qualche modo a tutte le cose, e dalle stesse sono in qualche misura influenzate. Pertanto non si deve mai pensare che in natura sia data una materia di somma fluidità, come un qualche primo Elemento, né dei globi duri perfettamente arrotondati di un qualche secondo Elemento.

Proposizione 22

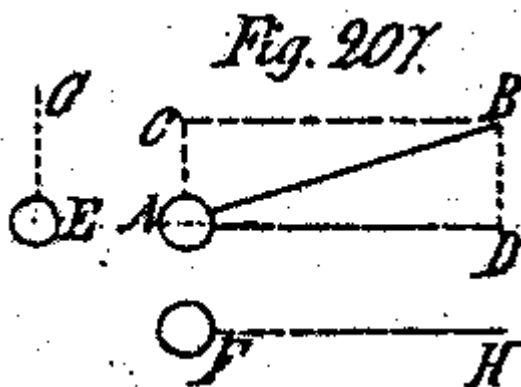
L'esistenza del vuoto non è coerente alle Leggi della Natura.

Infatti ogni corpo ha qualche grado di solidità in tutte le sue parti (per la prop. 21). Ma ogni solidità nasce dalla pressione di ciò che circonda (per la prop. 20). Quindi è necessario che ogni corpo sia circondato da ogni parte, cioè non è dato il vuoto.

Si può derivare questa proposizione da altre più generali, di cui non si tratta qui; poiché tuttavia nasce spontaneamente dalle leggi di Natura fin qui stabilite, abbiamo ritenuto di presentarla. Così anche sopra a proposito degli Atomi abbiamo sostenuto la prop. 5. E c'è a chi piacciono più i ragionamenti che partono dalle cose concrete, che quelli condotti da una teoria estratta da una posizione sistematica.

Proposizione 23

In un moto composto da altri due che formano un angolo retto, la potenza assoluta lungo la direzione della diagonale è la stessa di quella dei due moti lungo i lati del rettangolo, presi insieme.



Sia (fig. 207) il corpo A che si muove col moto AB, e al segmento AB usato come diagonale sia circoscritto un qualunque parallelogrammo rettangolo ACBD; e siano i corpi E ed F uguali allo stesso A, e E abbia il moto EG uguale ad AC stesso, e allo stesso modo F il moto FH uguale ad AD stesso; dico che la potenza del corpo A è uguale alle potenze dei corpi E ed F. Infatti la potenza di E sta alla potenza di A come il quadrato di EG sta al quadrato di AB (per la prop. 4 del cap. sulla potenza); e allo stesso modo la potenza di F sta alla potenza di A come il quadrato di FH al quadrato di AB. Quindi anche la somma delle potenze di E ed F sta alla potenza di A, come la somma dei quadrati di EG e FH, ossia di AC e FH, sta al quadrato di AB. Ma la somma dei quadrati di AC e FH è uguale al quadrato di AB; quindi anche le potenze di E ed F sommate sono uguali alla potenza di A stesso.

Proposizione 24

L'urto di corpi che si urtano avviene lungo la retta perpendicolare al piano di contatto nel punto dell'urto, per quanto la direzione stessa del moto è composta dalla direzione di questa.

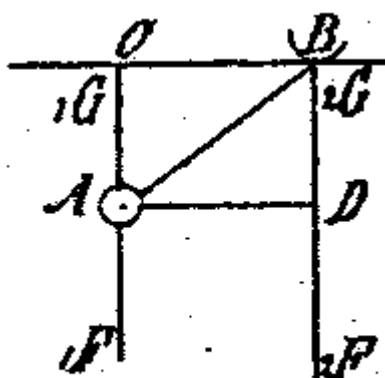
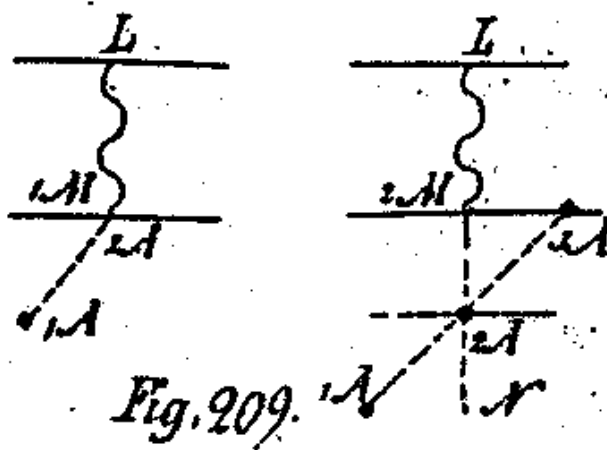


Fig. 208.

Se (fig. 208) i corpi A e B si urtano nella direzione AB, fino al piano di contatto (ossia quello tangente ad ambo i corpi nel punto dell'urto) CB che fa un angolo obliquo, dal punto B si tracci BD normale a CB, e si completi il rettangolo CADB; dico che l'urto avviene nella direzione DB. Infatti poniamo che il corpo B sia in quiete (perché per l'urto non importa quale dei corpi che si urtano sia in quiete, per la prop. 7 o per la prop. 14), e poniamo inoltre che il moto AB sia prodotto dal moto composto da AC e AD, come se ci fosse un regolo FG, che mentre è trasportato da AC a DB con moto parallelo a CB, e contemporaneamente il corpo A si muovesse sul regolo FG stesso con moto come AC o DB, da cui (per la prop. 2) è chiaro che sarebbe prodotto il moto AB. Ma in questo caso si vede che il corpo A, mosso con due moti insieme, uno sul regolo FG verso B, e l'altro insieme al regolo FG parallelo a CB, agisce in CB solo col moto sul regolo FG verso CB; pertanto avendo il moto AB lo stesso effet-

to, in qualunque modo si immagini prodotto, non ci sarà mai l'urto obliquo se non lungo la direzione DB. Lo stesso si dimostra considerando una molla; infatti se (fig. 209) il corpo A che arriva col moto ${}_1A_2A$, e lì incappa nella molla LM, prosegue in linea retta ${}_2A_3A$, non tenderà la molla, se non lungo ${}_2A_2M$, come se arrivasse col moto N_2A . Infine la stessa cosa è confermata dalla proposizione precedente. Infatti poiché l'urto obliquo ha solo una parte delle forze dell'urto diretto (il che si dimostra da ciò, che la massima obliquità, cioè il completo parallelismo, fa svanire del tutto l'urto; ma non si può passare con un salto da un urto intero perpendicolare ad uno nullo, pertanto l'urto diminuisce a poco a poco attraverso le obliquità intermedie), e bisogna considerare insieme il rapporto dell'obliquità, e quindi bisogna dividere sia la forza sia la direzione in due parti, ma la potenza in una certa direzione AB non si può dividere in due potenze in due altre direzioni componenti, se non attraverso i lati AD, DB del rettangolo DC che hanno per diagonale AB (per la preced. prop. 23); pertanto si poteva concludere che era valida questa divisione della potenza, ossia composizione della direzione, delle quali è chiaro che la sola DB, precisamente quella perpendicolare al piano di contatto CB, è atta ad agire sul corpo urtato quando tocca B.



sa, supponendo nell'azione della luce che la Natura agisca per la via più facile possibile. Quindi A è giunto da $_1A$ a $_3A$ per riflessione per la via più facile che ha potuto. E potendo qui la facilità intendersi solo nella brevità del cammino, perché il mezzo è uniforme, segue che A giunge da $_1A$ ad $_3A$ per il punto di riflessione $_2A$ tale che $_1A_2A+_2A_3A$ sia il cammino più breve fra tutti quelli possibili.



INDICE DEGLI AUTORI CITATI

- Ackrill J.L.
pag. 20 n. 35
- Agostino
pag. 31; pag. 34 n. 67; pag. 37
- Alfarabi
pag. 32 n. 63
- Alighieri D.
pag. 33
- Ammonio
pag. 19 n. 35
- Aristotele
pag. 10; pag. 11 e n. 11; pag. 19 n. 35;
pag. 29 n. 55; pag. 32 n. 63; pag. 38 n.
73
- Averroè
pag. 32 n. 63
- Avicenna
pag. 32 n. 63
- Avitabile G.
pp. 55-57 e n. 2
- Bacone F.
pag. 11 e n. 11, n. 12; pag. 12 e n. 14
- Baffioni C.
pag. 29 n. 56
- Baratin M.
pag. 20 n. 35, n. 36
- Barwick K.
pag. 14 n. 18; pag. 23 n. 45
- Basile B.
pag. 37 n. 73
- Belardi W.
pag. 14 n. 17; pag. 20 n. 35; pag. 33,
n. 64 e n. 65
- Bestor W.
pag. 14 n. 18
- Biringuccio V.
pag. 38 n. 73
- Bodei R.
pag. 10 n. 9
- Boezio
pag. 19 n. 35; pag. 32 n. 63
- Borelli G.A.
pag. 35
- Brigaglia A.
pag. 39 n. 75
- Catone
pag. 10 e n. 10
- Calboli G.
pag. 10 n. 10
- Cartesio
pp. 33-35; pag. 38
- Cassiodoro
pag. 31
- Cavazza F.
pag. 24 n. 48; pag. 26 n. 51
- Celso
pag. 37
- Cesio Basso
pag. 29 n. 55
- Cicerone
pag. 37
- Columella
pag. 37
- Comenio
pp. 33-34, n. 67
- Corpus iuris civilis*
pag. 33
- Coseriu E.
pag. 20 n. 36

- Couturat L.
pag. 43 n. 77
- Crisippo
pag. 23 n. 43
- Curtius E.R.
pag. 30 e n. 58
- Dahlmann H.
pag. 24 n. 48
- Damasio A.
pag. 51 e n. 84
- Dascal M.
pag. 42 n. 76
- De Lacy Ph. H.
pag. 20 n. 36
- Della Casa A.
pag. 24 n. 48
- Della Corte F.
pag. 24 n. 48
- De Mauro T.
pag. 8 e n. 3; pag. 20 n. 35
- Desbordes F.
pag. 20 n. 35, n. 36; pag. 23 n. 42,
n. 45
- Dionigi I.
pp. 28-30, n. 53, n. 55, n. 57
- Dionigi R.
pag. 14 n. 18; pag. 18 n. 30
- Drago A.
pag. 57 e n. 3
- Duchesneau F.
pag. 45 n. 82
- Epicuro
pag. 20 e n. 36; pag. 21
- Eco U.
pag. 9 n. 8; pag. 12 n. 13; pag. 14 n.
20; pag. 18 n. 29; pag. 18 e n. 31, n.
32; pag. 33 n. 66 e n. 67
- Einstein A.
pag. 7 e n. 2; pag. 8 e n. 3
- Fano G.
pag. 14 n. 18
- Firmico Materno
pag. 37
- Foucault M.
pp. 12-13 e n. 15
- Gaiser K.
pag. 14 n. 18
- Galilei G.
pag. 11 n. 1, pp. 35-38, n. 70, n. 73
- Gensini S.
pag. 20 n. 35
- Gerolamo
pag. 31
- Gouthier D.
pag. 7 n. 2
- Gregorio Magno
pag. 31
- Grimal P.
pag. 28 n. 54
- Harrison J.R.
pag. 39 n. 75
- Hegel G.W.
pag. 10
- Heinekamp A.
pag. 19 n. 33
- Husserl E.
pag. 10
- Ioli E.
pag. 7 n. 2
- Isidoro di Siviglia
pp. 30-32
- Jolivet J. pag. 32 n. 61
- Keplero G.
pag. 11 n. 11
- Ketchum R.J.
pag. 14 n. 18
- Kretzmann N.
pag. 16 n. 23
- Leibniz W.G.
pag. 8 e n. 4; pag. 12 n. 14; pag. 13 n.
16; pag. 18 n. 32; pag. 19 n. 33, n. 34,
n. 35; pag. 20 n. 36; pag. 38; pp. 42-50

- Leonardo da Vinci
pag. 38 n. 73
- Lepschy G.
pag. 9 n. 8
- Leszl W.
pag. 14 n. 17
- Lo Piparo F.
pag. 20 n. 35
- Lucrezio
pp. 28-30, n. 53
- Manetti G.
pag. 16 n. 22; pag. 17 n. 27; pag. 20
n. 36; pag. 21 n. 37
- Matthews P.
pag. 14 n. 18; pag. 20 n. 36
- Nef F.
pag. 13 n. 16; pag. 42 n. 76; pag. 44
n. 79; pag. 45 e n. 81
- Newton I.
pag. 8 e n. 5; pp. 38-42
- Norden E.
pag. 10 n. 10
- Pagliaro A.
pag. 17 n. 29; pag. 20 n. 35
- Patrizi F.
pag. 11 n. 11
- Peano G.
pp. 50-51
- Platone
pp. 14- 20 e n. 21, n. 24, n. 25, n. 26,
n. 28, n. 29; pag. 21; pag. 24; pag. 32;
pag. 45
- Plinio
pag. 37
- Pohlenz M.
pag. 21 n. 38; pag. 22 n. 41
- Proclo
pag. 19 n. 35
- Quintiliano
pag. 29 n.55; pag. 37
- Radulphus Brito
pag. 32 n. 63
- Ramelli A.
pag. 38 n. 73
- Rhetorica ad Herennium
pag. 29 n.55
- Robins R.H.
pag. 24 n. 47
- Rodis Lewis G.
pag. 20 n. 36
- Rosiello L.
pag. 14 n. 18
- Rossi P.
pag. 11 n. 11; pag. 12 n. 14; pag. 33
n. 66
- Saussure F.
pag. 22 n. 40
- Scarpat G.
pag. 20 n. 35
- Scauro
pag. 29 n.55
- Schrödinger E.
pp. 57-58 e n. 4
- Setaioli A.
pag. 24 n. 46
- Sigieri di Bramante
pag. 32 n. 63
- Simone R.
pag. 8 n. 6; pag. 34 n. 66 e n. 67; pag.
42 n. 76
- Sivo F.
pag. 33 n. 67
- Steiner G.
pag. 9 n. 8
- Steinthal H.
pag. 20 n. 35
- Swift J.
pag. 34 n. 68
- Tartaglia N.
pag. 38 n. 73
- Teodorico di Chartres
pag. 32

Torricelli E.

pag. 35

Traglia A.

pag. 26 n. 51

Varrone

pag. 21; pag. 23 n. 43; pp. 24- 28, n.
48, n. 52; pag. 31

Vineis E.

pag. 28 n. 54; pag. 30 n. 59; pag. 31 n.
60; pag. 32 n. 63

Vitruvio

pag. 37

Waquet F.

pp. 34-35, n. 69

Zenone

pag. 22; pag. 24

Zonca V.

pag. 38 n. 73

BIBLIOGRAFIA

Edizioni

F. BACONE, *De dignitate et augmentis scientiarum*, a cura di Ph. Meyer, Firenze 2010.

– *Novum organum*, a cura di E. De Mas, Roma-Bari 1992.

G. GALILEI, *Il Saggiatore*, Giacomo Mascardi ed., Roma 1623.

– *Sidereus nuncius*, Venetiis, apud Baglionum 1610.

ISIDORO DI SIVIGLIA, *Etimologie o origini*, a cura di A. Valastro Canale, coll. “Classici UTET”, Torino 2004.

G.W. LEIBNIZ, *De lingua philosophica* in *Sämtliche Schriften und Briefe*, sechste Reihe: *Philosophische Schriften*, vol. 6: *Nouveaux Essais*, herausgegeben von A. Robinet und H. Schepers, Berlin 1962, pp.881-908.

– *Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae* in *Die mathematische Schriften*, ed. G.J. Gerhardt, Berlin-Halle, 1849-63(rist.anast. Hildesheim 1980), vol. II, pp. 488-507.

– *Initia et Specimina Scientiae Novae Generalis pro Instauratione et Augmentis Scientiarum ad publicam felicitatem*, in *Die Philosophische Schriften*, ed.G.I.Gerhardt, Berlin-Halle 1875-90 (rist. anast. Hildesheim 1978), vol. VII.

– *Historia et Commentatio Linguae Characteristicae Universalis*, in *Die Philosophische Schriften von G.W. Leibniz*, ed.C.I. Gerhardt, Berlin 1875-90, rist. anast. Hildesheim 1978, vol. VII.

– *Opera omnia nunc primum collecta, in classes distributa, præfationibus et indicibus exhornata*, studio Ludovici Dutens, Genevæ 1768, 6 tom. (rist. anast. Hildesheim 1971).

I. NEWTON, *Arithmetica Universalis sive de compositione et resolutione arithmetica liber. Cui accessit Hallieana Æquationum radices arithmetice inveniendi methodus. In usum Joventutis Academicæ*, Cantabrigiæ 1707.

PLATONE, *Cratylus* in *Platonis Opera*, rec. I. Burnet, “Oxford Classical Texts”, Tomus I, Oxonii 1901.

VARRONE, *Opere*, a cura di A. Traglia, coll. “Classici UTET”, Torino 1974 (=1979).

Saggi

J. L. ACKRILL, *Aristotle's 'Categories' and 'De interpretatione'*, Oxford 1963.

C. BAFFIONI, *Atomisti greci in alcune fonti arabe del pensiero antico*, in AA. VV., *L'atomo fra scienza e letteratura*, Pubblicazioni dell'istituto di Filologia classica e medievale dell'Università di Genova n. 91, Genova 1985, pp. 107-139.

M. BARATIN- F. DESBORDES, *L'analyse linguistique dans l'antiquité classique* (1. *Les théories*), Paris 1981.

K. BARWICK, *Platons Kratylus und die stoische Sprachschöpfunglehre und Etimologie*, in *Probleme der stoischen Sprachlehre und Rhetorik*, Berlin 1957, pp. 70-79.
– *Remmius Palaemon und die römische Ars grammatica*, Leipzig 1922=rist. Hildesheim 1967.

B. BASILE, *Galilei e la letteratura scientifica*, in *Storia della letteratura italiana*, a cura di E. Malato, vol.V, Roma 1997, pp. 905-951.

W. BELARDI, *Filosofia, grammatica e retorica nel pensiero antico*, vol. XXXVII del “Lessico Intellettuale Europeo”, Roma 1985.
– *Il linguaggio nella filosofia di Aristotele*, Roma 1975.

W. BESTOR, *Plato's Semantics and Plato's Cratylus*, in "Phronesis" 25, 1980, pp. 306-328.

R. BODEI, *La vita delle cose*, Roma-Bari 2010⁴.

A. BRIGAGLIA, *Metodi dimostrativi da Descartes a Newton*, in M. Galuzzi, G. Micheli e M.T. Monti (a cura di), *Le forme della comunicazione scientifica*, Milano 1998, pp. 243-258.

G. CALBOLI, *La retorica preciceroniana e la politica a Roma*, in *Éloquence et rhétorique chez Cicéron*, Entretiens Fondation Hardt, Genève 1982, pp. 41-108.

F. CAVAZZA, *Studio su Varrone etimologo e grammatico*, Firenze 1981.

E. COSERIU, *Die Geschichte der Sprachphilosophie von der Antike bis zu Gegenwart. Eine Übersicht, I: Von der Antike bis Leibniz*, "Tübinger Beiträge zur Linguistik", Tübingen 1975.

L. COUTURAT, *La logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Paris 1901 (rist. Hildesheim 1961).

E. R. CURTIUS, *Letteratura europea e Medio Evo latino*, ediz. ital. a cura di R. Antonelli, Firenze 1992.

H. DAHLMANN, *Varro und die hellenistische Sprachtheorie*, Berlin-Zurich 1932 (=1964).

A. DAMASIO, *Self comes to Mind. Constructing the Conscious Brain*, New York, Pantheon, trad.it. *Il sé viene alla mente*, Milano 2012.

M. DASCAL, *La sémiologie de Leibniz*, Paris 1978.

PH. H. DE LACY, *The Epicurean Analysis of Language*, in "American Journal of Philology", 60 1939, pp. 85-92.

A. DELLA CASA, *Il libro X del De lingua Latina di Varrone*, Genova 1969.

F. DELLA CORTE, *La filologia dalle origini a Varrone*, Torino 1937.



- T. DE MAURO, *Introduzione alla semantica*, Bari 1965.
- F. DESBORDES, *Idées romaines sur l'écriture*, Lille 1990.
– *Le schema 'addition, soustraction, mutation, métathèse' dans les texts anciens*, in "Histoire Epistémologie Langage" 5 1983, pp. 23-30.
- I. DIONIGI, *Lucrezio. Le parole e le cose*, Bologna 1988.
- R. DIONIGI, *Nomi forme cose. Intorno al Cratilo di Platone*, Bologna 1994 (=Macerata 2001).
- A. DRAGO, *La riforma della dinamica di G. W. Leibniz*, Benevento 2003.
- F. DUCHESNEAU, *La dynamique de Leibniz*, Paris 1994.
– *Leibniz's Theoretical Shift in the Phoronomus and Dynamica de Potentia*, in "Perspective on Science", 1998, vol. VI, nn. 1-2, pp. 77-109.
- U. ECO, *La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea*, coll. "Fare l'Europa", Roma-Bari 1993.
- A. EINSTEIN, *The Theory of Relativity, and Other Essays*, Secaucus, New Jersey 1996.
- G. FANO, *Il problema dell'origine e della natura del linguaggio nel 'Cratilo' platonico*, in "Giornale di Metafisica" 10, 1955, pp. 307-320.
- M. FOUCAULT, *Le parole e le cose. Un'archeologia delle scienze umane*, Milano 1967 (IV ediz. 1985).
- K. GAISER, *Name und Sache in Platons Kratylus*, Heidelberg 1974.
- S. GENSINI, *Il Naturale e il simbolico. Saggio su Leibniz*, Roma 1991.
- P. GRIMAL, *Elementa, primordia, principia dans le poème de Lucrèce*, in *Mélanges de philosophie, de littérature et d'histoire ancienne offerts à P. Boyancé*, Rome 1974, pp. 357-366 (ora in P. GRIMAL, *Rome. La littérature et l'histoire*, Rome 1986, I vol., pp. 203-211).





D. GOUTHIER – E. IOLI, *Le parole di Einstein*. Comunicare scienza fra rigore e poesia, Bari 2006.

J. R. HARRISON, *The Library of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 1978.

A. HEINEKAMP, *Natürliche Sprache und Allgemeine Charakteristik bei Leibniz*, Akten des II Leibniz-Kongress, in *Studia Leibnitiana Supplementa* 15, Stuttgart 1975, pp. 257-286.

J. JOLIVET, *Quelques cas de "platonisme" grammatical du VII au XII siècle*, in *Mélanges R. Crozet*, Poitiers 1966, vol. I, pp. 93-99.

R. J. KETCHUM, *Names, Forms and Conventionalism*, in "Phronesis" 24, 1979, pp. 133-147.

N. KRETZMANN, *Plato on the correctness of names*, in "American Philosophical Quarterly" 8, 1971, pp. 126-138.



G. LEPSCHY (a cura di), *Storia della linguistica*, 3 voll., Bologna 1990-1994.



W. LESZL, *Linguaggio e discorso*, in *Il sapere degli antichi*, a cura di M. Vegetti, Torino 1985, pp. 13-44.

F. LO PIPARO, *Aristotele e il linguaggio*, Roma- Bari 2003.

P. MATTHEWS, *La linguistica greco-latina*, in *Storia della linguistica*, a cura di G. Lepschy, vol. I, Bologna 1990, pp. 187-310.

G. MANETTI, *Le teorie del segno nell'antichità classica*, Milano 1987.

F. NEF, *Leibniz et le langage*, coll. "Philosophies", Paris 2000.

E. NORDEN, *Die antike Kunstprosa*, ed. ital. *La prosa d'arte antica*, Roma 1986.

A. PAGLIARO, *Il capitolo linguistico della 'Poetica' di Aristotele*, in *Nuovi saggi di critica semantica*, Messina-Firenze 1956, pp. 78-151.



– *Struttura e pensiero del Cratilo di Platone*, in *Nuovi saggi di critica semantica*, Messina-Firenze 1956, pp. 47-76.

M. POHLENZ, *La Stoa*. Storia di un movimento spirituale, ediz. it., Firenze 1967, 2 voll.

R. H. ROBINS, *Storia della linguistica*, ediz. ital., Bologna 1971.

G. RODIS LEWIS, *Epicure et son école*, Paris 1975.

L. ROSIELLO, *Linguaggio e conoscenza nella VIII Lettera di Platone*, in *Mnemosynum. Studi in onore di Alfredo Ghiselli*, Bologna 1989, pp. 483-487.

P. ROSSI, *I filosofi e le macchine*. 1400-1700, Milano 2002.

– *La nascita della scienza moderna in Europa*, coll. “Fare l’Europa”, Roma-Bari 1997.

G. SCARPAT, *Il discorso e le sue parti in Aristotele*, Brescia 1950.

E. SCHROEDINGER, *La nature et le Grecs*, Paris 2014.

A. SETAIOLI, *Seneca e i Greci*. Citazioni e traduzioni nelle opere filosofiche, Bologna 1988.

R. SIMONE, *Seicento e Settecento*, in *Storia della linguistica*, a cura di G.C. Lepschy, vol. II, Bologna 1990, pp. 313-395.

F. SIVO, *Comenio e i classici: cose, pensieri e parole*, in *Parola alla magia*. Dalle forme alle metamorfosi, a cura di G. Cipriani, Bari 2004, pp. 345-384.

G. STEINER, *Dopo Babele*. Aspetti del linguaggio e della traduzione, ed. ital. Milano 2004.

H. STEINTHAL, *Geschichte der Sprachwissenschaft bei den Griechen und Römern mit besonderer Rücksicht auf die Logik*, 2 voll., Berlin 1890-91.

A. TRAGLIA, *Etimologia e sinonimia in Nigidio Figulo*, in *Varron. Grammaire antique et stylistique latine*, cur. J. Collart, Paris 1978, pp. 273-289.

R. VALENTI, *L'informatica per la didattica del latino*. Lettere al futuro, Napoli 2000.

– *Parlare di scienza in latino: l'Arithmetica Universalis di I. Newton e il Dynamica de potentia di G. W. Leibniz*, in *Forme e modi delle lingue e dei testi tecnici antichi*, a cura di R. Grisolia e G. Matino, Napoli 2012, pp. 287-318.

– *Scienza e latino: esercizi di dialogo*, in *Lingue antiche e moderne dai Licei alle Università*, a cura di R. Oniga e U. Cardinale, Bologna 2012, pp. 83-97.

E. VINEIS, *Elementa vocis, elementa mundi*, in *Lucrezio. L'atomo e la parola*, Colloquio lucreziano, Quaderni della Biblioteca di Discipline Umanistiche n. 3, Bologna 1990, pp. 33- 60.

– *La linguistica medioevale*, in *Storia della linguistica*, a cura di G.C. Lepschy, vol. II, Bologna 1990, pp. 11-101.

F. WAQUET, *Latino*. L'impero di un segno, trad. ital., Milano 2004.





INDICE

Premessa



Scienza e linguaggio: il latino di Leibniz

Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae.
Sectio III - De concursu corporum

Nota introduttiva

Il testo latino

La traduzione



Indice degli autori citati

Bibliografia



STUDI LATINI¹

Direzione: Fabio e Giovanni Cupaiuolo

1. C. SALEMME, *Similitudini nella storia*. Un capitolo su Ammiano Marcellino, 1989.
2. E. MASTELLONE IOVANE, *Paura e angoscia in Tacito*. Implicazioni ideologiche e politiche, 1989.
3. V. VIPARELLI, *Tra prosodia e metrica*. Alcuni problemi del *Carmen de figuris*, 1990.
4. F. CUPAIUOLO, *Problemi di lingua latina*. Appunti di grammatica storica, 1991.
5. G. CUPAIUOLO, *Terenzio: teatro e società*, 1991.
6. L. PEPE, *La novella dei romani*, 1991.
7. EVANZIO, *De fabula*. Intr., testo critico, trad. e comm. a cura di G. CUPAIUOLO, 1992.
8. C. SALEMME, *Medea*. Un antico mito di Valerio Flacco, 1993.
9. C. SALEMME, *Letteratura latina imperiale*. Da Manilio a Boezio, 1993.
10. G. CUPAIUOLO, *Tra poesia e politica*. Le pasquinate nell'antica Roma, 1993.
11. F. CUPAIUOLO, *Bibliografia della lingua latina (1949-1991)*, 1993.
12. A. BORGIO, *Lessico parentale in Seneca tragico*, 1993.
13. C. MONTELEONE, *Palaemon*, l'ecloga III di Virgilio: *lusus* intertestuale ed esegesi, 1994.
14. G. CUPAIUOLO, *Crisi istituzionale e cultura della periferia*. Roma e la provincia nel III secolo, 1995.
15. F. CUPAIUOLO, *Bibliografia della metrica latina*, 1995.
16. C. FORMICOLA, *Studi sull'esametro del Cynegeticon di Grattio*, 1995.
17. G. MAGGIULLI – M.F. BUFFA GIOLITO, *L'altro Apuleio*, 1996.
18. M. LENTANO, *Le relazioni difficili*. Parentela e matrimonio nella commedia latina, 1996.
19. P. MILITERNI DELLA MORTE, *Struttura e stile del Bellum Africum*, 1996.
20. F. CUPAIUOLO, *Tra prosa e poesia*. Problemi e interpretazioni, 1996.
21. L. CASTAGNA (a cura di), *Studi Draconziani (1912-1996)*, 1997.
22. L. MONDIN, *L'ode I 4 di Orazio*. Tra modelli e struttura, 1997.
23. NEMESIANO, *Eclogae*. Intr., testo critico, trad. e comm. a cura di G. CUPAIUOLO, 1997.
24. A. SALVATORE, *Virgilio*, 1997.
25. H. DAHLMANN, *Varrone e la teoria ellenistica della lingua*. Presentazione, commento e bibliografia di G. CALBOLI, trad. ital. di P. VOZZA, 1997.
26. CH. DE FILIPPIS CAPPALÀ, *Imago mortis*. L'uomo romano e la morte, 1997.
27. M. LENTANO, *L'eroe va a scuola*. La figura del *vir fortis* nella declamazione latina, 1998.
28. *Pervigilium Veneris*. Intr., testo critico, trad. e comm. a cura di C. FORMICOLA, 1998.

¹ I volumi 1-85 sono stati editi da Loffredo Editore Napoli

29. A. FRANZOI, *Quieta Venus*, 1998.
30. E. MASTELLONE IOVANE, *L'auctoritas di Virgilio nel commento di Porfirione ad Orazio*, 1998.
31. A. DE VIVO, *Costruire la memoria. Ricerche sugli storici latini*, 1998.
32. SALLUSTIO, *La congiura di Catilina*. Introd., testo, trad. e comm. a cura di G. GARBUGINO, 1998.
33. A. BORGIO, *Lessico morale di Seneca*, 1998.
34. V. CHINNICI, *Cicerone interprete di Omero*. Un capitolo di storia della traduzione artistica, 2000.
35. VELLEIO PATERCOLO, *I due libri al console Marco Vinicio*. Intr., testo e trad. a cura di M. ELEFANTE, 2000.
36. V. VIPARELLI, *Il senso e il non senso del tempo in Seneca*, 2000.
37. AUSONIO, *Ordo urbium nobilium*. Intr., testo critico, trad. e note di commento a cura di L. DI SALVO, 2000.
38. R. VALENTI, *L'informatica per la didattica del latino*. Lettere al futuro, 2000.
39. C. SALEMME, *Introduzione agli Astronomica di Manilio*, 2000.
40. P. RAMONDETTI, *Tiberio nella biografia di Svetonio*, 2000.
41. E. M. ARIEMMA, *Alla vigilia di Canne*. Commentario al libro VIII dei *Punica* di Silio Italico, 2000.
42. S. CONDORELLI, *L'esametro dei Panegirici di Sidonio Apollinare*, 2001.
43. F. FICCA, *Remedia doloris. La parola come terapia nelle 'Consolazioni' di Seneca*, 2001.
44. G. CARBONE, *Il centone De alea*. Introd., testo, trad., note critiche, comm. e appendice, 2002.
45. M. RINALDI, *Sic itur ad astra. Giovanni Pontano e la sua opera astrologica nel quadro della tradizione manoscritta della Mathesis di Giulio Firmico Materno*, 2002.
46. C. SALEMME, *Lucano: la storia verso la rovina*, 2002.
47. AUSONIO, *Cupido messo in croce*, a cura di A. FRANZOI, 2002.
48. C. M. CALCANTE, *Il laboratorio di letteratura latina*, 2002.
49. A. PRENNER, *Quattro studi su Claudiano*, 2003.
50. SENECA, *Lettere a Lucilio*. Libro III, a cura di G. LAUDIZI, 2003.
51. A. BORGIO, *Retorica e poetica nei proemi di Marziale*, 2003.
52. *Moretum*. Intr., testo, trad. e comm. a cura di C. LAUDANI, 2004.
53. *Il matrimonio tra rito e istituzione*, a cura di R. GRISOLIA, G.M. RISPOLI, R. VALENTI, 2004.
54. F. FERACO, *Ammiano geografo: la digressione sulla Persia (23,6)*, 2004.
55. C. BUONGIOVANNI, *Sei studi su Tacito*, 2005.
56. O. CIRILLO, *Sulla interlocuzione della puella nella poesia elegiaca*, 2005.
57. C. FORMICOLA, *L'Eneide di Giunone (una divinità in progress)*, 2005.
58. C. SALEMME, *Marziale e la poesia delle cose*, 2005.
59. A. BORGIO, *Il ciclo di Postumo nel libro secondo di Marziale*, 2005.
60. P. SANTINI, *L'auctoritas linguistica di Cicerone nelle 'Notti attiche' di Aulo Gellio*, 2006.



Direzione: Giovanni Cupaiuolo e Valeria Viparelli

61. C. SALEMME, *Il canto del Golfo. Le Eclogae piscatoriae* di Iacopo Sannazaro, 2007.
62. A. CARPENTIERI, *Codici della comunicazione e tecnica compositiva in Tacito. Tiberio e il suo entourage*, 2007.
63. CLAUDIANO, *De raptu Proserpinae*, a cura di M. ONORATO, 2008.
64. CLAUDIANO, *In Rufinum*, libro I, a cura di A. PRENNER, 2007.
65. S. CONDORELLI, *Il poeta doctus nel V secolo d.C. Aspetti della poetica di Sidonio Apollinare*, 2008.
66. CLAUDIANO, *Aponus (carm. min. 26)*, a cura di O. FUOCO, 2008.
67. C. SALEMME, *Le possibilità del reale. Lucrezio, de rerum natura 6,96-534*, 2009.
68. PROSPERO D'AQUITANIA, *Ad coniugem suam*. In appendice: *Liber epigrammatum*, testo e traduzione, a cura di S. SANTELLA, 2009.
69. GIOVENALE, *Satira XIII*, a cura di F. FICCA, 2009.
70. MARCO ANNEO LUCANO, *Bellum civile (Pharsalia)*, Libro IV, a cura di P. ESPOSITO, 2009.
71. G. BRESCIA, M. LENTANO, *Le ragioni del sangue. Storie di incesto e fratricidio nella declamazione latina*, 2009.
72. A. BONADEO, *L'Hercules Epitrapezios Novi Vindictis*. Introduzione e commento a Stat. *silv.* 4,6, 2010.
73. C. SALEMME, *Lucrezio e la formazione del mondo. De rerum natura 5, 416-508*, 2010.
74. R. VALENTI, *Il latino dentro e oltre la scuola. Memoria, identità, futuro*, 2011.
75. M. VALERII MARTIALIS, *Epigrammaton liber quintus*, a cura di A. CANOBBIO, 2011.
76. F. FERACO, *Ammiano geografo. Nuovi studi*, 2011.
77. A. DE VIVO, *Frammenti di discorsi ovidiani*, 2011.
78. C. SALEMME, *Infinito lucreziano. De rerum natura 1, 951- 1117*, 2011.
79. G. PIPITONE, *Dalla figura all'interpretazione: scoli a Optaziano Porfirio*, 2012.
80. C. RENDA, *Illitteratum plausum nec desidero. Fedro, la favola e la poesia*, 2012.
81. G. M. MASSELLI, *Riflessi di magia. Virtù e virtuosismi della parola in Roma antica. Con un saggio di G. CIPRIANI*, 2012.
82. A. COZZOLINO, *Quasimodo e la poesia antica*, 2012.
83. TACITO, *Il libro quarto degli Annales*, a cura di C. FORMICOLA, 2013.
84. M. ONORATO, *Pattering delle incisioni e strategia retorica di Catullo*, 2013.
85. RUSTICO ELPIDIO, *I carmi*, a cura di A. DI STEFANO, 2013.

Publicati da Paolo Loffredo, Iniziative editoriali srl

86. G. CUPAIUOLO, *L'ombra lunga di Terenzio*, 2014.
87. R. VALENTI, *Le forme latine della scienza: il Dynamica de potentia di W. G. Leibnitz*, 2015.
88. VENANZIO FORTUNATO, *Vite dei santi Paterno e Marcello*, a cura di P. SANTORELLI, 2015.

