

D. Capecchi, R. Pisano, *La Meccanica in Italia nei primi anni del Cinquecento. Note sul contributo di Niccolò Tartaglia*, Atti del XXV Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, Milano, 10-12 novembre 2005, (Milano: SISFA, 2008): C17.1-C17.6.

LA MECCANICA IN ITALIA NEI PRIMI ANNI DEL CINQUECENTO. NOTE SUL CONTRIBUTO DI NICCOLÒ TARTAGLIA

DANILO CAPECCHI E RAFFAELE PISANO
Università di Roma La Sapienza
pisanoraffaele@iol.it

Sommario. La meccanica dei primi anni del Cinquecento, si occupò essenzialmente di statica, secondo due approcci molto diversi tra loro. Il primo, usualmente classificato come aristotelico in cui l'equilibrio dei corpi era posto come un problema dinamico. Il secondo approccio, classificato come archimedeo, identificava la statica con la centrobarica, la teoria dei baricentri. In questo periodo tra i protagonisti dello sviluppo della teoria meccanica in Italia secondo l'approccio aristotelico vi furono Niccolò Fontana detto il Tartaglia (1500?-1557) e Girolamo Cardano (1501-1576); mentre tra coloro che teorizzavano secondo l'approccio archimedeo vi furono Federico Commandino (1509-1575) e Francesco Maurolico (1494-1575). In questo lavoro presentiamo solo una sintetica analisi storico-fondazionale dei *Quesiti et Inventioni diverse* (nel seguito *Quesiti*) di Tartaglia soffermandoci sui libri VII e VIII in cui Tartaglia sviluppa i suoi pensieri sulla statica.

1. INTRODUZIONE AI QUESITI ET INVENTIONI DIVERSE

I *Quesiti*¹ è una raccolta di nove *Libri* scritti da Tartaglia in volgare, ognuno dei quali tratta uno specifico argomento che vanno dall'applicazione della meccanica alle arti belliche al rilevamento topografico, da studi meccanici per la progettazione delle fortificazioni allo studio dell'equilibrio dei corpi. Essi contengono anche indicazioni autobiografiche sull'infanzia di Tartaglia (Tartaglia N. 1554. *Libro VI*, Q. 8).

Ogni *Libro* ha un uno o più interlocutori con cui, in forma di dialogo, Tartaglia discute. Talvolta, si tratta di personaggi anonimi, "capo dei bombardieri" (Ivi, *Libro I*, Q. 20; Q. 21), "un fiorentino" (Ivi, *Libro IX*, Q. 5), un "architetto" (Ivi, *Libro IX*, Q. 12); ma più frequentemente è detto anche il nome del personaggio: Francesco Maria della Rovere (1490-1538), duca di Urbino ed esperto di fortificazioni, Gabriele Tadino (ca. 1480-1543) cavaliere di Rodi, priore di Barletta ed esperto di artiglieria, Don Diego Hutardo de Mendoza (1503-1575), ambasciatore di Carlo V a Venezia; tra i matematici menzionati rileviamo Gerolamo Cardano (1501-1576). Sono interlocutori anche alcuni allievi di Tartaglia: l'architetto Giovanni Antonio Rusconi (1520-1587) il matematico Maffio Poveiani e il gentiluomo inglese Riccardo Wentworth.

¹ Tartaglia N. 1554. Edizioni successive: Venezia, 1546, 1554, 1562, 1606. Tradotto anche inglese, tedesco e francese. Sempre a Venezia, Tartaglia scrisse la *Travagliata Inventionione* (1551), *Ragionamenti de Nicolò Tartaglia sopra la sua la trauagliata inuentione: ...* (Tartaglia N. 1551), incluso il *Supplimento* (1551) ed il *General trattato di numeri et misure* (Tartaglia N. 1556-1560).

Per una visione globale riportiamo la seguente tabella 1 che dettaglia sui *Libri* e sui suoi interlocutori più importanti. Per questo lavoro abbiamo utilizzato la versione edita nel 1554 curata nel 1959 da A. Masotti (Tartaglia N. 1554. op. cit).

Tabella 1. Indice dei *Quesiti*²

<i>Libro</i>	<i>n. di Quesiti</i>	<i>Argomento</i>	<i>Interlocutori dei Libri</i>
I	30	Sui tiri delle artiglierie	Francesco Maria della Rovere (Ivi, QQ. 1-3) Gabriele Tadino (Ivi, QQ. 4-17)
II	12	Sulle palle di artiglieria	Gabriele Tadino (Ivi, QQ. 1-7)
III	10	Sulle polveri da sparo	Gabriele Tadino (Ivi, QQ. 1-8)
IV	13	Sull'ordinamento delle fanterie	Gabriele Tadino (Ivi, QQ. 5-13)
V	7	Sul rilevamento topografico	Riccardo Wentworth (Ivi, QQ. 1-7)
VI	8	Sui requisiti delle fortificazioni	Gabriele Tadino (Ivi, QQ. 1-8)
VII	7	Sull'equilibrio delle bilance	Don Diego Hutardo de Mendoza (Ivi, QQ. 1-7)
VIII	42	Sulla teoria dei centri di gravità	Don Diego Hutardo de Mendoza (Ivi, QQ. 1-42)
IX	42	Sull'aritmetica, la geometria e l'algebra (eq. cubica)	Gerolamo Cardano (Ivi, QQ. 31-36; QQ. 38-40)

2. LA STATICA DEI QUESITI: ANALISI DEL LIBRO VII

Il *Libro VII*, ma anche quello *VIII*, è esplicitamente ispirato ai *Problemata mecahnica* della scuola Arsitotelica. Nel *Libro VII*, dialogando con Don Diego Hutardo de Mendoza, Tartaglia giunge a criticare il procedimento con cui l'autore dei *Problemata* conduce la dimostrazione sulla stabilità della bilancia. A conferma della sue capacità logico-matematiche, nel "Quesito V", Tartaglia produce, in tre parti (Tartaglia N. 1554, Q. V, 81-82) una elegante dimostrazione con la quale riprende la tesi dei *Problemata*. Anche se occorre però precisare che la problematica che Tartaglia si accingeva a risolvere era già stata affrontata da Giordano Nemorario³:

[I parte della dimostrazione]

QVESITO QVINTO *Fato conseqventetemente dal medesimo Illustrissimo Signor Don Diego, Ambasciator Cesareo.* SIGNOR AMBASCIATORE [...] [Tartaglia:] N. Per dimostrar in figura la prima parte di tal Questione. Sia la libra. a. b. el sparto della quale sia el ponto. c. (qual sparto sia alquanto di sopra della detta libra. a. b. come nella figura appare) & sia che per la impositione del peso. e. el suo braccio. a. d. sia da quel tirato a basso, come che di sotto appare in detta figura: hor dico, che chi levasse via el detto peso. e. tal braccio. a. d. reascendaria, & retornaria al

² Abbiamo posto in grassetto i *Libri* di maggiore interesse.

³ Cfr. Caverni R., 1891-1900, *Storia del metodo sperimentale in Italia*, , vol. IV, 195-200, op. cit.

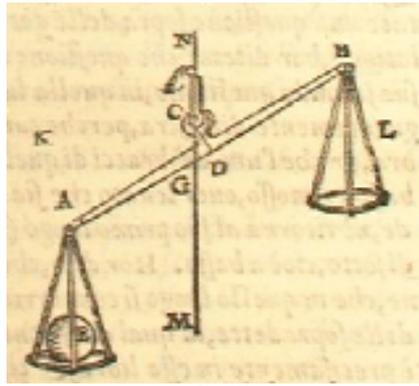


Fig. 1

(Adattato da: "Quesito V" in Tartaglia N. 1554, *Quesiti et Inventioni diverse*, 81, op. cit.)

suo primo, & condecante luoco, el qual luoco saria nel ponto, over sito. k. & cosi l'altro braccio. d. b. descendaria per fina al ponto, over sito. l. & tutto questo procede: perche nel trasportar el detto braccio. a. d. a basso, piu della mita di tutto el fusto della detta libra. a. b. se vien a trasferrirsi in alto, cioe oltre la perpendicolar. n. m. passante per il sparto. c. la qual perpendicolar se chiama la lined della direttione, cioe, che la parte. b. d. g. in alto ellevata vien à esser tanto piu della mita de tutto el fusto. a. b. quanto che è dal. d. al. g. & la restante parte. a. g. ridutta al basso vien à esser tanto manco della mita di tutto el detto fusto. a. b. quanto che è dal detto ponto. g. al ponto. d. perche adunque tal parte. b. d. g. in alto ellevata è molto maggiore del restante braccio. a. g. al basso trasferito, leuandose via el detto peso. e. la detta parte. a. g. (piu debole) vien à esser urtata, & spinta dall'altra maggior parte. b. d. g. in alto ellevata (per esser di lei piu potente) per fin à tanto, che la detta linea della direttione caschi perpendicolarmente sopra el detto fusto, ouer libra. a. b. & che seghi quello in due parti equali in ponto. d. S.A. Questa ragion è quasi simile à quella che aduce Aristotile, ma è alquanto piu chiara, & miglior figura (Tartaglia N. 1554, *Libro VII*, Q. V, 81).

[II parte della dimostrazione]

[...] Sia la libra. a. b. la qual habbia il sparto (cioe quel ponto, over polo, sopra del qual lei gira) alquanto di sotto, cioe disotto dal fusto. a. b. come disotto appar in ponto. c. & sia anchor, che per la imposition del peso. e. el suo braccio. a. d. sia da quel tirato à basso, come che di sotto nella figura appar, hor dico, che chi levasse via el detto peso. e. tal braccio nonreascenderia ne ritornaria al suo primo luoco, cioe in ponto. k. (come, che fa in quella, che ha il sparto di sopra) ma restaria cosi inclinato à basso, & la causa di questo procede, perche nel trasportarse el detto braccio. a. d. al basso piu della mita di tutto el fusto, over libra. a. b. si vien à trasferire drio à quello, oltre la linea della direttione, cioe oltre la perpendicolar. n. m. qual passa per il sparto. c. tal che tutta la parte. a. g. al basso ridutta, vien à esser tanto piu della mita di tutta la libra. a. b. quanto, che è dal. d. al. g. & la parte. g. b. in alto ellevata vien à restare tanto meno della detta mita, quanto, che è dal detto. d. al detto. g. per esser adunque la ellevata parte. g. b. di menor quantita della inelinata. a. g. vien à esser piu debole, over men potente di lei, e pero, non è atta, ne sofficiente à poterla urtare, & sforzare à farla ascendere al suo primo luoco in. k. come fece nella passata, anzi quella restara cosi inclinata al basso, & la reterera lei cosi in aere ellevata, che è il proposito. S.A. Queste due parti quasi, che il nostro intelletto le apprende per ragion naturale, senza altra dimostratione. (Tartaglia N. 1554, *Libro VII*, Q. VI, 81-82).

[III parte della dimostrazione]

[...] [Tartaglia:] Hor seguitati mo la terza parte, quale diceti, che manca in questo luoco, cioe dove nasce la causa, che quando el sparto de una libra sara

precisamente nel mezzo di essa, cioè ne di sotto, ne di sopra, ma nel mezzo di quella, come, che sono tutte le libbre, over bilance, che communamente se oprano, & che l'uno di brazi di quella sia da qualche peso (ouer dalla nostra mano) urtato à basso, levado, che sia via quel tal peso (over mano) immediate tal braccio riascende, et ritorna al suo primo luoco sì come che anchor fa quella libra, qual tiem il sparto di sopra da essa libra. Perche in effetto la causa di questo ultimo effetto mi par molto piu remo ta dal nostro intelletto de cadauna delle altre due. N. Eho detto à vostra Signoria, che à voler dimostrare la causa di tal effetto à me è neceßario à diffinire, & dechiarire prima à vostra Signoria alcuni termini, & principij della scientia di pesi. S.A. Sono cosa longa questi principij, che vi bisogna dechiarare. N. Per quanto aspetta à vo ler dimostr are semplicemente questa particolarita sara cosa brevißima, vero è, che quando, che vostra signoria volesse intendere ordinariamente tutti li principij di tal scientia, vi saria da dire assai. S.A. Bensa, che voglio intendere il tutto ordinariamente, come si de. N. L'ora è tarda Signore per far questo effetto. S.A. Ben andati, & ritornati dimane da mattina. N. Ritornaro Signore. Il fine del settimo Libro (Tartaglia N. 1554, *Libro VII*, Q. VII, 82).

Tartaglia ritiene che la “dimostrazione” della stabilità dell’equilibrio della leva con lo “sparto” allineato ai bracci sia da esaminare meglio (giustamente diremmo noi visto che la conclusione di Tartaglia è errata) e così vi dedica una buona parte del libro VIII.

3. LA STATICA DEI QUESITI: ANALISI DEL LIBRO VIII

Nel *Libro VIII* Tartaglia tratta esplicitamente i problemi di statica (da lui detta scienza dei pesi). In particolare, molto importate sono l'introduzione del concetto di gravità di posizione e la dimostrazione della condizione di equilibrio di un grave su di un piano inclinato basata sul principio degli spostamenti virtuali. Ma prima di affrontare il loro commento riteniamo utile porre l'accento anche sul modo con cui di Tartaglia espone in questo *Libro*. Questi dopo aver discusso nel *Libro VII* sulla ambiguità della dimostrazione aristotelica sembra avvertire l'esigenza anche di dettagliare sul modo di procedere *scientifico* evidenziando il ruolo della geometrica e dell'esperienza nella scienza dei pesi:

LIBRO OTTAVO. Quesito primo fatto dal illustriss. Signor Don Diego Hurtado di Mendoza, Ambasciator Cesareo in Venetia. SIGNOR AMBASCIATORE. Hor voria Tartaglia, che me incomenciasti à dechiarire ordinariamente quella scientia de pesi, di che me parlasti hiæri. Ma, perche conosco tal scientia non esser semplicemente per se (per non esser le arte liberale, salvo che sette) ma subalternata, voria che prima me dicesti, da che scientia, over disciplina quella derivi, & nasci. N. Signor Clarissimo parte di questa scientia nasce, over deriva dalla Geometria, & parte dalla Natural Philosophia: perche, parte delle sue conclusioni se dimostrano Geometricamente, & parte se approvano Physicalmente, cioè naturalmente. S.A. E ve ho inteso circa questa particolarita (Tartaglia N. 1554, *Libro VIII*, Q. I, 82).

A questo punto Tartaglia costruisce un'adeguata introduzione di *Principi primi*, *Petizioni* e *Proposizioni* che userà per le successive dimostrazioni:

Tabella 2. Nostra interpretazione dei concetti di *Principi primi*, *Supposizioni*, *Petizioni* e *Proposizioni*⁴

<i>Libro</i>	<i>Principi primi</i>	<i>Supposizioni</i>	<i>Petizioni</i> (XXII-XXVII)	<i>Proposizioni</i> (XXVIII-XLII)
Libro VIII	Principi di una teoria da cui far discendere tutti gli altri.	Principi veri nella "scienza dei pesi".	Enunciati le cui dimostrazioni tendono a confutare la "scienza dei pesi".	Enunciati che dimostrano tesi a favore della "scienza dei pesi".
Riferimento	<i>Libro VIII</i> , Q. XXI, 84).	<i>Libro VIII</i> , Q. XXI, 84).	<i>Libro VIII</i> , Q.Q. XXII-XXVII, 84-86).	<i>Libro VIII</i> , Q.Q. XXVIII-XLII, 86-97)

Dei passi del *Libro VIII* abbiamo scelto, per brevità, di commentare solo quelli riguardanti la gravità di posizione. Tale scelta è motivata anche dal fatto che questo tipo di indagine critica permette di svolgere un primo confronto⁵ tra la gravità secondo sito⁶ trattata da Tartaglia nei *Quesiti* e quella trattata da Giordano Nemorario nel *Iordani Opusculum de Ponderositate*. Con l'uso del concetto di gravità di posizione si conviene che un insieme di corpi è in equilibrio se (in certe condizioni) le gravità di posizione dei vari corpi si bilanciano tra loro. Di seguito riportiamo i due enunciati nelle due versioni, quella di Nemorario (edito da Tartaglia e che per brevità indichiamo con *N*) e quella di Tartaglia nei *Quesiti* (che indichiamo con *T*):

Enunciato N. Quaestio decima⁷. Si per diversarum obliquitatum via duo pondera descendant, fueritque declinationum et ponderum una proportio eodem ordine sumpta, una erit utriusque in descendendo [vale a dire che eserciteranno la stessa forza, da cui l'equilibrio]. (Tartaglia N. 1565, *Iordani Opusculum de Ponderositate...*, 7, r. 2, op. cit.).

ENUNCIATO T. QUESITO XV. DIFFINITIONE XII. Un corpo se dice essere piu, over men grave d'un'altro nel descendere, quando che la retitudine, obliquita, over dependentia del luoco, over spacio dove descende lo fa descendere piu, over men grave dell'altro, & similmente piu, over men veloce dell'altro, anchor che siano ambidui semplicemente eguali in gravita.

QUESITO. XVI. DIFFINITIONE XIII. Un corpo si dice essere piu grave, ouer men grave d'un'altro, secondo il luoco, over sito, quando che la qualita del luoco dove che lui se riposa, & giace, lo fa essere piu grave dell'altro anchor che fusseno semplicemente egualmente gravi. (Tartaglia N. 1554, *Quesito XV-Def. XII; Quesito XVI; Def. XIII*, 84, r. 7, op. cit.)

⁴ I *Principi primi* e le *Supposizioni* sono solo spiegati da Tartaglia, mentre per le *Petizioni* e *Proposizioni* sono indicati anche diversi contenuti e applicazioni.

⁵ Tale confronto è ad oggi oggetto di approfondimento da parte nostra in particolare tra i *Quesiti* ed il *Liber de Ratione Ponderis* di Nemorario.

⁶ Rileviamo che Tartaglia nei *Quesiti* cita tale concetto in due modi distinti: *gravità secondo il luogo* (Tartaglia N. 1554 *Quesito XVI; Def. XIII*, 84, r. 7) e *gravità secondo il sito* (Tartaglia N. 1554 *Quesito XXV; Petizione IIII*, 86, r. 5). La distinzione potrebbe essere rilevante se si pensa che la parola "sito" compare in una *Petizione* e che Nemorario usa nel *Iordani Opusculum de Ponderositate...* usa solo la parola "sito".

⁷ *Supposizione 5.* Un peso è più grave per posizione (secundum situm) quando, in un data posizione, la sua discesa è meno obliqua. Una discesa più obliqua è quella che, per una distanza, [lett: per una stessa quantità] comprende meno del verticale (*Elementa Jordani*, traduzione di Clagett M. e Moody E. A. 1952. *Medieval science of weights*, 128-129, op. cit.). I commenti in parentesi sono di Clagett M. in Clagett M. 1981, 94, cit.

Tabella 3. I concetti cruciali della gravità di posizione secondo le versioni *T* ed *N*

<i>Concetti cruciali</i>	<i>Quesiti (versione T)</i>	<i>Iordani Opusculum de Ponderositate... (versione N)</i>
Ispirazione critica alle Qaestiones Mechanicae	Sì	Sì ?
L'idea intuitiva di forza in un sistema fisico sottoposto a certi precisi vincoli	No	Sì
Concezione euclidea della geometria	Sì	Sì
Ragionamento per assurdo	No	No
Concezione dinamica- aristotelico della teoria dei centri di gravità	Sì	Sì
Riferimento bibliografico	(L. VIII, Q. XXXII Proposizione V, 89-91)	(Iordani Opusculum de Ponderositate, Quaestio secunda, 3-4)

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Aristotele (2000). *Problemi meccanici*, (a cura di) M. E. Bettecchia, Rubbettino, Catanzaro.
- Capecchi D. e Pisano R. (2004). "Il principio di Torricelli prima di Torricelli" in *Atti del XXIV Congresso di Storia della Fisica e della Astronomia*, Napoli-Avellino, in press.
- Capecchi D. e Pisano R. (2005b). "Torricelli e la teoria dei baricentri", inviato a *Physis*.
- Caverni R. (1891-1900). *Storia del metodo sperimentale in Italia*, vol. IV, Forni (ed.), Bologna.
- Clagett M. (1981). *La Scienza della meccanica nel Medioevo*, Feltrinelli (ed.), Milano. Tit. orig.: 1959. *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, University of Wisconsin Press.
- Clagett M. e Moody E. A. (1952). *Medieval science of weights*, Madison, University of Wisconsin Press.
- Dragoni G., Bergia S., Gottardi G. (2004). *Dizionario Biografico degli Scienziati e dei Tecnici*, Zanichelli (ed.), Bologna, 1408.
- Drake S. e Drabkin I.E. (1969). *Mechanics in Sixteenth Century Italy*, University of Wisconsin Press.
- Favaro A. (1913). "Per la biografia di Niccolò Tartaglia" in *Archivio storico italiano*, a. LXXI, 335-372.
- Galluzzi P. (1970). *Momento. Studi galileiani*, Ateneo & Bizzarri, Roma.
- Tartaglia N. (1554). *Quesiti et Inventioni diverse, De Nicolo Tartarea Brisciano* (1a ed. 1546), (a cura di) Masotti A., Brescia, ristampa del 1959. Per una raccolta completa si può vedere: *Tartaglia Niccolò, Tutte le Opere Edizioni Originali*, (a cura di) Pizzamiglio P., Biblioteca di Storia della Scienze, "Carlo Vigano", Brescia.