

Quaderni di Meykhane

XII (2022)

Rivista di studi iranici.
Università di Bolog

Collegata al Centro di ricerca in "Filologia e Medievistica Indo-Mediterranea" (FIMIM)
1401/2022 دفترهای میخانه

ISSN 2283-3072

website: <http://meykhane.altervista.org/chisiamo.html>

cod. ANCE (Miur-Cineca) E225625

Archimede la leva e il sollevamento della 'Terra' o della 'terra'? A proposito di un testo di Erone sulla meccanica nei codici iranici

di Giuseppina Ferriello

Riassunto. Il casuale rinvenimento, verso la metà degli anni Novanta, di un manoscritto appartenuto a François Pétis de la Croix (1653 - 1713) - orientalista, emissario del re Sole nei Paesi orientali, docente di arabo, turco e persiano presso il College Royal e traduttore per il re - ha determinato una specifica ricerca sulle traduzioni in farsì e sulla diffusione del testo di Erone di Alessandria. Sono stati finora rinvenuti e identificati tredici codici, i quali delineano un inedito percorso 'iranico' della meccanica, che si aggiunge a quello arabo tracciato dalla versione di Qustā b. Lūqā (m. 912) volta in francese Carra de Vaux alla fine dell'Ottocento e pubblicata sul Journal Asiatique fra il 1893 e il 1894. Il confronto fra i vari testimoni fa emergere conferme e/o varianti del testo e delle relative interpretazioni/traduzioni, una delle quali riguarda l'affermazione di Archimede sulla possibilità di sollevare il mondo utilizzando una leva.

Parole chiave. Erone, Meccanica, Traduzione e trasmissione di testi tecnico-scientifici, Storia della scienza.

Abstract. The chance discovery, in the mid-1990s, of a manuscript belonging to François Pétis de la Croix (1653 - 1713) - an orientalist, emissary of the Roi Soleil to the eastern countries, lecturer in Arabic, Turkish and Persian at the College Royal and translator for the king - led to specific research into the Pharisaic translations and dissemination of Heron's text. Thirteen codices have so far been found and identified, outlining an unprecedented 'Iranian' path of mechanics, which adds to the Arabic one traced by the version of Qustā b. Lūqā (d. 912) turned into French by Carra de Vaux in the late 19th century and published in the Journal Asiatique between 1893 and 1894. Comparison of the various witnesses brings out confirmations and/or variants of the text and related interpretations/translations, one of which concerns Archimedes' statement about the possibility of lifting the world using a lever.

Keywords. Heron of Alexandria, Mechanics, translation and transmission of technical-scientific texts, History of science.

1. *Una questione di interpretazione e di trasposizione:
i testi tecnico-scientifici*¹

La traduzione non è un'operazione diretta poiché viene effettuata da un 'mediatore', che deve prima di tutto interpretare e poi tradurre. Nel caso di testi tecnico-scientifici, a causa della correlazione fra gli argomenti e delle possibili deduzioni, l'intervento di traduzione necessita di specifiche competenze disciplinari. Infatti, una traduzione inesatta - o anche soltanto variata in sinonimi o in sfumature linguistiche - può essere fuorviante e mutare il significato a seconda di chi traduce. Le conseguenze di versioni differenti - ancorché abbiano attinto alla stessa fonte - possono generare situazioni 'bizzarre' e/o lasciare intendere significati dissimili da quelli espressi nell'opera originaria dall'autore. Nel caso di elaborati di matematiche e di ingegneria/architettura² è auspicabile che il traduttore possieda competenza disciplinare e dimestichezza nel passare dalla lettura alla ricostruzione mentale/grafica dell'argomento o del manufatto da restituire partendo dal testo; infatti, se l'interpretazione e/o l'espressione non è precisa, si corre il rischio di tramandare informazioni fuorvianti, che, in tempi successivi, potranno essere meccanicamente ripetute da altri studiosi senza più risalire al documento primitivo, diventando assiomi tramandati acriticamente.

Il processo lettura-formazione dell'immagine mentale-trasmissione si ripropone nel caso dell'esecuzione di copie da un antigrafo con l'aggravante di possibili errori di trascrizione da parte di copisti non sempre conoscitori della disciplina trattata. L'analisi filologica in chiave storica e quella storico-grafica - effettuata su più copie di una stessa opera con l'ausilio di immagini, se disponibili - danno un supporto fondamentale nella 'ricostruzione' del testo e della sua eventuale mutazione; in questa, non meno importanti dello scritto originario sono le integrazioni, le eliminazioni, le glosse, le annotazioni - a margine e dentro il corpo dello scritto - di elaborati redatti con finalità pratiche ed applicative, quali trattati e testi tecnico-scientifici. In tali testi le varianti testimoniano un interesse duraturo o, viceversa, circoscritto a determinati periodi e/o autori di opere spesso fondamentali sia per lo studio teorico sia per l'utilizzazione sia per l'applicazione pratica. Nel caso di autori famosi non mancano condizionamenti 'reverenziali' espressi sulla scorta di traduzioni acquisite e tramandate come il 'Verbo', sulle quali il dubbio sorge solamente quando ci si trova al cospetto di traduzioni indipendenti, redatte, cioè, da persone che, pur attingendo alla medesima fonte, hanno trasferito lo scritto in un altro idioma, che esprime proprie sfumature e specificità linguistico-lessicali. Ecco allora che, perfino a distanza di tempo, il rinvenimento di testi con varianti può produrre dubbi su opinioni già consolidate. Esempio è il caso relativo a possibili

¹Premessa: in citazioni di titoli di articoli e di libri viene lasciata la trascrizione adottata dall'autore e vigente al tempo della pubblicazione. Per gli autori contemporanei (Bagheri, Reza, *et alii*) e per le testate delle due riviste iraniane di Storia della scienza è adottata la loro trascrizione semplificata, che non distingue le semiconsonanti e non utilizza punti diacritici. Nelle citazioni bibliografiche, titoli e nomi sono scritti per esteso solo la prima volta; dopo il nome è indicato con l'iniziale; in presenza di sequenza di citazioni relative ad uno stesso autore/autrice, si utilizza *Eodem/Eadem*, se il riferimento è allo stesso testo *ibidem*.

²Ambito di interesse ultratrentennale.

varianti interpretative della famosa frase che magnifica le enormi potenzialità della leva e che viene attribuita ad Archimede di Siracusa (287 a.C. - 212 a.C.). L'espressione massificata «*datemi un punto di appoggio e solleverò il mondo*» assume tutt'altro significato nei codici persiani col «*Sollevatore dei corpi pesanti*» di Erone, i quali specificano che è necessario disporre di un sito idoneo al collocamento delle macchine affinché si possa «portare fuori», cioè estrarre, il terreno:

«مجانیقی دعوی کرده که اگر بروی زمین موضعی ممکن بودی
۶ که بروشایستی ایستادن من ببعضی از این آلتها زمین را
۷ از مکان خود بیرون بردمی»³

«Un meccanico ha dichiarato: se, sulla terra/suolo, c'è un posto dove collocare saldamente queste macchine, con questi strumenti io porterò la terra fuori dal proprio posto».

Da ulteriori dettagli, meglio precisati in manoscritti rinvenuti successivamente a quello rintracciato negli anni Novanta da cui è tratta la citazione, si deduce che lo studioso si riferisce a 'macchine da cantiere', più macchine, come indica il plurale, e alla sistemazione delle stesse sul suolo, come puntualizza la preposizione «بروی» nella prima parte della frase, la cui parte terminale allude all'estrazione del terreno, come suggerisce l'avverbio «بیرون» (fuori). Di conseguenza, non si tratterebbe di spostamento del globo terrestre - benché, in linea teorica e svincolati da problemi di dimensioni, materiali, pesi e forze l'asserzione possa essere condivisa - bensì di movimentazione di terreno, normale e consueta operazione di cantiere, peraltro coerente con la meccanica di Erone e con l'attenzione riservata da Vitruvio alle macchine. La frase che celebra la notevole potenzialità della leva e attribuita ad Archimede viene citata da tutti gli studiosi dello scienziato siracusano ed è entrata nel gergo comune; la sua formulazione viene tramandata da Pappo di Alessandria (m. post 350 d.C.), che la scrive nelle *Collezioni Matematiche*:

«[...] Con la stessa teoria si può muovere un [qualsiasi] peso dato con una forza assegnata; questa è una scoperta meccanica di Archimede, che a questo proposito si dice abbia affermato: "Datemi dove appoggiarmi e sposterò la Terra". Erone alessandrino ha esposto molto chiaramente la sua costruzione nel libro detto "barulco".

Nel barulco il peso dato si muove con la forza assegnata mediante un sistema di ruote dentate [...].⁴

La teoria fondamentale per lo studio dei baricentri, dell'equilibrio e dei moti - basilare nella leva e nella bilancia - era stata esposta un secolo prima da Aristotele (384 - 322 a.C.), che poneva in capo alla meccanica il principio informatore del vantaggio delle macchine rispetto allo spostamento manuale con la finalità di armonizzare o di contrastare l'opera della natura per trarne profitto. Rapportabili al filosofo di Stagira sono le argomentazioni sui vari tipi di 'moti', in particolare il circolare, che è cardine del pensiero metafisico e, dal punto di vista pratico, il più vantaggioso:⁵

³Ms. *Supplement Persan n.369*, della sezione Manoscritti orientali della Biblioteca Nazionale di Francia a Parigi, c. 2v; il codice è il primo in lingua persiana della Meccanica di Erone rinvenuto negli anni Novanta da chi scrive.

⁴Citando Pappo Alessandrino, *Collectio*, VIII, 1060-1-12, (ed. Hultsch) in: LUCIO RUSSO, *Archimede, un grande scienziato*, Roma, Carocci Editore, 2019, p. 62.

⁵La questione viene affrontata anche da Avicenna; per l'approfondimento e i riflessi sulla meccanica di ambito iranico, cfr. G. FERRIELLO, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica: strumento di misurazione e*

«[...] La natura opera spesso in contrasto con il nostro vantaggio, perché il suo corso è sempre lo stesso, immutabile, mentre è vario e di volta in volta mutevole ciò che è utile per noi. Così, quando bisogna agire violando la natura, la difficoltà ci imbarazza e richiede una specifica abilità: quella particolare abilità che ci soccorre, davanti alle difficoltà di questo genere, noi la chiamiamo per questo *mechane* [...]»;⁶

il contrasto si traduce in vantaggio nello spostamento/sollevamento dei carichi:

«[...] Perché con l'aiuto della leva forze di debole entità spostano grandi pesi. [...] Così, il rapporto tra il peso mosso e quello che lo muove è inverso al rapporto tra le rispettive distanze dal centro: in ogni caso, quanto più è grande la distanza dal fulcro, tanto più facile sarà il movimento. La causa è quella già esposta: il raggio che più dista dal centro descrive un cerchio più grande. Perciò a una maggiore distanza del motore dal fulcro, corrisponde un maggiore spostamento, anche se la forza applicata è la stessa [...]».⁷

Vitruvio (I sec. a.C., II metà) riprenderà il pensiero aristotelico sottolineando nel Libro X il nesso fra leva e bilancia, fra peso e forza e fra strumento/macchina e [posizione del] fulcro, come annota Daniele Barbaro, il quale, come già altri studiosi rinascimentali, promuove la diffusione e la conoscenza del *De Architectura*:

«Molte questioni pertinenti alle Meccaniche⁸ di Arist.[otele] in poche parole poste, e risolte sono da Vitruvio in questo luogo [...]. In ogni artificioso movimento sono quattro cose il peso, la forza, che lo muove, lo strumento, con che si muove, detto Vectis Latinamente, Mochlion in Greco, Leua in Volgare, e quello sopra che si ferma la Leua Hypomochlion in Greco, [...]. Tutte queste cose dalla stadera alla bilancia, e dalla bilancia alla ragione del circolo si vanno riducendo [...]».⁹

Dopo il trattatista romano, intorno al I secolo, l'argomento verrà sistematizzato e sviluppato ulteriormente da Erone, la cui collocazione cronologica è controversa in quanto, fra l'altro, il vocabolo 'erone' indicherebbe semplicemente "ingegnere", pertanto potremmo trovarci dinanzi a più soggetti denominati nello stesso modo. Un'ipotesi di datazione colloca lo studioso fra la morte

strumento di interpretazione, in: "Achademia Leonardi Vinci", anno II, n. 2, 2022, pp. 201-238; per Avicenna: JEAN JOLIVET, *Classification des Sciences*, in *Etudes sur Avicenne*, traduit par Mohammad Achena et Henri Masse, 2 vols., Paris: Les Belles Lettres, 1984, pp. 255-270; RABIA MIMOUNE, *Épître sur les parties des Sciences intellectuelles d'Abū 'Alī al-Ḥusayn ibn Sīnā*, in AA. VV., *Etudes sur Avicenne*, cit., pp. 143-151; ÉDUARD WEBER, *La classification des Sciences selon Avicenne a Paris vers 1250*, in AA. VV., *Etudes sur Avicenne*, cit., pp. 77-101; G. FERRIELLO, *Avicenna, il Poema della Medicina*, in: "Oriente Moderno", 1999, 3, pp. 157-162.

⁶MARIA FERNANDA FERRINI, *Aristotele Meccanica*, Milano, Bompiani, 2010, p. 164 (testo greco) p. 165 (traduzione).

⁷M. F. FERRINI, *Aristotele Meccanica*, cit., pp. 179-181.

⁸Sono utilizzate le trascrizioni degli autori.

⁹DANIELE BARBARO, *I dieci libri dell'architettura di M. Vitruvio. Tradotti & commentati da mons. Daniel Barbato, eletto Patriarca d'Aquileia, da lui riveduti & ampliati; & hora in piu commoda forma ridotti*. In Venetia: appresso Francesco de' Franceschi senese & Giouanni Chrieger alemano Compagni, 1567, p. 471, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=ucm.5324327671&view=1up&seq=471>. Vitruvio è citato più volte da Leonardo; copie del '*De Architectura*' circolavano dal 1486 nell'edizione di Sulpizio da Veroli stampata a Roma, cfr. CARLO VECCE, *La Biblioteca perduta, i libri di Leonardo*, Salerno editrice, Roma, 2017, p. 95.

di Archimede (212 d. C.) e Pappo (III - IV sec. d.C.), che lo cita più volte; un'altra lo correla a Ctesibio, ma a quest'ultimo nome corrispondono due diversi studiosi: il primo vissuto sotto Tolomeo Filadelfo (fine III e inizi II sec. a.C.), il secondo sotto Tolomeo VII Physicon vissuto intorno al 100 a.C. Le testimonianze di Ateneo e di Vitruvio, insieme a quelle di Diodoro Siculo e di Plinio il Vecchio collocherebbero Ctesibio nel III sec. a.C.. Considerando le analogie fra gli *Automata* di Erone e l'attività di Filone di Bisanzio (III a.C.) poco più giovane di Ctesibio, si dovrebbe perciò ipotizzare che Erone sia vissuto nel III secolo a.C.. Tuttavia, ha maggiore credito il nesso con Filone¹⁰ e forse la sua dimestichezza di Erone con lui e con Ctesibio potrebbe derivare da studi effettuati su loro opere disponibili nella Biblioteca di Alessandria. Un'altra supposizione è legata alla data dell'eclissi lunare del 62 d.C., che fa situare Erone nel I secolo d.C.. Questa datazione è accreditata presso gli studiosi musulmani e concorda con quella espressa da uno dei primi e maggiori studiosi della Statica e dell'equilibrio dei corpi in ambito arabo, Khalil Jaouiche, che ha approfondito e fatto conoscere in versione francese il testo arabo del '*Kitāb al-qarastūn*' (Trattato della bilancia)¹¹ di Thābit ibn Qurra traendone una esaustiva pubblicazione critica.¹² Erone, nel II libro della meccanica, dopo avere descritto ciascuna delle cinque macchine semplici – in sequenza argano, leva, carrucola, vite e cuneo -, suggerisce di combinare fra loro fino a quattro macchine per ottenere risultati ancora più vantaggiosi.

Il beneficio arrecato al lavoro dell'uomo assegna alla meccanica un posto importante fra le Matematiche, fra le quali detta branca è connessa alla Geometria e alla Fisica. Gli elementi-cardine summenzionati - relazione leva-bilancia, vantaggio, riferimenti ad Aristotele, Archimede Erone e altri - sono in vari codici persiani che, dagli anni Novanta, prima casualmente, poi intenzionalmente, sono stati rintracciati e analizzati.¹³

Indicativa è la collocazione della meccanica nell'ambito delle Enciclopedie islamiche,¹⁴ le quali individuano le gerarchie epistemologiche disciplinari. In questo breve contributo limitiamo gli

¹⁰GIOVANNA R. GIARDINA, *Erone di Alessandria*, cit., pp. 5-30. Per la datazione anche: G. FERRIELLO, *Il sapere tecnico-scientifico fra Iran e Occidente una ricerca nelle fonti*, "Tesi Ph.D. Studi Iranici", Istituto Universitario Orientale, Napoli, a.a. 1997-1998, p. 19, fanno propendere per la collocazione dello studioso nel I secolo d. C., CHARLES SINGER, *Breve storia del pensiero scientifico*, Torino, 1961, p. 88; sull'ingegneria islamica anche: DONALD HILL, *Islamic Science and Engineering*, Edinburgh, Edinburgh University Press Ltd., 1993. In questo testo calibrato sull'ambito arabo lo studioso non considera il corrispettivo contesto persiano fuorviando, per esempio, le ricerche nel campo dell'agrimensura e della misurazione, in proposito: G. FERRIELLO, *Donald Hill, Islamic Science and Engineering*, in: "Oriente Moderno", (Roma), XVI, n. s., 1, 1997 (edito 1999), pp. 119-125; G. FERRIELLO, *La formazione ed il ruolo del tecnico medievale musulmano nelle fonti persiane ed arabe*, in "Matepristem", (<http://matematica.unibocconi.it/articoli/la-formazione-ed-il-ruolo-del-tecnico-medievale-musulmano>), Milano, 2009; G. FERRIELLO, *L'estrazione delle acque nascoste Trattato tecnico scientifico di un matematico-ingegnere persiano vissuto nel Mille*, Torino, Kim Williams Books, 2006; HAMID REZA NAFISI; MOHAMMED ABATTOUY, *Resālehā-ye Abū Hātim Isfīzārī dar 'elm-e mekānīk*, in: "Mīras-e Elmi-ye Eslam va Iran. Scientific Heritage of Islam", 9 (5), 2016, pp. 6-34. La trascrizione è quella della rivista e utilizzata anche per i nomi degli autori. Il nome dell'autore è così trascritto da lui in testi pubblicati in inglese.

¹¹È il modello di bilancia detto 'alla romana'.

¹²KHALIL JAOUICHE, *Le livre du qarastūn di Tābit ibn Qurra, étude sur l'origine de la notion de travail et du calcul du moment statique d'une barre homogène*, Leiden, E. J. Brill, 1976, tavola sinottica, p. 74. Titolo come scritto dall'autore.

¹³Limitiamo i riferimenti a quelli indispensabili per inquadrare la problematica delle traduzioni tecnico-scientifiche di testi di meccanica, dei quali nulla era stato scritto o detto prima che la sottoscritta rinvenisse i manoscritti SP 369 di Parigi, Ms 1674 di Mashhad e n. 714/1,2.

¹⁴L'argomento è in: G. FERRIELLO, *L'Art de la construction et les Constructeurs persans dans le Kitāb encyclopédique du monde islamique entre le X^e et le XVII^e siècle*, in: "Atti XXth International Congress of History of Science; Symposium Between Mechanics and Architecture", Liegi, 20-26, July, 1997, Vol. Symposia, p. 467, trascrizione in uso al tempo della pubblicazione; su esso cfr. anche: ZEINAB KARIMIAN, *L'art de la construction' et 'les*

accenni a quelli indispensabili a chiarire la relazione fra ‘teoria e prassi’ e tra ‘filosofia e Matematiche’, nella cui orbita è inclusa la Fisica.

Nel corso del tempo, la differente classificazione delle discipline sottende a trattati ed enciclopedie redatte adottando a volte il sistema platonico, altre volte l’aristotelico, ma sempre con lo scopo di individuare una scala di contenuti e di valori subordinati uno all’altro. Le enciclopedie persiane - od islamiche in generale - introducono insegnamenti considerati secondari nel mondo greco, per esempio la meccanica disprezzata da Archimede in quanto mera applicazione pratica e non speculazione pura, ma verosimilmente per non divulgare informazioni su macchine da guerra compromettendo attività vitali. La catalogazione del sapere organizza i contenuti in liste e ricorre, in alcuni casi, all’analisi etimologica ispirata a Isidoro di Siviglia, già traduttore di opere dall’arabo e, a sua volta, tradotto in arabo. Essa ha caratterizzato i lavori dei ricercatori musulmani e dei traduttori fino al XII secolo e, di lì a poco, l’attività delle Università europee del XIII secolo¹⁵, dove questo genere di lettura è stato impiegato principalmente nell’ambito delle Facoltà delle Arti con lo scopo di superare le secolari dicotomie ‘arte - scienza’ e ‘attività teoretica - attività pratica’. Fin dall’Antichità gli studiosi si erano interessati della classificazione del sapere; a volte - come gli stoici e i platonici - adottando la tripartizione: *Philosophia moralis* (Etica), *Philosophia naturalis* (Fisica), *Philosophia rationalis* (Logica), altre volte, invece, la cosiddetta aristotelica, che presumeva due macro-insiemi: *Philosophia theoretica* e *Philosophia practica*. Le singole discipline venivano inserite ora in una ora nell’altra classe in relazione al grado di astrazione loro attribuito. Nel mondo islamico le scienze continuano ad essere strettamente connesse alla filosofia; tant’è che la loro trasmissione viene affidata all’*ḥakīm*, il sapiente, nel quale sono parimenti importanti la conoscenza acquisita con lo studio e quella guadagnata con l’esperienza.¹⁶

La marcata componente filosofica delle dissertazioni su equilibrio, spostamento e macchine caratterizza gli studiosi di formazione iranica, offre una chiave interpretativa applicabile anche a studiosi occidentali,¹⁷ per esempio i rinascimentali, per i quali è rilevante la componente filosofica. Intanto, la necessità di spostare carichi per la presenza di giacimenti minerali - per esempio nelle regioni del Khorāsān - e nei cantieri è avvertita laddove è una radicata stanzialità, da qui l’interesse dei persiani per la meccanica e la sua diffusione nelle regioni iraniche, piuttosto che in territorio arabo, la cui popolazione era prevalentemente costituita da gruppi nomadi.¹⁸

constructeurs persan dans le kitab encyclopedique du monde islamique entre le IX^e et le XVII^e siècle, in: “Miras-e elmi Elmi-ye Eslam va Iran. Scientific Heritage of Islam”, vol. 6, no. 2, Autumn 2017 & Winter 2018, pp. 32-42, in persiano.

¹⁵OLGA WEJERS, *Le Maniement du savoir, Pratique intellectuelles à l’époque des premières universités (XIII^e - XIV^e siècle)*, Bruxelles, Brepols, 1996.

¹⁶G. FERRIELLO, *Le discipline tecniche nell’ambito delle enciclopedie persiane*, in *Il sapere tecnico-scientifico fra Iran e Occidente*, cit., pp. 17-134.

¹⁷G. FERRIELLO, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit.; EADEM, *Ad limina atque sine limine. Famoso astronomo dimenticato mineralogista sconosciuto meccanico*, in: “Atti Congresso Società Italiana di Storia della Scienza, Catania, 30 maggio-1 giugno 2022”, in press.

¹⁸Motivazioni sul differente grado di stanzialità e di tradizione in campo costruttivo sono date già da Ibn Khaldūn: EADEM, *Le tecniche costruttive*, cit.; EADEM, *La formazione e il ruolo*, cit.; EADEM, *Le competenze dell’ingegnere nel mondo islamico fra il X e il XVII secolo*, in: “Atti Convegno Nazionale History of Engineering/Storia dell’Ingegneria, (Proceedings of the 3th International Conference), April 23 rd-24th 2018”, D’Agostino, Salvatore, e D’Ambrosio, Francesca Romana (eds.), 2 voll., Napoli, Cuzzolin editore, vol. II, pp. 619-630.

2. *Occasione di confronto fra più versioni di uno stesso testo:
i manoscritti persiani del 'Sollevatore dei corpi pesanti' di Erone*

Le opere di Erone erano note agli studiosi di area islamica;¹⁹ furono tradotte in arabo e, oggi, possiamo affermare, in persiano.²⁰ Fra i traduttori più importanti vanno annoverati i Banū Mūsā (il capostipite b. Shākir, ante 803-873) tra i quali Aḥmad, esperto di meccanica, Qusṭā ben Lūqā al-Ba‘labakkī (820 - 912), Abū-Nūḥ, Nayrīzī (865 - 922), Abū Ja‘far Khwāzinī Khorāsānī (900 - 971), traduttore della 'Diottra' e il suo concittadino Abū l'Fath 'Abd al-Raḥmān al-Khwāzinī al-Khorāsānī (1115 - 1155),²¹ traduttore di opere di Archimede, Erone, Euclide, Menelao e Pappo, nonché autore di un noto lavoro sulla bilancia idrostatica, che richiama e cita come antefatti testi anteriori, a cominciare da quelli di Archimede e Menelao (I° sec. d. C).

Erone descrive le macchine col loro funzionamento nei tre libri della '*Meccanica*', ovvero '*Il sollevatore dei corpi pesanti*': nel primo sviluppa la parte teorica e il *baroukos*,²² nel secondo le cinque macchine semplici basate sul principio dell'equilibrio e della leva/bilancia e alcune macchine composte ottenute assemblando più dispositivi; nel III libro tratta macchine da guerra e da cantiere. I manoscritti persiani rinvenuti dagli anni Novanta ad oggi coprono un ampio arco temporale avvalorando un interesse duraturo per l'argomento e l'utilizzo pratico del testo.

I codici rendono possibili confronti fra copie di uno stesso lavoro; fanno emergere novità nel caso di varianti anche apparentemente secondarie; contengono espliciti riferimenti a studiosi quali Aristotele, Archimede, Erone, Euclide e Apollonio. Ad eccezione di un testimone, i manoscritti persiani sono privi della parte teorica coi teoremi e mettono insieme macchine semplici e composte estrinsecando la finalità pratica del testo, che diventa un manuale di più agevole consultazione. Fra l'altro, tutti i codici sono in formato di ridotte dimensioni, tale, cioè, da essere tenuti agevolmente in mano.

¹⁹Gli studiosi/traduttori professavano religioni differenti; per semplificare si utilizza il termine 'islamico' per indicare l'area geografico-culturale assoggettata all'Islam.

²⁰Sui rinvenimenti di codici di meccanica: G. FERRIELLO, *La Meccanica di Erone in una inedita versione persiana medievale annotata dall'emissario di Luigi XIV*, in: "Atti XVI Congresso AIMETA, Associazione Italiana di Meccanica Teorica ed Applicata", Ferrara, 9-12 settembre 2003", (Ferrara: 2003): abstract text, p. 8; full text in associated CD, pp. 175-183; EADEM, *The Lifter of heavy bodies of Heron of Alexandria in the Iranian world*, in: "Nuncius, Journal of the material and visual History of Science", annata 2003 Firenze, Leo S. Olschki, 2007, pp. 327-345; G. FERRIELLO, *La diffusione della Meccanica di Erone in ambito Iranico*, in P. CAYE, R. NANNI, P. D. NAPOLITANI (eds), *Scienze e Rappresentazioni*, Firenze, Leo S. Olschki, 2016, pp. 69-87, in: "Atti convegno Vinci, Biblioteca Leonardiana, 26-29 settembre 2012"; G. FERRIELLO; M. GATTO; R. GATTO, *The Baroukos And The Mechanics of Heron*, Firenze, Leo Olschki, 2016; G. FERRIELLO, *Antichi testi di Meccanica, nuovi ritrovamenti, la Majmū'a (raccolta, miscellanea) n° 197 di Tehrān*, in: "Atti 8° Convegno Nazionale History of Engineering/Storia dell'Ingegneria, (Proceedings of the 4th International Conference", D'Agostino, Salvatore, e D'Ambrosio, Francesca Romana (eds.), 2 voll., Napoli, 2020, Cuzzolin editore, vol. I, pp. 189-202; pp. 198-199.

²¹EADEM, *Le tecniche costruttive nel Medio Evo islamico attraverso le fonti persiane*, Tesi di laurea in Lingue e Letterature straniere moderne orientali, 2 voll. (vol. 1 dissertazione, vol. 2 Traduzioni inedite dal Persiano) Istituto Universitario Orientale, Napoli a. a., 1992-1993; G. FERRIELLO, *Il sapere tecnico-scientifico*, cit.

²²Il lemma viene utilizzato anche per indicare il testo '*La Meccanica*', come nel citato brano di Pappo.

Alcuni manoscritti sono annotati; tutti contengono immagini. I disegni, meno vincolati alla tradizione, cui è assoggettata la calligrafia connotata da significato religioso; perciò essi sono di ausilio anche nell'ipotizzare la sequenza cronologica dei codici e permettono, di cogliere subito analogie con testi di studiosi occidentali anche a chi non conosca la lingua persiana. I disegni delle macchine palesano forti somiglianze con la produzione degli ingegneri rinascimentali, incluso Leonardo da Vinci, come è stato evidenziato durante le celebrazioni svolte a Tehrān nel 2019²³ in occasione del cinquecentenario della sua morte (Fig. 1).

Parallelamente, e per via indipendente, gli studi di Carlo Vecce sulla biblioteca di Leonardo documentavano, con dati circostanziati, la diffusione di libri di autori arabi e persiani durante il Rinascimento.²⁴ Gli elementi riferiti dallo studioso sono in consonanza con lo studio sulla diffusione delle fonti tecnico-scientifiche fra Oriente e Occidente durante il Medio Evo e sulle cosiddette 'traduzioni di ritorno', cioè di testi antichi ed ellenistici tradotti in arabo e in altre lingue, poi nuovamente volti in latino o in volgare precludendo al Rinascimento.²⁵

La ricerca sulla trasmissione delle fonti tecnico-scientifiche greche e romane attraverso le traduzioni arabe e persiane era stato l'argomento



Fig. 1, Locandina delle celebrazioni vinciane a Tehrān nel 2019. Progetto grafico e realizzazione, anche del filmato su Leonardo e i codici persiani, di Emilio Pinto.

²³“Giornata della Ricerca italiana nel Mondo, convegno: “Il Genio di Leonardo da Vinci, il contributo di nuove fonti alla lettura della sua opera”, Tehrān, 12 aprile 2019, Museo Archeologico Nazionale; organizzazione scientifica G. Ferriello, organizzazione amministrativa e operativa dott. Vincenzo Russo Spina, Ambasciata di Italia a Tehrān, relatori secondo presentazione: Giuseppina Ferriello, Romano Gatto, Alfredo Buccaro, Mohammad Bagheri; progetto grafico, relativa realizzazione e filmato di Emilio Pinto. Per via indipendente altri ricercatori ponevano l’accento su Leonardo studioso, cfr. C. VECCE, *La Biblioteca*, cit.; ALFREDO BUCCARO, *Leonardo da Vinci. Il Codice Corazza nella Biblioteca Nazionale di Napoli*, Poggio a Caiano. Napoli: CB Edizioni-Edizioni Scientifiche Italiane, 2011; ALFREDO BUCCARO; MARIA RASCAGLIA (eds.), *Leonardo e il Rinascimento nei Codici napoletani. Influenze e modelli per l’architettura e l’ingegneria*, catalogo della mostra (Napoli, Palazzo reale, 12 dicembre 2019 - 15 marzo 2020, Poggio a Caiano-Napoli: CB Edizioni-CIRICE-FedOA University Press, 2020.

²⁴G. FERRIELLO, *Le tecniche costruttive*, cit.; EADEM, *La bilancia in Leonardo e nei codici persiani*, cit.; CARLO VECCE, *La Biblioteca perduta, i libri di Leonardo*, Salerno editrice, Roma, 2017; AA.VV., *La Biblioteca di Leonardo*, Vecce, Carlo (ed.), Firenze, Giunti, 2021.

²⁵G. FERRIELLO, *La trasmissione del pensiero tecnico-scientifico fra mondo persiano e l’Occidente*, e Tab. 8 (*Studiosi musulmani e traduttori latini di testi tecnico-scientifici*), in *Il sapere tecnico-scientifico*, cit., pp. 192-199 e 290-299.

del Ph.D. in studi iranici che ha considerato le traduzioni tecnico-scientifiche eseguite fra il VII e il XV secolo. Il termine *ante quem* - 1449, tre anni prima della nascita di Leonardo (1452) - era stato scelto senza pensare al vinciario bensì la presenza della *kunya* di un traduttore operante con Ulūg Beg: Mūsā Moḥammad b. Maḥmūd Qāzī-zādeh al-Rūmī (1393 - 1449), simbolica chiusa di uomini di scienza e di traduttori dal greco e dal latino impegnati in traduzioni e integrazioni di testi antichi ed ellenistici.

La comunanza delle fonti era all'origine di ricerche indipendenti attivate dalla sottoscritta alla fine degli anni Ottanta²⁶ ed è stata il filo conduttore del convegno celebrativo del 500° anniversario della morte di Leonardo. Il confronto è stato reso possibile anche dalla disponibilità di codici di agrimensura e di geometria e di più versioni della Meccanica di Erone in farsī, confrontabili con la traduzione araba eseguita da Qusṭā b. Lūqā (m. 912) probabilmente col concorso di Aḥmad Banū Mūsā.

Alla metà degli anni Novanta risale la disponibilità dei primi codici persiani di meccanica inaspettatamente emersi durante l'approfondimento della trasmissione dei testi tecnico-scientifici; da allora i testi sulle macchine redatti in farsī hanno catalizzato l'attenzione; il loro studio, inoltre, offre vari utili elementi di paragone fra i testi e per la ricostruzione dell'utilizzo del testo eroniano nel corso del tempo e nelle diverse aree geografico-culturali.

Fu una sorpresa ritrovarsi fra le mani una copia in persiana del II Libro della *Meccanica* identificata in un manoscritto conservato a Parigi e a lungo dimenticato: il *Supplement Persan n. 369*, ex Ms. n. 803 dei cataloghi di inizio Novecento, dove, stranamente, non risultava il titolo trascritto su uno dei fogli di guardia, cioè كتاب جرّ الثقيل (*Sollevatore dei corpi pesanti*) e si taceva della presenza di un altro importante testo ad esso accluso: *La bilancia dei filosofi o della saggezza*. Il codice faceva parte della *Section des manuscrits orientaux* della *Bibliothèque Nationale de France* di Parigi e, nel 1912, era stato catalogato da Edgar Blochet come testo con figure geometriche.²⁷

Lo scritto del lavoro sulle macchine occupa le pagine pari delle carte da 2v. a 30v. incluse e, dopo una pagina bianca, è seguito dalla *صفت ترازوی حکمت* (Descrizione della bilancia della saggezza, cc. 32 a 34) di Abū l'Fath 'Abd al-Raḥmān al-Khwāzīnī al-Khorāsānī (1115 - 1155). I due elaborati coesistono anche in altre quattro copie fra le tredici rintracciate. Il motivo dell'unione dei due testi va ricercato nella tradizione aristotelica e archimedeica della meccanica e in quanto espresso da Vitruvio nel X libro²⁸ del *De Architectura*. La probabile ragione dell'abbinamento dei testi è palesata in uno dei codici rinvenuti nel 2019, cioè il Ms. n. 5750 della 'Istituzione Fondazione e Museo Malek' di Tehrān:

«**Il secondo paragrafo**²⁹ [tratta] della leva, che la moltitudine della gente chiama anche *birom*, e presso la quale è popolare; ad ogni buon conto, tutta la gente, per analogia, dice che

²⁶La curiosità per le tecniche costruttive e per le fonti tecnico-scientifiche espresse in aree geografiche differenti da quella greco-romana indusse chi scrive, laureata in architettura dal 1980 e specializzata in restauro dei monumenti dal 1983, a iscriversi all'I.U.O., nel 1987, per imparare le lingue araba e persiana per accedere alle fonti poiché nei testi pubblicati non erano affrontati gli argomenti da un punto di vista tecnico-scientifico attingendo alle fonti.

²⁷EDGAR BLOCHET (1912), *Catalogue des Manuscrits Persans de la Bibliothèque Nationale*, 2 voll. II., Paris, Imprimerie Nationale, vol II, 1912, pp. 73-74.

²⁸VITRUVIO POLLIONE, *Dell'architettura, interpretazione a cura di Giovanni Florian*, Pisa, Giardini Editori, 1978, p. 199.

²⁹In corsivo scritto di colore rosso.

sappiamo che la scienza della bilancia, come è stato dimostrato, viene fuori da questa scienza o questa scienza [viene fuori] dalla scienza della bilancia [...]»³⁰

La bilancia a tre bracci dei testimoni di meccanica indica il termine *post quem* nell'anno 1155, in quanto il modello è la rielaborazione effettuata da Abū l'Fath 'Abd al-Raḥmān al-Khwāzinī al-Khorāsānī, il quale aggiunse il terzo braccio alla bilancia di Isfīzārī:

«[...] *The eminent teacher Abū Ḥātim al-Muẓaffar ben Ismā'īl al-Isfīzārī [...] also handled the subject, for some length of time, in the best manner possible, giving attention to the mechanism, and applying his mind to the scope of the instrument, with an endeavor to facilitate the use of it to those who might wish to employ it. He added to it two movable bowls, for distinguishing between two substances in composition; and intimated the possibility of specific gravities of metals being [marked] upon its beam, for reading and observation, relatively to any particular sort of water. But he failed to note the distance of specific gravities from the axis, by parts divided off and numbers [...] named it 'balance of wisdom'[...]*».³¹

Altri testimoni della *Meccanica* sono state rintracciate nel 2017 e nel 2019; alcune cronologicamente precedono il *Supplement Persan n. 369*, la cui copia può risalire ai secoli XV e il XVI secolo;³² il catalogo on-line della Biblioteca Nazionale di Parigi la data al XVI secolo. L'esemplare fu dato fra il 1674 e il 1676 all'emissario del re Sole; esso è stato preso a modello per la trascrizione sia perché è il primo testimone rinvenuto e identificato, sia per la chiarezza della scrittura e per la correttezza di numero e ubicazione dei segni diacritici.

3. *Novità: la 'via iranica' della meccanica e le due diramazioni*

Le novità che riguardano opere antiche sono difficili da accettare poiché generano dubbi su convinzioni radicate diventate col tempo assiomi, mentre dovrebbero determinare revisioni e modifiche; il più delle volte, vengono, perciò, ignorate. Per rendersene conto basta confrontare una qualunque bibliografia a margine di lavori su testi o su autori famosi pubblicati dopo la diffusione di nuovi dati per constatare che, solo raramente, si tiene conto di 'novità'. Ancora più grave, se possibile, è il mancato ricorso alle fonti, che consentirebbe di evitare errori ed errati inserimenti nel proprio contesto perfino di importanti autori;³³ per non dire di artifici anche linguistici adottati pur

³⁰Ms 5750, Fondazione e Museo Malek, c.3.

³¹NIKOLAI KHANIKOFF, *Analysis and extracts of Book of the Balance of Wisdom*, in: "Journal of American Oriental Society", 1860. Ristampa anastatica, 1982. Vaduz, VI, 1-128, p. 14.

³²Secondo il dott. F. Richard, al tempo della scoperta direttore della sezione di manoscritti orientali della biblioteca parigina.

³³Esemplare il caso del matematico-ingegnere Abū Bakr ibn Moḥammad ibn al Ḥusayn al-Karajī (953-c. 1029), che, nonostante quanto scriva nelle note autobiografiche nel trattato L'estrazione delle acque nascoste, viene considerato arabo confondendo 'arabografo' con arabo di nascita e formazione; a nulla sono valse le indicazioni fornite già da G. Levi della Vida nei primi del Novecento: GIORGIO LEVI DELLA VIDA, *Appunti e quesiti di storia letteraria araba*, in: "Rivista di Studi Orientali", Vol. XIV, 1934, pp. 249-283, p. 250, infatti, negli anni Settanta viene considerato (arabo): J. VERNET Y A. CATALÁ, *Un Ingeniero árabe del siglo XI: al-Karajī*, in: "al-Andalus", vol. XXXV/1970, pp. 69-92; e in tempi recenti, ROSHDI RASHED, *The development of Arabic Mathematics: between Arithmetic and Algebra*, Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers, 1984, nel capitolo I (The beginnings of Algebra) Paragrafo n.2 (Karajī), pur in possesso delle competenze linguistiche e a conoscenza di quanto scritto da G. Levi della Vida, che

di non modificare asserzioni acquisite. Per esempio, non è raro leggere di 'anticipatori' di una determinata teoria, quando si scopre che un concetto oppure una certa scoperta sono antecedenti a studiosi ai quali essi sono stati attribuiti per consuetudine. Fra le 'novità' possiamo inserire i rinvenimenti di nuove copie del *'Il sollevatore dei corpi pesanti'*. La disponibilità di più testimoni e l'opportunità di confrontarli e di distribuirli entro un ampio arco temporale è un'occasione da cogliere, ma sono indispensabili spirito critico, dubbi e continue ricerche e revisioni. La traduzione persiana della parte iniziale del II libro - sulla quale si focalizza l'attenzione degli studiosi per l'evidente applicazione in campo pratico - insinua il dubbio sulla corretta interpretazione/traduzione della frase di Archimede e della leva in grado di 'sollevare il mondo'. L'acquisizione di inedite copie del testo offre agli storici della scienza di rivedere quanto finora tramandato sulla scorta di una documentazione che era limitata e circostanziata; ma è pur vero che è difficile ritornare su quanto letto/scritto e dato per scontato. La scoperta dei primi codici di meccanica in persiano è stata casuale; le indagini successive, invece, sono sistematiche. L'aggiunta di testimoni configura un più ampio un campo di studio, che sta dando nuovi esiti grazie a indizi intriganti reperibili nei manoscritti, tutti inediti.

La casualità della scoperta iniziale può avere diverse ragioni; *in primis* le catalogazioni disciplinari sono cambiate nel corso del tempo e nelle differenti aree geografiche; difficilmente si risale alle fonti, specialmente se in lingue non molto note; non viene colta da studiosi occidentali la distinzione fra lingua araba e lingua persiana, mentre la scarsa conoscenza delle due lingue induce molte persone a ritenere che a grafemi simili corrisponda lo stesso idioma. A ciò si aggiunge la consuetudine a ritenere 'arabo' chiunque abbia utilizzato tale lingua in periodi in cui essa era la lingua internazionale e franca, come accadeva in passato in Occidente col latino e come accade oggi con l'inglese.³⁴ Quasi sempre, poi, di Storia della scienza si occupano letterati, mentre i tecnici, dal canto loro, sono poco propensi a studiare le lingue; a tutto ciò si aggiunge la scarsa curiosità per la conoscenza di temi tecnico-scientifici sviluppati in contesti diversi da quello occidentale:

«[...] A complicare l'indagine nel settore concorrono fattori quali l'enciclopedismo medioevale, che accomunava un tempo campi disciplinari oggi distinti, l'inserimento della scienza iranica nel più vasto spazio della cultura musulmana e la differente estensione dell'area geografica iranica odierna rispetto a quella storica³⁵, la diversa - talvolta divergente - classificazione delle singole discipline adottata, in passato, nell'ambito delle enciclopedie scientifico-filosofiche.

cita a p. 22, continua a inserire lo studioso fra gli autori arabi/magrebini; fra testi recenti anche: HOUMAN KOLIJ, *In-Between Architectural Drawing and imaginative knowledge*, London, Routledge, 2016 (ritiene che il lavoro di Karajī sia il primo sull'argomento, p. 118, in contrasto con quanto scrive l'autore stesso); SANDRINE SIMON, *Reviving indigenous water management practise in Marocco, Alternative pathwise to sustainable development*, London, Routledge, 2021 (inserisce il testo nella tradizione nord Africana); MAJID LABBAF KHANEIKI, *Cultural Dynamics of water in Iranian civilization*, Berlino, Springer, 2020, lo include nella tradizione iranica; anche M. Abattouy non considera - nel caso summenzionato - la corretta formazione/provenienza e ancora: MOHAMMED ABATTOUY; SALIM. AL-HASSANI, *The corpus of al-Isfīzārī in the sciences of weights and mechanical devices*, London, al-Furqān, 2015; M. ABATTOUY, *Greek Mechanics in Arabic Context: Thābit ibn Qurra, al-Isfīzārī and the Arabic Traditions of Aristotelian and Euclidean Mechanics*, in: "Science in Context", 14, 2001, pp. 179-247. Per le implicazioni dell'errata inclusione nel contesto iranico, cfr.: G. FERRIELLO, *L'estrazione delle acque nascoste*, cit., pp. 44-57.

³⁴G. FERRIELLO, *Le tecniche costruttive*, cit., pp. 9-22; e nota n. 34 in questo contributo.

³⁵Che includeva ambiti quali l'Afghanistan, parte della Turchia ed alcune repubbliche ex sovietiche come l'Azerbaijan, il Turkmenistan, l'Armenia e la Georgia, oltre a territori abitati da persofoni come l'Uzbekistan ed il Tajikistan attuali. La citazione tratta dalla tesi di Ph.D. in Studi iranici lascia invariata la traslitterazione vigente nel periodo in cui fu scritta (1995-1998).

La ricerca in un contesto geografico ampio ed in un campo di per sé ancora poco indagato dovrà confrontarsi con la difficoltà di reperimento dei documenti e della loro interpretazione/traduzione per la specificità delle tematiche e per la ridotta diffusione della lingua in cui sono scritti. La penuria delle fonti tradotte in lingue europee, dal canto suo, ha indotto e induce ancora gli studiosi occidentali a rimanere vincolati a giudizi di carattere esclusivamente estetico, mentre restano irrisolte incognite fondamentali quali l'individuazione delle possibili interferenze fra gli scritti iranici e le fonti occidentali e l'identificazione dello specifico contributo iranico all'evoluzione del sapere [...].³⁶

Nel *Catalogue des Manuscrits Persans de la Bibliothèque Nationale* del 1912 Edgar Blochet dava notizia di un «Trattato di cinematica con figure geometriche» collocato dopo due manoscritti tradotti dall'arabo in persiano: il '*Trattato di idraulica*' - più correttamente sui congegni idraulici/automi - di Abū al-'Izz ibn Ismā'īl ibn al-Razzāz al-Jazarī³⁷ (n. 801) e il volume con le relative illustrazioni (n. 802). Per gli studi in corso³⁸ attraevano i due manoscritti sugli automi, ma la prossimità col n. 803 - che completava la piccola sezione tecnica - spinse a richiedere il microfilm di tutti e tre i codici. Il Ms. n. 803, in seguito classificato '*Supplement Persan n. 369*, da 'intruso' diventerà importante punto di riferimento per gli studi sulla meccanica in ambito iranico e sui suoi caratteri distintivi.³⁹

La prima identificazione del contenuto fu di tipo visivo-percettivo, quindi immediato. I disegni, senza bisogno di traduzioni, rievocavano con evidenza le macchine di Erone della versione francese della Meccanica pubblicate da Camille Carra de Vaux alla fine dell'Ottocento sul *Journal Asiatique*. Fortunatamente, da poco quel testo era stato consultato insieme con altri e le immagini di macchine erano rimaste impresse. La curiosità di acquisire altri dati impose una pronta ricognizione *in loco* nella biblioteca parigina per analizzare l'originale trascurato e da nessuno studioso preso in considerazione. Difatti, nei testi occidentali⁴⁰ sulla Meccanica di Erone non veniva nemmeno ipotizzata l'esistenza di versioni differenti dall'araba trasmessa attraverso il manoscritto Or. n.51 di Leiden e gli studi sulle macchine venivano completati da pochi frammenti greci e da quanto riferito da Pappo.⁴¹

³⁶G. FERRIELLO, *Il sapere tecnico-scientifico*, cit., pp. 4-9.

³⁷Vengono lasciate inalterate le citazioni riportate da autori e in testi pubblicati quando vigeva un tipo di trascrizione differente dalla odierna.

³⁸1995.

³⁹Lo studio sul nuovo percorso iranico è stato recepito anche in Irān, cfr.: JAVAD NATEG; MOHAMMAD MUSTAFA KARIMI, *An Investigation on the Originality of the Persian Manuscripts on Lifting Heavy Weights*, in: "Tarikh-e 'Elm, Iranian Journal for the History of Science", 12(1), 2015-16, pp. 95-113, in lingua persiana. La trascrizione di titolo e nomi è della rivista.

⁴⁰Il manoscritto risulterà ignoto anche a studiosi iraniani di Storia della scienza, i quali dedicheranno alla scoperta e agli studi effettuati da chi scrive appositi articoli: JAVAD NATEG KARIMI, *An Investigation*, cit.; sugli studi su trattatistica e enciclopedie medievali: ZEINAB KARIMIAN, *L'art de la construction' et 'lesconstructeurs' persans dans le kitāb encyclopedique du monde islamique entre le IXe et le XVIIe siècle*, in: "Miras-e elmi. Scientific Heritage of Islam", vol. 6, no. 2, Autumn 2017 & Winter 2018, pp. 32-42, oltre citazioni in bibliografie sempre in lingua persiana.

⁴¹Oltre al citato lavoro di Carra De Vaux, cfr.: AAGE GERHARDT DRACHMANN, *Notes Complementaires*, in: *Heron D'alexandrie, Les Mecaniques*, cit., pp. 217-305; A. G. DRACHMANN, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity*, 2 vols., Copenhagen, Munksgaard, Farrington Benjamin, 1963, pp. 19-140; IVOR THOMAS, *Selections illustrating the History of Greek Mathematics*, 2 vols., vol. II, 1939, London, Cambridge, Massachusetts, Loeb Classical Library, Harvard University, 1980, pp. 614-621; LUDWIG LEO MICHAEL NIX, *Herons von Alexandria Meckanik und Katoptrik, Hrsg. und Ubersetzt, von L. Nix und W. Schmidt, Hero Alexandrinus, Opera quae supersunt omnia*, 3 vols, Vol. II, fasc. 2, Leipzig: H. Schoene, 1900; AHMAD Y. AL-HASSAN; AND DONALD R.HILL, *Islamic Technology An Illustrated History*, Cambridge, New York, Melbourne, Sydney, Paris, Cambridge University Press, 1986; HERON D'ALEXANDRIE, *Les Me'caniques ou l'elévateur des corps lourds*, texte arabe de Qustā Ibn Lūqā établi et traduit par B.

La ricerca di informazioni biografiche di François Pétis de la Croix (1653 - 1713) - possessore del SP n. 369 - furono favorite e incoraggiate dalla disponibilità dell'allora Direttore della sezione di manoscritti orientali, prof. F. Richard, il quale, in quel periodo, approfondiva la figura di Jean Thévenot, che interferisce con la biografia del possessore del codice tenuto a battesimo proprio dall'erudito viaggiatore del Seicento.

Il SP. n. 369 era appartenuto a François Pétis de la Croix, emissario del re Sole in Oriente,⁴² fra il 1674 e il 1676 precettore dei nipoti di Shāh 'Abbās II; durante il soggiorno ad Isfahān ricevette in dono la copia del manoscritto, che inviò in Francia insieme a semi, piante e documenti vari.⁴³ Il giovane a corte era stato introdotto dal Superiore dei Cappuccini padre, Raphaël du Mans dotto in Astronomia, al quale lo aveva presentato l'erudito viaggiatore J. Thévenot, suo padrino di battesimo. Il de la Croix redasse una versione francese - sulla quale ebbe vari ripensamenti (Fig. 2) - scritta sulle pagine bianche affiancate al testo in lingua persiana, ma non pubblicò.

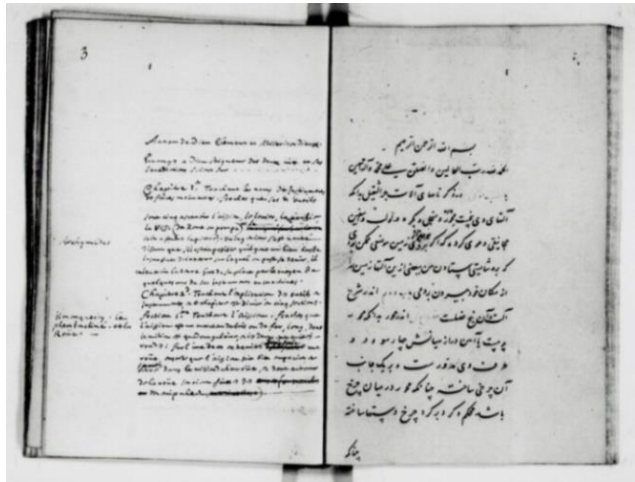


Fig. 2, SP 369, G. Ferriello S. Magazù, p. A1-15

Al primo ritrovamento seguirono subito altri due indicando la probabile l'esistenza di un 'percorso iranico della meccanica' indipendente da quello arabo. I codici erano il Ms n. 1674, col II Libro della meccanica di Erone e caratterizzato dall'*ex libris* della Biblioteca dell'Imam di Mashhad, oggi conservato nella Fondazione e museo Malek di Tehrān, e il Ms n.714/1,2, gravemente mutilo, dell'Università Adabiyāt di Tehrān. Quest'ultimo codice, con ordine inverso rispetto al *Supplement Persan n. 369*, contiene frammenti del II libro di Erone e della bilancia della saggezza o dei filosofi. Il codice di Mashhad,⁴⁴ invece, è incompleto nei disegni, come indicano le bozze da sostituire e, in alcuni casi, griglie ancora vuote destinate ad accogliere i grafici. Il ruolo del documento - che proviene dalla città santa dove avevano operato Sharaf al-Dīn al-Muzaffar Tūsī e suo figlio Moḥammad ibn Moḥammad ibn al-Ḥasan al-Tūsī, noto come Naṣīr al-Dīn al-Tūsī (1201 - 1274) si dimostrerà notevole. Infatti, insieme a nuove informazioni recentemente rintracciate su Naṣīr al-Dīn al-Tūsī e a un accenno in un codice recuperato nel 2019 da chi scrive, il manoscritto colma il vuoto fra l'edizione araba del IX secolo e la francese del XIX secolo, troppo distanti per

Carra de Vaux. Introduction par D.R. Hill, commentaires par A.G. Drachmann, Paris, Les Belles Lettres, 1988, DONALD R. HILL, *Islamic Science and Engineering*, ristampa Edinburgh, Edinburgh University Press Ltd., 1993.

⁴²Figlio dell'omonimo e omologo interprete del re per la lingua araba e docente al College Royal; il nostro sarà docente di persiano, turco e arabo ed interprete del re. Il figlio - il terzo F.P. de la Croix - si adopererà per redigere la biografia del padre e del nonno. Sul codice e la sua scheda tecnica cfr. G. FERRIELLO, *The Lifter*, cit.; G. FERRIELLO; M. GATTO; R. GATTO, *The Barouklos*, cit.; la scheda tecnica in italiano del SP 369 è in: G. FERRIELLO; S. MAGAZÙ, *Orizzonti senza confini per l'insegnamento della fisica: una chiave interdisciplinare per le 5 macchine semplici*, in: "Atti Convegno internazionale News Horizons in Teaching Science, Messina 18-19 giugno 2018", AAPP, in: Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali", ISSN 1825-1242, Vol. 99, No. S1, A3 (2021), DOI: 10.1478/AAPP.99S1A3, pp. A3,1-A3,43, pp. A3-31-A3-40, open access.: <https://cab.unime.it/journals/index.php/AAPP/article/view/AAPP.99S1A3>.

⁴³Per notizie su F. P. de la Croix cfr. : PAUL SEBAG, *Vie et œuvre de F. Pétis de la Croix* in: *François Pétis de la Croix, Les Mille et un jours, texte établi avec une introduction des notices une bibliographie des jugements et une chronologie par Paul Sebag*, Paris, Christian Bourgoise, 1980.

⁴⁴Oggi catalogato Ms 1674.3.

offrire informazioni plausibili sulla diffusione del testo eroniano e per consentirne lo studio sistematico.

Fino ai ritrovamenti dei codici in farsì, infatti, gli studi sulla ‘Meccanica’ di Erone erano basati sulla sola versione araba di Qustā b. Lūqā al-Ba‘labakkī (820 - 912) del Ms *Or n. 51* di Leiden ivi portato nel Seicento da Jacob Gohl, matematico arabista amico di Cartesio; ad essa si rifanno gli studiosi europei.⁴⁵ Camille Carrà de Vaux nella versione francese alla fine dell’Ottocento era intervenuto sul testo e aveva ammodernato i disegni, a suo dire per renderli più comprensibili, in realtà eliminando la possibilità di approfondire lo studio grafico-cronologico; inoltre, escludeva categoricamente che in Europa potesse esistere qualche altra copia del testo di Erone:

«[...] *L’existence d’un manuscrit de ce traité, en Europe du moins, doit être considérée, pensons-nous, comme tout à fait improbable [...]*».⁴⁶

Invece, da oltre duecento anni, proprio a Parigi era già presente il codice grazie al quale si tratterà una nuova via della meccanica, addirittura più prolifica e continuativa della più nota ‘via araba’. Nel 2017 si è aggiunta la *Majmū‘a* n. 197 persiana di Tehrān, proveniente da Kermān,⁴⁷ che, oltre al sollevatore, contiene un testo arabo di alchimia crittografato e un inedito ‘*Trattato di Apollonio sulla puleggia*’, propriamente ‘sulle ruote dentate’, di cui esiste l’omologa traduzione araba nella *Majmū‘a* n. 351 della *Ryland’s Collection* di Manchester.

Del geometra di Perga (c.262 - c.180 a.C.) si conoscevano soltanto lavori di astronomia e di geometria, fra i quali le famose ‘*Coniche*’, mentre si ignorava il suo interesse per la meccanica. Nel 2015, M. Abattouy⁴⁸ - che aveva partecipato alla trascrizione della versione persiana del testo di Apollonio - e S. al-Hassani⁴⁹ davano notizia di una traduzione persiana del breve lavoro di Apollonio effettuata da Isfizārī senza aggiungere altro. L’elaborato fu rintracciato da chi scrive,

⁴⁵MARIE CAMILLE GEORGES CARRA DE VAUX, *Les Mécaniques ou l’élèveur de Héron d’Alexandrie, publiées pour la première fois sur la version arabe de Qustā ibn Lūqā, et traduit en français par le M. Le Baron Carra de Vaux*, in *Journal Asiatique*, 1893 - 94, I (1893), pp. 386-472; II, pp. 152-194, 227-269; III (1894) (trascrizione dell’autore); AAGE GERHARDT DRACHMANN, ‘*Notes Complémentaires*’, in *Heron D’alexandrie, Les Mécaniques* (cit. note 12), pp. 217-305; A. G. DRACHMANN, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity*, 2 vols., Copenhagen, Munksgaard, Farrington Benjamin, 1963, pp. 19-140; IVOR THOMAS, *Selections illustrating the History of Greek Mathematics*, 2 vols., vol. II, 1939, London, Cambridge, Massachusetts, Loeb Classical Library, Harvard University, 1980, pp. 614-621; LUDWIG LEO MICHAEL NIX, *Hérons von Alexandria Meckanik und Katoptrik*, Hrsg. und Übersetzt, von L. Nix und W. Schmidt, *Hero Alexandrinus, Opera quae supersunt omnia*, 3 vols, Vol. II, fasc. 2, Leipzig: H. Schoene, 1900; AHMAD Y. AL-HASSAN; DONALD R.HILL, *Islamic Technology An illustrated History*, Cambridge, New York, Melbourne, Sydney, Paris: Cambridge University Press, 1986; DONALD R.HILL, *Islamic Science and Engineering*, ristampa Edinburgh: Edinburgh University Press Ltd., 1993.

⁴⁶M. C. G. CARRA DE VAUX, *Les Mécaniques ou l’élèveur de Héron d’Alexandrie*, cit., 1893, pp. 393-394.

⁴⁷G. FERRIELLO, *Antichi testi di Meccanica*, cit., pp. 198-199.

⁴⁸Trascrizione utilizzata dall’autore nelle sue pubblicazioni.

⁴⁹MOHAMMED ABATTOUY e S. AL-HASSANI, *The corpus of al-Isfizārī*, cit.; La traduzione integrale dell’omologo testo persiano, è in G. FERRIELLO; R. GATTO, *Apollonius mechanicus Isfizārī’s Persian Version of the Treatise On the Pulleys and Two Other Anonymous Persian Texts*, in: “Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche” (Pisa), 2019, pp. 51-105. Grazie al successivo ritrovamento di un altro testo sul ‘moto perpetuo’, chi scrive ha stilato e pubblicato la versione integrata dal confronto fra manoscritti, da cui risulta che la ruota della Raccolta di Manchester non è una ruota idraulica, come si ricava dal testo del Ms n. 351, che omette dei lemmi e contiene degli errori; per le due traduzioni con la dissertazione sulle varianti: G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo in manoscritti persiani inediti e il passaggio al Rinascimento: meccanismi e macchine*, in: “Achademia Leonardi Vinci”, 2021, anno I, n. 1, pp. 141-168; per ulteriori confronti fra la Raccolta araba n.351 di Manchester e la Raccolta persiana n.197 di Tehrān: EADEM, *Antichi testi di Meccanica, nuovi ritrovamenti, la Majmū‘a (raccolta) n° 197 di Tehrān*, in: “Atti 8° Convegno Nazionale «History of Engineering/Storia dell’Ingegneria»”, (Proceedings of the 4th International Conference, Curatori Salvatore d’Agostino e Francesca Romana d’Ambrosio), 2 voll., Napoli, 2020, Cuzzolino editore, vol. I, pp. 189-202.

tradotto e pubblicato. Il testo sulle ruote è seguito da una copia persiana della Meccanica, che raccoglie quanto «scritto da Erone e da Euclide» ed è lo scritto più prossimo alla versione araba di Qustā, con cui condivide la ripartizione in libri, i teoremi e il baroulco iniziali. La copia è stata identificata nel 2017 dopo avere acquisito l'intero codice per verificare un'insolita impaginazione del lavoro di Apollonio che suscitava perplessità e curiosità.⁵⁰

La *Majmū'a* n. 197 (II Libro della Meccanica, Trattato di Apollonio sulle pulegge/ruote dentate e un manoscritto di Astronomia, in arabo, estraneo ai nostri interessi) e Isfizārī sono esempio emblematico dell'importanza delle fonti relative ad argomenti sui quali sembrava non ci fosse nient'altro da dire. Collegando i codici e quanto in essi scritto con informazioni sulla vita - tratte da testi persiani basati su documenti - è stato possibile ricostruire e approfondire la personalità complessa e intrigante dello studioso, che utilizzava sia il farsi sia l'arabo e traduceva dal greco. Le copie del *Sollevatore dei corpi pesanti* e del *Trattato sulle ruote dentate* della miscellanea n.197 hanno i loro omologhi in lingua araba nella *Majmū'a* n. 351 della Rayland's Collection di Manchester,⁵¹ della quale, nel 1933, Alphonse Mingana aveva pubblicato il 'Catalogo'⁵² riportando, però, delle inesattezze, che evidentemente sono state fuorvianti per i ricercatori.⁵³

Nel 1973 anche Torchild Schjøler, in *Roman and Islamic Water-lifting Wheel*, su macchine di sollevamento idrico, accennava brevemente alla miscellanea araba, che definiva, però, «manoscritto n. 351».⁵⁴ La carenza di ragguagli sulla miscellanea - diversi manoscritti in arabo e in persiano - riguardanti una tematica allora poco dibattuta e tenuta lontana dallo studio della meccanica nel percorso storico non ha attirato l'attenzione degli studiosi determinando l'oblio dell'opera.

Alla fine degli anni Settanta, lo studioso iraniano Mohammad Reza Arshi⁵⁵ dava notizia della predetta miscellanea araba in un articolo, in persiano, su Isfizārī e le sue opere, fra le quali annoverava il '*Compendio degli Elementi di Euclide*',⁵⁶ importante, come dimostreremo, per il testo di Apollonio sugli ingranaggi.

Nel 2015, in '*The Corpus of al-Isfizārī in the sciences of weights and mechanical devices*' Mohammed Abattouy e Salim al-Hassani hanno indicato i manoscritti riportati nel Catalogo di Mingana del 1933 senza accennare però alle discrasie, agli errori né all'interposizione di manoscritti persiani.⁵⁷ I due studiosi hanno pubblicato una traduzione 'adattata' del testo di Erone e di

⁵⁰ La riproduzione anastatica ci è stata cortesemente fornita da Mohammad Nateg, mentre per la trascrizione è stata utilizzata la rivista *Miras-e 'elmi-ye Eslam va Iran. Scientific Heritage of Islam: MOHAMMED ABATTOUY, Resālehā-ye Abū Hātim Isfizārī dar 'elm-e Mekānik*, (trad. Hamid Reza Nafisi), in: "Miras-e 'Elmi-ye Eslam va Iran, Scientific Heritage of Islam", vol. 5, n° 1, spring & summer 2016, pp. 6-34.

Il documento procurato da Bagheri e Nafisi ha fatto identificare un altro testimone del 'Sollevatore dei corpi pesanti', di cui si ignorava l'esistenza e che è il più prossimo alla versione araba per contenuto ed estensione, cfr. *Infra*.

⁵¹G. FERRIELLO; R. GATTO, *Apollonius mechanicus*, cit.

⁵² ALPHONSE MINGANA, *Catalogue of the Mingana Collection of Manuscripts*, Cambridge, W. Heffer and Sons, Limited, 1933.

⁵³Degli errori di catalogazione si tratta in: G. FERRIELLO; R. GATTO, *Apollonius mechanicus*, cit., G. FERRIELLO, *Antichi testi di Meccanica, nuovi ritrovamenti*, cit., G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo*, cit.

⁵⁴TORCHILD SCHJØLER, *Roman and Islamic Water-lifting Wheels*, in: "Acta Historica ScientiarumNaturalium et Medicinalium", vol. 28, 1973, p. 64.

⁵⁵ Così trascritto in rivista.

⁵⁶MOHAMMAD REZA'ARSHI, دو رساله نو یافته از ابو حاتم اسفزاری در حساب و گیاه شناسی (Due componenti/trattati di Abū Hātim al-Muzaffar ibn Ismā'il al-Isfizārī, trovati di recente sul calcolo e la meteorologia/botanica), '*Tarīkh-e 'elm*', 9, 1389 (1969/70), pp.1-34, p. 4, il testo è in persiano. Nomi di rivista e di autori sono trascritti come in pubblicazione.

⁵⁷ ALPHONSE MINGANA, *Catalogue of the Mingana Collection of Manuscripts*, Cambridge, W. Heffer and Sons, Limited, 1933.

Lo studioso partecipò alle osservazioni astronomiche del 476H/1074 - 5 ad Isfahān, dove il sultano Malekshāh ingaggiò un gruppo di astronomi per il suo osservatorio, dove Isfizārī costruì strumenti astronomici, più che effettuare le osservazioni. Fra i suoi lavori si annoverano un 'Sommaro degli Elementi di Euclide', un testo sul rilievo مقدمة فى المساحة (Introduzione al rilievo), un altro sul Calcolo e uno in arabo sui Quadrati magici considerato i testi arabi più antichi sull'argomento;⁶⁵ fra le opere più importanti sono annoverate آثار علوى (la Meteorologia), che è una traduzione persiana del testo aristotelico, e una propria composizione, رسالة الشبكه (Trattatello/Epistola sulle reti), sempre in persiano, su piante e scienze naturali, che si colloca nella tradizione dell'Agricoltura Romana di Cassiano Basso, noto e citato nella letteratura araba e andalusa relativa all'agronomia.⁶⁶ Isfizārī compilò anche un non meglio precisato مغلوب و اختيار غالب و رساله در احكام حرب و اختيار غالب و مغلوب (Trattato sulle regole di guerra e sulla scelta del vincitore e del vinto); tradusse Euclide, Hypsicle, Apollonio, Archimede e Erone; compilò due diverse opere in arabo sulla bilancia: صنعة الميزان و مراكز الاتاقل ([Guida all'uso e all'] arte della bilancia e Centri di gravità), nota anche col titolo abbreviato di *Irshād* (Guida) e ميزان الحكمة (La bilancia della saggezza).

È lui ad attribuire alla bilancia idrostatica l'appellativo 'bilancia della saggezza o dei filosofi', in precedenza detta bilancia della frode.

Il cambio del qualificativo indica il cambio di approccio alla bilancia idrostatica, diventata definitivamente strumento utile a determinare parametri fissi per vari materiali - specialmente per le gemme - da abbinare a dati mutevoli legati ai sensi, come lucentezza, colore, ecc. Il conterraneo Khwāzinī aggiungerà un terzo braccio allo strumento e darà lo stesso nome alla sua opera ricca di riferimenti ad autori ellenistici, persiani ed arabi nella quale inserisce informazioni sulla data di morte di Isfizārī:

«Così 'Abd al-Raḥmān Khāzinī (VI secolo H.) contemporaneo e suo collega, scrive nel libro *Mizān al-Ḥikmah* (La bilancia della saggezza/dei filosofi): “*Abū Ḥātīm Muzaḥḥar morī - pace all'anima sua - prima che terminasse il libro Mizān al-Ḥikmah*”. Da ciò si deduce che Isfizārī morì fra gli anni 506 H. e 515 H. [1121 d.C.]».⁶⁷

Isfizārī è esperto in più discipline; conosce autori antichi, che recupera nei richiami a Euclide, Archimede ed Apollonio; è incluso fra i 'formatori della lingua persiana'; ha contribuito alla formazione della lingua traducendo dal greco ed impiegando costruzioni sintattiche e lemmi che trasferisce dall'arabo al persiano e viceversa scegliendo un lessico pertinente e conciso.

Riferendosi a lui, il linguista Gilbert Lazard sottolinea il maggiore e determinante contributo dato alla formazione della lingua dai testi scientifici rispetto a quelli letterari o poetici. Due opere tradotte dal greco, prima citate, hanno fatto guadagnare allo studioso l'appellativo di 'formatore della lingua': رسالة شبكه *Risāla-ye Shabaka* (Epistola sulle reti) e آثار علوى (L'opera celestiale) sui fenomeni atmosferici innanzi citata come traduzione della Meteorologia.⁶⁸

⁶⁵M. ABATTOUY SALIM AL-HASSANI, *The Corpus*, cit., p. 36.

⁶⁶M. ZAKERI, *The reception of Aristotle's Meteorologia in the Persian world: Isfizārī's Meteorology*, in AA.VV., *A Shared Legacy, Islamic Science East and West*, (Edd. Emilia Calvo Mercè Comes, Roser Puig, Monica Rius), Publicacion i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2008, pp. 309-320.

⁶⁷M.R. 'ARSHI, دو رساله نو, cit., p. 3.

⁶⁸M. ZAKERI, *The reception of Aristotle's Meteorologia*, cit., pp. 309-312.

«*Abū Ḥātyim al-Muzaffar ben Ismā‘īl al-Isfazarī, savantmort u début de VIe/XIIe siècle, est l’auteur, en persan, d’un traité des phémomènes atmosphériques (āthār-i ‘ulvī)...et d’un autre opusculé de sciences naturelles (Risāla-i shabaka) [...] Ces écrits ne fournissent guère au linguiste qu’un témoignage sur le vocabulaire des sciences*». ⁶⁹

Nuovo e significativo è il ruolo di meccanico che emerge dalla *Majmū‘a* n. 197 oggi a Tehrān, originaria di Kermān, che comprende pure un elaborato di astronomia estraneo ai nostri interessi. Il breve testo di Apollonio کتاب ابلونیوس فی البكرات (Trattato di Apollonio sulle pulegge) occupa tre facciate intere ed una per tre quarti; il کتاب ایرون الجرتقیل (Trattato di Erone sul sollevamento dei corpi pesanti) è scritto sulle cc.3r-21v. La miscellanea è custodita nell’archivio della Facoltà di lettere, proviene dal patrimonio della *Jāmi‘a* di Kermān. Il volumetto è rilegato con copertina rigida rivestita in similpelle di colore nero, oggi molto usurata e in cattive condizioni; le dimensioni delle pagine sono di cm. 31 x 21,5. Secondo informazioni fornite dal prof. Nafisi sul testo di Apollonio - estendibili anche al Sollevatore - scritto dalla stessa mano e con le stesse caratteristiche linguistico-lessicali, il manoscritto è stato ricopiato nel secolo 11°H/c. XVII, con grafia *nasta‘līq* in India da autore ignoto. I due elaborati di meccanica (in Fig. 3). sono omologhi di altrettanti in arabo nella



Fig. 3, *Majmū‘a* n. 197 Trattato di Apollonio sulle ruote dentate e inizio del Sollevatore dei corpi pesanti

Majmū‘a n. 351 della *Ryland’s Collection* di Manchester.⁷⁰ Significativo l’abbinamento del testo di Apollonio sulle ruote dentate indispensabili per il Baroukos con cui inizia il Sollevatore dei corpi pesanti di Erone e pure anello di congiunzione anche per gli studi su relazioni e rapporti proporzionali mediati dagli Elementi di Euclide. Non a caso il testo della Meccanica della raccolta

⁶⁹GILBERT LAZARD, *La Langue des plus anciens Monuments de la Prose Persane*, Paris, Klincksieck, 1963, p. 107.

⁷⁰ Essa include i seguenti testi: *Irshād dhawī al-‘irfān ilā šinā‘at al-qaffān* (Guida dei possessori della conoscenza riguardo all’arte della bilancia); versione parziale, che si integra con quella riportata da Abū‘l-Faḥ Khwazīnī nella Bilancia della saggezza; *Raf‘a al ashīyā’ al-thaqīla bi-‘l-quwwa ‘l-qašīra* (Sollevatore dei corpi pesanti con una forza minore), qui letteralmente “facile”, relativo ai primi due libri della Meccanica di Erone, in lingua araba; *Fī al-ḥiyāl wa majānīq al-mā’* (sui congegni e i meccanismi per l’acqua) (Sui congegni di Filone di Bisanzio), in lingua araba; il breve testo di Apollonio rimasto ignoto: *Kitāb Ablūnūs fī al-bakara* (Libro di Apollonio sulla puleggia) in lingua araba, omologo della versione persiana della *Majmū‘a* n. 197 di Tehrān; *Kitāb al-ḥiyāl* (Libro dei congegni) dei fratelli Banū Mūsā; un frammento di *Šūrat šundūq al-sā‘āt* (Forma di orologio a cassetta), in cui gli studiosi identificano riferimenti all’organo idraulico di Mūrīstūs; da f. 82v a f. 89v, brevi testi, con immagini, sulle macchine idrauliche, su astronomia incluso un breve lavoro persiano sulle ruote. Titoli e relative trascrizioni sono in: M. ABATTOUY; S. AL-HASSANI, *The corpus*, cit., pp. 5-7.

persiana n. 197 inizia con la frase: «*Inizia il discorso su tutto quello che si sa su Erone il meccanico ed Euclide circa il sollevamento cose pesanti*».

In genere, nei manoscritti di argomento tecnico-scientifico, gli amanuensi, nell'*incipit* oppure nell'*explicit*, accennano agli autori tradotti, talvolta specificano che la raccolta del materiale è finalizzata ad agevolare gli studiosi. I testi di Isfīzārī non sfuggono a questa consuetudine:

کتاب ابلونیوس فی البکرات
بکره های ا ب متصل اند به دندانهای یکدیگر و ج
عدد دندان های ا بود و د عدد دندان های ب پس میگوئیم که نسبت ج با
چون نسبت حرکت ب است با ا به طریق تکافی [...] ⁷¹

«Trattato di Apollonio sulle pulegge. Le pulegge A e B siano connesse una all'altra tramite i loro denti; J sia il numero di denti di A e D il numero di denti di B. Diciamo che il rapporto di J rispetto a D è pari al rapporto della velocità di B rispetto a quella di A in modo bilanciato [...]».



Foto, Ruote dentate achemenidi,
Museo di Persepoli,
foto di G. Ferriello, aprile 2019

L'autore utilizza il lemma 'puleggia' per indicare 'ruota dentata', probabilmente perché ambedue sono scanalate sull'estradosso, come le ruote dentate di epoca achemenide conservate nel Museo all'interno del sito archeologico di Persepoli (Foto). La collazione del termina con i ringraziamenti caratterizzati da un'interessante traccia:

تمام شد آن قدر که یافته اند از کتاب ابلونیوس در بکرها بحمدالله و منه

«Rendiamo grazie e lode a Dio, è terminato tutto quello che è stato trovato circa le pulegge [tratto] dal libro di Apollonio». ⁷²

Lo scrittore allude alla collazione di quanto restava di un'opera di difficile reperimento già agli inizi del XII secolo. La scoperta del testo di Erone della Raccolta di Tehrān è avvenuta per la curiosità suscitata dalla strana impaginazione in rivista del codice di Apollonio. ⁷³ A pag. 34 del periodico, infatti, c'era la riproduzione delle cc.3 e 4 (Fig. 4), ma l'allineamento aveva generato un insolito spazio bianco nella parte alta, invece che in quella bassa, come sarebbe stato logico nel caso di scritti di diversa altezza. La perplessità sulla composizione grafica spinse a chiedere copia dell'intero codice, che in breve venne inviata da Mohmmad Bagheri e Hamid Reza Nafisi ⁷⁴. Fu, quindi, possibile individuare l'errore di carattere tipografico e, soprattutto, scoprire un testo inaspettato. Infatti, la c. 4 continuava con un altro lavoro, che era stato completamente ignorato e eliminato nella riproduzione. ⁷⁵

Dopo l'ultima proposizione sui rapporti proporzionali, accompagnati dal disegno ruotato di 90° e cambiato di posto, come comprovano le cancellature ancora visibili, era scritto con la stessa calligrafia:

⁷¹Majmū'a n. 197 di Tehrān, c.1.

⁷²Majmū'a n. 197, c. 3r.

⁷³G. FERRIELLO; R. GATTO, *Apollonius Mechanicus*, cit.; G. FERRIELLO, *Antichi testi di Meccanica*, cit., pp. 189-202.

⁷⁴Trascrizioni usate dagli autori in studi editi in inglese.

⁷⁵La riproduzione corretta è in fig. 3.

«بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ حَقَّ حَمْدِهِ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى خَيْرِ خَلْقِهِ مُحَمَّدٍ الْمُصْطَفَى وَآلِهِ حَكَابِتِ قَوْلِ ابْرِنِ مَخَانَقِي وَاقْلِيدِسِ دَرِ بَرْدَاشْتِنِ چِيزِهَا (ی) كِرَانِ بِقَوْتِهَايِ اَنْدَكِ وَ اَيْنِ جَمْلَهٗ بِرِ سَهٗ مَقَالَهٗ اَسْتِ مَقَالَهٗ اَوَّلِ جَنِينِ كَوِيْدِ كِهٖ فَرَضِ كُنِيْمِ كِهٖ قَوْتِ مَحْرَكِهٖ پَنَجِ اَسْتِ وَ قُوَّةٗ اَنْكِهٗ خَوَاهَنْدِ كِهٖ بَرْدَارَنْدِ هَزَارِ اَسْتِ صَنْدُوْقِ اَبِ جِ د[...]]»

- «1. Nel nome di Dio clemente e misericordioso, sia lode a Dio, il Vero, e la benedizione e la pace siano sulla migliore delle Sue creature, Maometto,
2. l'Eletto, e la sua famiglia. [Inizia] il discorso su quello che ha detto Erone, il meccanico, e su Euclide circa il sollevamento di cose pesanti
3. con piccole forze. Tutto questo si compone di tre capitoli. Il primo capitolo così dice: supponiamo
4. [di avere questa situazione] che la forza motrice sia cinque [man] e la forza che si vuole sollevare sia mille. [Costruiamo] la cassa ABJD [...]]».

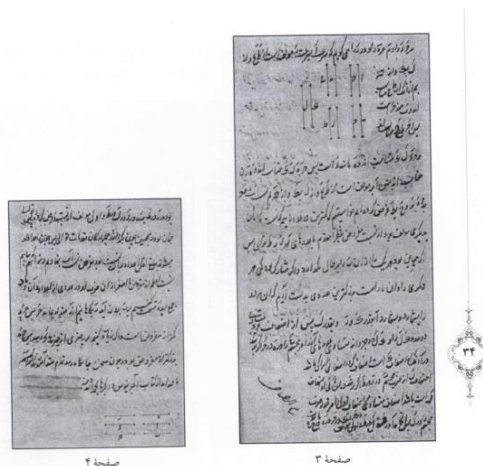


Fig. 4, Trattato di Apollonio, cc. 3 (dx) e 4. (sin), impaginazione della rivista

La cassa è l'involucro del barulco, costituito da ruote dentate allocate in uno scrigno di legno.

Come nella versione araba di Qusṭā b. Lūqā al-Ba‘labakkī

il testo è suddiviso in tre parti, che qui diventano tre ‘sezioni’ corrispondenti ai libri del testo del IX-X secolo; ma, al contrario di quanto anticipato, sono poi restituite solamente due sezioni/libri. Ciononostante, la formula rituale finale indica che l'autore desiderava interrompere il testo proprio in quel punto, oppure - come verosimilmente si può intendere dalla frase “*il discorso su quello che ha detto*” - l'archetipo era già mutilo della parte finale quando venne utilizzato per la versione in farsi.

Dopo i primi tre righe di pagina 13v, inizia il *II Libro della Meccanica di Erone*, la cui transizione è rubricata con inchiostro di colore rosso sbiadito dal tempo e dalle cattive condizioni del codice:

«المقالة⁷⁶ الثانية من كتاب ايرون الجرّثليل
في رفع الاشيا الثقيله با القوة الصغيره ...»

«Capitolo secondo del libro di Erone il “Sollevamento dei corpi pesanti”
circa il sollevamento di oggetti pesanti con una forza più piccola ...»

e termina alla fine di f. 21v con la frase:

«تمت المقالة الثانية و الحمد لله رب العالمين و الصلوة على محمد و آله»

«È concluso il secondo capitolo.⁷⁷ Sia lodato il Signore dei due mondi e la benedizione sia su Moḥammad e la sua famiglia».

⁷⁶In grassetto la parte rubricata del testo.

⁷⁷In Erone i libri sono tre, nei codici persiani - con una sola eccezione della raccolta n. 197 predetta - mancano il primo libro con la parte teorica e il terzo, con le macchine da guerra; i testi vengono definiti libri, ma talvolta anche ‘commenti’ forse perché sono tratta di più testi collazionati.

Tra aprile e inizio maggio 2019, negli archivi dell'Università Adabiyāt e della Fondazione e Museo Malek di Tehrān, sono stati rinvenuti altri nove testimoni della Meccanica portando a tredici gli esemplari oggi disponibili; alcuni contengono elementi che supportano ipotesi formulate in passato; altri le integrano con nuovi dati, che hanno originato ramificazioni dell'iniziale e più ampia ricerca sulla sequenza cronologica di testi e disegni.

Di ogni copia vengono analizzati e comparati il testo scritto - con glosse, grafemi, lessico, varianti linguistiche - e i disegni significanti di evoluzioni e di estensioni applicative di un'opera che, per secoli, ha assolto a compiti formativi, utilitaristici e divulgativi. Le varianti e le invarianti di scritto e di immagini supportano la sequenza cronologica;⁷⁸ forniscono nuovi elementi e spunti; mettono in risalto interventi mirati all'estensione o al compendio di un'opera non cristallizzata nel tempo, bensì inserita fra i testi che veicolano il pensiero classico ed ellenistico fino al Rinascimento e oltre.

In ambito iranico è stata adottata una concezione della meccanica che potremmo definire 'estensiva', contigua al pensiero di Pappo,⁷⁹ che esprime il fondamento teorico del nesso macchine-congegni e include fra gli oggetti della meccanica anche specchi, bilance e congegni; mentre, di solito, in ambito islamico, la Meccanica, l'Agrimensura - detta anche genericamente Misurazione - e, talvolta, l'Ottica facevano capo alla Geometria ed erano oggetto della علم ثقل 'elm-e *Thaqil* (Scienza dei Pesi), la cui funzione era il sollevamento dei carichi. La Pneumatica - in Occidente inclusa nella Meccanica - e lo studio dei Congegni erano oggetto della علم حيل 'elm-e *Hiyal*, (Scienza dei Congegni), che aveva in Filone di Bisanzio il suo riferimento diretto e riguardava, nella fattispecie, la costruzione dei congegni per diletto, inclusi gli orologi destinati a stupire il pubblico ed *in primis* la corte califfale.⁸⁰

La bilancia era peculiarità di studiosi di origine iranica; era connessa con la questione dei centri di gravità dei corpi e la ritroviamo nell'una o nell'altra branca, ma considerata a parte rispetto al problema del sollevamento dei pesi, il cui obiettivo era lo spostamento di carichi pesanti e non lo studio dell'equilibrio in sé, connesso ai centri di gravità e alla rotazione terrestre considerata effetto della ricerca di equilibrio; inoltre, la meccanica veniva suddivisa in due distinte branche: 'Meccanica teorica' e 'Meccanica pratica'; alla prima faceva capo la meccanica propriamente detta, che prendeva in considerazione le macchine per il sollevamento dei corpi pesanti; alla seconda afferiva lo studio del movimento distinto dal rendimento delle macchine.⁸¹ È indicativa la compresenza del testo sulla bilancia a tre bracci e della Meccanica di Erone, in quanto significativo di un approccio innovativo, che sta per coinvolgere i materiali e, come Pappo, esprime una visione unitaria di macchine e congegni. Lo stesso tipo di approccio lo ritroveremo in Occidente negli ingegneri Rinascimentali⁸² e in Leonardo da Vinci, i quali sono molto più vicini al pensiero

⁷⁸Sulla Storia della Scienza iranica, cfr. G. FERRIELLO, *Il sapere tecnico-scientifico*, cit.; EADEM, *La meccanica di Erone*, cit.; EADEM, *I "costruttori" ed Il "costruire", nel Kitāb (Libro) del mondo islamico fra il VII ed il XVII secolo*, in: "Atti Accademia Pontaniana", Nuova Serie, vol. LIII, Anno Accademico 2004, Napoli, Giannini, pp. 127-146, (trascrizione in uso al tempo della pubblicazione); EADEM, *The Lifter of heavy bodies*, cit.; EADEM, *La diffusione della meccanica*, cit.; PAPPO ALESSANDRINO, *Mathematicae Collectiones a Federico Commandino urbinatate in Latinum conversae, et Commentariis Illustratae*, Pisauri: apud Hieronymum Concordiam, 1588); l'opera, postuma in Occidente si diffonde nella traduzione di Federico Commandino (1509-1575).

⁷⁹G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo*, cit.; EADEM, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit..

⁸⁰G. FERRIELLO; S. MAGAZÙ, *Orizzonti senza confini*, cit., p. A3-8.

⁸¹KHALIL JAOUICHE, *Le Livre du Qarastūn*, cit., p. 47.

⁸²G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo*, cit.; EADEM, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti*, cit.

persiano che a quello arabo che resta cristallizzato.⁸³ L'interesse per Pappo - e per il suo concetto di 'campo della meccanica' - oggi possiamo dire che non era episodico né casuale.

Contemporaneamente alla traduzione dal greco in arabo della *Meccanica* di Erone, effettuata da Qustā b. Lūqā (m. 912) forse col concorso di Aḥmad Banū Mūsā, a Baghdād fu eseguita la versione araba dell'*Introduzione alla Meccanica* di Pappo inclusa nell'VIII Libro delle *Collezioni Matematiche*. Basandosi su questo lavoro, lo studioso statunitense David E. P. Jackson, alla fine degli anni Ottanta, sulla scorta di argomentazioni di carattere linguistico su traduzioni arabe di Erone e di Pappo, dimostrò l'indipendenza della versione di Qustā da quella dell'*Introduzione* di Pappo attribuita al persiano arabografo - anche lui proveniente dal Khorāsān - Abū'l-Wafā' al-Būzjānī.⁸⁴

Lo studioso americano, però, non colse le ragioni della presenza di lemmi che non sapeva spiegare e definiva singolari. Invece, i vocaboli definiti strani altro non sono che la traslitterazione di vocaboli greci con grafemi dell'alfabeto persiano-arabo, per esempio 'leva' مكل (*mokhl*), come in greco; cuneo اسفين (*asfīn*) e فانه (*fānè*), che richiamano il greco sfen/sfenos, oppure meccanica/meccanico مجنيك (*majanīk*), anche nella versione منجنيك (*manganīk*), e con la variante مجانيقي (*majānīqī*), che traduce il greco "*manganikos*". Il contributo di Jackson alla conoscenza della meccanica del califfato abbasside attraverso la traduzione delle 'Collezioni matematiche' ha messo in evidenza il ruolo di Abū 'l-Wafā' al-Būzjānī nelle matematiche applicate,⁸⁵ oltre che negli studi di geometria - e di poligoni stellati⁸⁶ e lunule - che si prestano a confronto con disegni del Codice Atlantico, in cui Leonardo da Vinci propone una sequenza di immagini simili mediate da Luca Pacioli.⁸⁷

Recenti approfondimenti conseguiti ad un richiamo presente in uno dei manoscritti recuperati nel 2019 mettono in luce il rilevante e insolito ruolo di Naṣīr al-Dīn Ṭūsī (120 - 1274) quale esegeta della Meccanica 'terrestre'. Le notizie raccolte e i codici persiani rinvenuti dagli anni Novanta in poi colmano un vuoto di carattere cronologico esistente prima dei rinvenimenti iniziati negli anni Novanta: sec. IX-X e sec. XIX. Infatti, oggi non esiste più un esteso vuoto fra i testimoni i quali nello stesso tempo, sono ravvicinati ed occupano un ampio arco temporale e geografico.

Per quanto concerne il passaggio all'Occidente basilare è stata l'individuazione di affinità fra il pensiero di Pappo e del pensiero di al-Fārābī espresso nell'*Iḥṣā' al-'ulūm* (L'enumerazione delle scienze, o Catalogo), in armonia con quanto è intuibile dalle immagini delle macchine del vasto repertorio degli ingegneri rinascimentali. Infatti, oltre alla traduzione effettuata da Abū 'l-Wafā' al-Būzjānī, di cui tratta Jackson, un passo di Pappo si riconosce nel *Catalogo* di al-Fārābī, tradotto

⁸³Lo studio condotto dagli anni Novanta sulla diffusione della Meccanica di Erone in lingua persiana viene eseguito su vari manoscritti, mentre non risultano - perlomeno in Occidente - studi su più copie arabe.

⁸⁴DAVID E. P. JACKSON, *Scholarship in Abbassid Baghdad with special reference to Greek Mechanics in Arabic*, in: "*Quaderni di studi arabi*", nn. 5-6, 1987-1988, pp. 369-390; trascrizione dell'autore.

⁸⁵Informazioni e differenze di interesse di studiosi/traduttori sono rilevate già negli anni Novanta: G. FERRIELLO, *Le tecniche costruttive*, cit.; EADEM, *Il sapere tecnico-scientifico*, cit.

⁸⁶Vari manoscritti di Abū 'l-Wafā' al-Būzjānī sono inclusi nella Raccolta n.169 della Biblioteca nazionale di Francia. Chi scrive ha tradotto i testi di agrimensura pubblicati in: G. FERRIELLO, *Il Kitāb-e vosul-e-mesahāt*, cit.; EADEM, *Fondamenti teorici dell'agrimensura persiana nella majmū'a n. 169 della Bibliothèque Nationale de France di Parigi*, in: "Atti Memorie Scientifiche, Giuridiche, Letterarie Accademia Nazionale Lettere Scienze Lettere e Arti di Modena, Memorie Scientifiche, Giuridiche, Letterarie", Ser. VIII, v. XIII (2010), fasc. I, pp. 1-66, trascrizioni in uso al tempo della pubblicazione. Per via indipendente, la parte relativa ai poligoni stellati, alla base di decorazioni e cupole persiane è stata tradotta da altri studiosi ed è in: AA. VV., *The arts of ornamental Geometry*, (ed. by Gülru Necipoğlu), Leiden/Boston, Brill, 2017.

⁸⁷G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo*, cit., EADEM, *Il contributo delle fonti persiane per un inquadramento storico*, conferenza 19 aprile 2019, Tehrān.

dall'arabo in latino da Gerardo da Cremona (1114-1187) nella cosiddetta 'versione lunga'⁸⁸ e da Domenico Gundisalvi (1115 - post 1190) nella versione cosiddetta breve.

«[...] *Scientie ergo ingeniorum sunt que dant modos cognitionis preparationis et vias in subtiliando ad inveniendum ista per artem et faciendum aparere ea actu in corporibus naturalibus, et sensatis. [...] Et ex eis sunt ingenia geometrica, que sunt plura de quibus est ars principatus fabricandi cementarie. Et de eis est ingenium geometricum in mensuratione specie rum corporum; et de eis est ingenium in arte instrumentorum elevandi. Et in instrumentis musicis; et preparatio instrumentoru martibus pluribus actiuis, sicutarcus, et specie sarmorum. Et de eis est ingenium aspectuale in arte que dirigit uisus ad comprehensionem veritatis rerum ad quas aspicitur elongatas a nobis, et in arte speculorum, et in scientia speculorum, secundum loca que reddunt radios ita ut flectant eos, aut conuertant ipsos, aut frangant eos. Et hinc iterum sciuntur loca que reddunt radios solis corporibus aliis, et prouenit inde ars speculorum adherentium (sic) et ingenium in eis. Et ex eis est ingenium in arte ponderum mirabilium et instrumentorum ad artes plurimas. Iste ergo et cause earum, sunt scientie ingeniorum, et sunt principia artium civilium actiuarum que amministrantur in corporibus et figuris et ordine et sitibus et mensuratione, sicut ars in fabricatione cementaria et carpentaria et aliis. Iste ergo sunt doctrine et earum species [...]*».⁸⁹

L'identificazione supporta, su base documentale, la diffusione in Occidente dell'interpretazione estensiva della meccanica tipica di Pappo e nota già nel XII secolo grazie alla mediazione di Gerardo;⁹⁰ intanto, la necessità di spostare carichi per la presenza di giacimenti minerari - per esempio nelle regioni del Khorāsān e nei cantieri - è avvertita laddove è una radicata stanzialità. Da qui l'interesse dei persiani per la meccanica e la relativa diffusione in quella regione, piuttosto che in territorio arabo.⁹¹

4. Macchine per spostare la 'Terra' oppure la 'terra'?

La nota frase «datemi un punto di appoggio e solleverò il mondo» attribuita ad Archimede e tramandata da Pappo, così come è formulata nelle versioni persiane del 'Sollevatore dei corpi pesanti', offre spunti di riflessione. Premesso che il principio teorico della stessa in ogni caso è condivisibile, traducendo i testi in farsì, emergono domande, che assumono valenza pregnante alla luce di approfondimenti sulla correlazione leva-bilancia⁹² e sulla figura dell'astronomo Naṣīr al-Dīn Ṭūsī commentatore del Sollevatore e minerologo, ruolo che dà anche elementi chiarificatori di punti

⁸⁸EADEM, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit..

⁸⁹AL-FARABI, *Catálogo de las ciencias*, edición y traducción castellana por Angel Gonzáles Palencia, Madrid, Imprenta de Estanislao Maestre, 1932, pp.155-156.

⁹⁰G. FERRIELLO, *Ruote per il moto perpetuo*, cit.; l'influsso di Pappo era stato individuato nei primi anni Novanta nella tesi di laurea attraverso la somiglianza fra le macchine da cantiere; la citazione convalida l'ipotesi e dà supporto teorico.

⁹¹Motivazioni sul differente grado di stanzialità e di tradizioni sono date già da Ibn Khaldūn: G. FERRIELLO, *Le tecniche costruttive*, cit.; EADEM, *La formazione e il ruolo*, cit.; EADEM, *Le competenze dell'ingegnere*, cit..

⁹²EADEM, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit..

nodali attinenti al settore della meccanica.⁹³ La reiterazione della frase, così come viene formulata in diversi testimoni, palesa dubbi sulla corretta interpretazione dell'asserzione di Archimede.

Ṭūsī nasce in Khorāsān, regione di giacimenti minerali e di meccanici, opera nella vicina Mashhad, dalla città santa proviene il Ms n.1674.3, che individua nelle macchine per spostare carichi pesanti lo strumento regalato agli uomini per alleviare il lavoro umile, cioè grossolano. In detta città, oltre al Ms n. 1674.3 col prologo in rima, era ed è ancora oggi un interessante elaborato in arabo, il Ms n. 5134 رساله ارشمیدس (Leggerezza e pesantezza, Trattatello di Archimede), noto in Occidente come *Testo sui galleggianti*, ovvero *Carmen de ponderibus*, titolo attribuito da H. Zotenberg nel Journal Asiatique del 1879.⁹⁴ Va precisato, comunque, che, in assenza di informazioni specifiche, è possibile solamente congetturare che l'astronomo-minerologo-meccanico possa avere avuto qualche rapporto diretto col manoscritto Ms n.1674.3 e col testo di Archimede fondamentale per gli studi sul peso specifico e sulla bilancia idrostatica, cui lo studioso allude più volte nel *Tansūkh-nāme-ye Īlkhānī*, il cui *incipit* è:

در جواهر که از جمله حجریات باشد
و کیفیت حال معادن و خاصیت و منفعت
و مضرت و قیمت هریک و جلا دادن
و آنچه مناسب این نوع باشد

«Sulle gemme che [fanno parte] dell'insieme di pietre
sulle qualità e sullo stato dei giacimenti su qualità e benefici
sul danno e sul valore di ciascuna e sul lucidarle
e su quanto è adatto per questa tipologia».⁹⁵

È significativo che Naṣīr al-Dīn Ṭūsī compili in versi un'opera di poesia, *Mi 'yār/ Me 'yār*⁹⁶ *al-ash 'ār* (la bilancia dei versi), in cui paragona la poesia alla bilancia equiparando i 'pesi' alle parole e le 'leggerezze' alle pause⁹⁷ ponendosi nella scia dei Sufi, ai quali lo accomuna il pensiero filosofico. Su base linguistica e documentale ipotizziamo l'esistenza di due percorsi seguiti dalla Meccanica di Erone in terra iranica; è possibile considerare il Ms n. 369 di Parigi il riferimento della via che transita per la capitale safavide, in un periodo caratterizzato dalla presenza di esploratori, emissari reali e di confratelli di compagnie religiose provenienti dall'Europa, nonché tramite per l'implementazione e la diffusione di traduzioni nei paesi del vicino-medio-estremo oriente e, reciprocamente, per l'arrivo in Europa di nuovi testi e traduzioni di antiche opere.

Oltre ad essere stato il primo codice identificato come traduzione persiana della *Meccanica*, la chiarezza della grafia e la corretta posizione dei diacritici hanno fatto sì che il SP n. 369 fosse preso a riferimento per la trascrizione dei successivi testimoni. Un percorso alternativo passa per Mashhad. I suoi codici sono caratterizzati dalla presenza del prologo più lungo e dettagliato, dove le macchine sono considerate un'elargizione fatta all'uomo perché potesse essere agevolato

⁹³EADEM, *Ad limina atque sine limine*, cit..

⁹⁴MARSHAL CLAGGET, *La scienza della Meccanica nel Medio Evo*, Milano, Feltrinelli Editore, 1981, pp. 72-75.

⁹⁵MOHAMMAD RAZAVĪ, *Tansūkh-nāme-ye Īlkhānī*, Tehran, Mīrās-e Maktūb, 1969, c. 27. L'autore dell'edizione persiana ha collazionato cinque manoscritti: 'Berlin Ms. n. 5671, British Museum Ms. n. 980; Tehrān University, Meshkāt collection n. 389, fol. 44r. Malek library, Ms n. 4694/28; Library of the Holy Shrine, Mashhad, Ms n. 5590. La versione italiana effettuata da chi scrive è in via di pubblicazione insieme a esiti di ricerche su fonti.

⁹⁶Si rinvencono ambedue le trascrizioni per il lemma 'bilancia'.

⁹⁷La questione della bilancia è in: G. FERRIELLO, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit..

nell'esecuzione di 'lavori umili e faticosi'; inoltre questo insieme di manoscritti allude a un generico 'sapiente', o ad Abū 'Alī, quale autore di un'opera capostipite.

Ad Avicenna è stato attribuito - e nel contempo contestato - il *Mi'yār/Me'yār al-'uqūl* (La bilancia dell'intelletto),⁹⁸ che corrisponde al II Libro della meccanica di Erone con l'aggiunta di alcune macchine composte, quasi esercizi applicativi del consiglio dato dal meccanico alessandrino di collegare fino a quattro macchine semplici fra loro per ottenere un lavoro più redditizio e vantaggioso.

L'annosa questione dell'attribuzione venne posta nel 1952 da Jalāl al-Dīn Homā'ī a margine dell'edizione a stampa uscita in occasione delle celebrazioni del millenario della morte del filosofo e non è stata ancora risolta. Va, però, precisato che la distribuzione su un ampio arco temporale delle copie del Sollevatore permette di formulare osservazioni e dare risposte plausibili.⁹⁹

Il Ms n.1674.3/n.1674 di Mashhad viene presentato come *Kitāb Abū 'Alī fī jarri thaqīl musamma bi Mi'yār al-'uqūl* (Trattato di Abū 'Alī sul sollevatore dei corpi pesanti intitolato la misura dell'intelletto) attribuito a Mīrdāmād (Jadhavāt) il quale, però, è il copista. Affini ad esso sono il Ms n. 892.2 dell'Università di Tehrān che - si dimostra sulla base dei disegni e del contenuto - è stato utilizzato da Homā'ī nell'edizione a stampa del già citato *Mi'yār al-'uqūl*;¹⁰⁰ il Ms n. 2573, che evidenzia particolare attenzione alla ricchezza della grafica a discapito della corretta disposizione di punti diacritici;¹⁰¹ il Ms n. 5750 oggi appartenente all'Istituzione Fondazione e Museo Malek, ma anch'esso forse proveniente da Mashhad. Appartengono alla via di Isfahān - così identificata dal SP n. 369 oggi a Parigi ma proveniente dalla capitale safavide - anche il Ms n. 3313.13, il Ms n. 3536.7.

Indipendentemente dal percorso, tutti i manoscritti - ovviamente non acefali - contengono la frase attribuita ad Archimede, che, da Pappo in poi, viene messa in relazione alla leva.

Nei codici persiani prossimi al SP n. 369 di Isfahān essa è esplicitamente riferita a più macchine - non una sola quale è la macchina semplice 'leva' - in grado di sollevare e di spostare carichi. Invece, nei codici della via di Mashhad il riferimento è ad una generica macchina/strumento, una ragione in più, quindi, per ammettere l'esistenza di due correnti di trasmissione del testo di Erone. In tutti i manoscritti, nella parte finale, la frase 'archimedeae' allude all'azione del 'portare fuori', cioè ad uno spostamento da un luogo all'altro del terreno o di un carico qualsiasi.

⁹⁸G. FERRIELLO, *The lifter of heavy body*, cit., riportando traduzioni dal persiano di: JALĀL AL-DĪN HOMĀ'Ī, *Me'yār al-'uqūl* (Tehrān: Estevārāškā, 1331H./1952); MIR HUSSEIN SHAH, *Me'yār al-'uqūl athār-e mansūb beh Shaykh al-ra'īs*, "Indo-Iranica. The Quarterly Organ of the Iranian Society", 1955, 8, nr. 3: 1-9 BADI' [Muḥammad], *Vāzhahnāmāh-ye[basāmādī] Me'yār al-'uqūl*, WID-hc Mid East TJ, 1103, A 83, 1984; questo articolo fu gentilmente fornito dalla prof. Elaheh Kheirandish, studiosa iraniana di Storia della Scienza operante presso l'Università di Harvard. Con lei, mentre era in fase di ultimazione il lavoro pubblicato sulla rivista 'Nuncius', fu affrontata la questione dei manoscritti persiani della Meccanica di Erone - inediti scoperti da chi qui scrive - e dei dubbi suscitati dai disegni delle macchine, che apparivano troppo recenti per essere assegnati all'epoca di Avicenna.

⁹⁹G. FERRIELLO, 'Il sollevatore dei corpi pesanti' e 'La bilancia della saggezza': convivenze e strane assenze, in: "La bilancia in Leonard e in manoscritti persiani", cit..

¹⁰⁰La questione è evidenziata in G. FERRIELLO, *The Lifter of heavy bodies*, cit., e sollevata con riferimento a più recenti acquisizioni in: G. FERRIELLO, *La bilancia in Leonardo e nei manoscritti persiani di meccanica*, cit..

¹⁰¹EADEM, *Istanza formativa e istanza estetica di un manoscritto persiano della Meccanica di Erone*, in: "Physis, Rivista Internazionale di Storia della Scienza", 2020/1-2 (LV), pp. 365-382.

4.1 *Supplement Perrsan Ms n. 369*

Bibliothèque Nationale de France, Parigi
rinvenimento: 1995.

Include il sollevatore e la bilancia della saggezza (Fig. 5). È stato il primo testimone della Meccanica di Erone rinvenuto in lingua persiana. Lo scritto non è ortografato, sulle pagine bianche, a sinistra, vi è la traduzione francese, sulla quale l'autore ritorna più volte, annotata nei bordi e con varie cancellature e sostituzioni eseguite dal possessore che, però, non la pubblicherà. La rubrica è realizzata con inchiostro meno denso, di colore rosso.

La datazione del testo è *post* XII secolo come indica la presenza della bilancia idrostatica a tre bracci; la copia fu donata a François Pétiſ de la Croix durante la permanenza a Isfahān; F. Richard l'esemplare al XV-XVI secolo, la qual cosa sarebbe coerente con la datazione attribuita al Ms n. 3313.13, fra quelli recuperati nel 2019, conservato nell'archivio della Fondazione Malek, e che, nella scheda di accompagnamento viene ascrivito ai secoli XV-XVI. La precisazione è importante in quanto il codice ha le rappresentazioni grafiche eseguite dalla stessa persona che ha disegnato le macchine del SP n. 369. L'inizio con la frase oggetto di riflessione è:

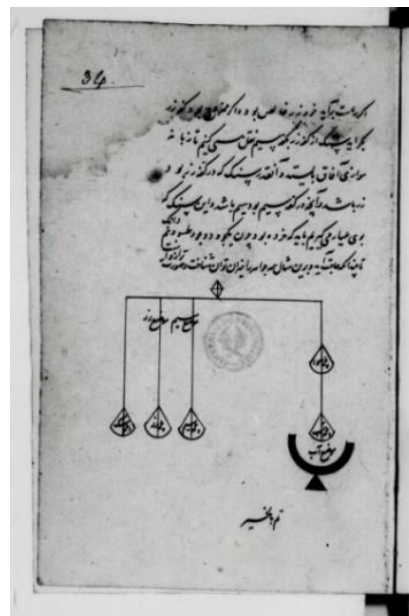


Fig.5, SP 369 Bilancia, da
G. Ferriello S. Magazù, p. A3-20

«[2 v.] Nel nome di Dio Clemente e Misericordioso, grazie a Dio, Signore dei due mondi, la benedizione di Dio cada su Moḥammad e sui Credenti.

Il primo capitolo riguarda i nomi dei congegni per sollevare pesi, i quali congegni sono cinque: asse [nella ruota], leva, puleggia, vite e cuneo. Un meccanico ha dichiarato: «*se sulla terra ferma c'è un posto dove si possa stare, io, grazie a questi strumenti, sposterò la Terra dal proprio posto*». **Il secondo capitolo** [è] relativo alla spiegazione di [ciascuno] strumento; esso è suddiviso in cinque paragrafi [...].¹⁰²

Il testo continua con la descrizione delle cinque macchine semplici, nell'ordine asse nella ruota o verricello, leva, taglia o sollevatore multiplo formato da quattro carrucole, torchio, cunei e prisma, che si differenziano per avere il primo le facce principali formate da triangoli e il secondo da trapezi; seguono le macchine composte derivate dall'assemblaggio da due a quattro tipi di macchine semplici, rientra fra le composte la leva multipla, che assembla tre leve.

Un paragrafo riepilogativo dà dettagli costruttivi come per rispondere a domande specifiche, per esempio, come scanalare la vite; come costruire il triangolo suo generatore o come montare le ruote del barulco. Segue, il breve paragrafo relativo alla bilancia dei filosofi o della saggezza, che si conclude col disegno.

Nella frase di cui ci occupiamo, in questo codice sono presenti sia la proposizione «روی» sia la proposizione «بیرون», ma quest'ultima è cancellata, per differenziare e precisare che un conto è 'collocare sul suolo' altro 'portare fuori', 'portare all'esterno' che traduce anche "spostare".

¹⁰² SP n. 369, c.2v.

4-1-1, Ms n. 3313.13

Fondazione e Museo Malek, Tehrān;
Rinvenimento maggio 2019.

E' il manoscritto più prossimo al SP n. 369 di Isfahān/Parigi; le differenze sono di dettaglio di scrittura e di uso di pronomi e si segnala la sostituzione di grafemi dell'alfabeto persiano con i prossimi dell'alfabeto arabo, specialmente.

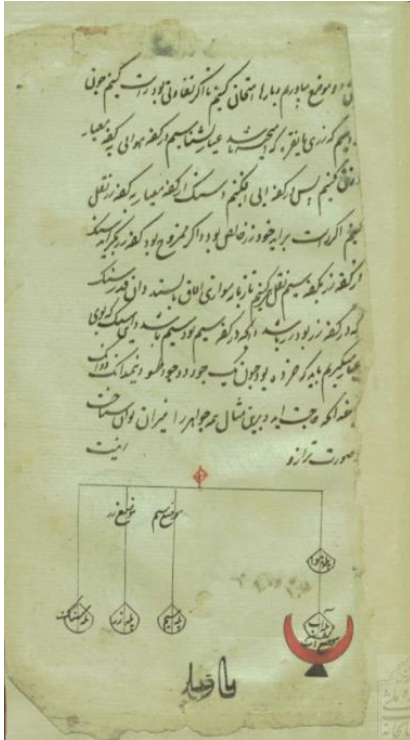


Fig. 6, Ms. n. 3313.13, c. 140.

Il disegnatore è lo stesso del SP n. 369 di Parigi, come si evince dalla grafica (fig. 6); invece i calligrafi sono diversi.

Nel testo vi sono alcune lacune e spostamenti prodotti evidentemente durante la rilegatura dei fogli: la leva tripla e la macchina composta che segue (leva, ruote e cilindro) sono inserite nel paragrafo riassuntivo, che peraltro è mutilo dell'ultima parte - spostata e rilegata male - e si aggancia direttamente agli ultimi 9 righi della Bilancia della Saggezza. I disegni, invece, sono stati eseguiti dalla stessa mano che ha illustrato il testo regalato a F. Pétis de la Croix.

Una lunga nota, della quale riportiamo in sintesi la traduzione, deve essere stata scritta in occasione della sistemazione dell'inventario; infatti, essa riferisce quanto scritto da Jalāl al-Dīn Homā'ī nel 1952 circa l'attribuzione allo pseudo-Avicenna;¹⁰³ ripete che il testo deriva da due manoscritti: uno conservato in India nella biblioteca dell'Università di Lakhanū e un altro nella biblioteca 'Ostād Moḥammad' della facoltà di lettere di Tehrān,

dove sono state rintracciate altre 4 copie del codice di epoca islamica; altri tre esemplari, invece, incompleti sono nella «nostra biblioteca [Malek]»¹⁰⁴, pertanto si deduce che devono esistere più di due manoscritti – capostipiti – del testo. Infine ribadisce che l'attribuzione ad Avicenna è errata stando al lessico utilizzato.

4.1.2. Ms n. 3536.7,

Fondazione e Museo Malek, Tehrān;
Rinvenimento maggio 2019.

Il manoscritto è settimo del volume; ad esso seguono vari fogli di guardia che arrivano fino al n°130, laddove il testo scritto termina a p. 121. Il titolo varia leggermente rispetto a quello assegnato agli altri codici: رساله در ذکر نامهای آلات جرثقیل (Epistola sui nomi degli strumenti per sollevare carichi pesanti). In realtà, l'epistola o trattatello è un breve elaborato monotematico, mentre il *kitāb* o trattato è più lungo e soprattutto è suddiviso in capitoli e questi a loro volta in paragrafi ed affronta anche argomenti interconnessi.

Il codice ha una doppia numerazione delle pagine: nella zona alta e nella parte bassa, esse differiscono una rispetto all'altra di due cifre. L'inizio è:

¹⁰³G. FERRIELLO, *The lifter of heavy bodies*, cit., pp.330 - 345. Il lavoro contiene le traduzioni per esteso

¹⁰⁴ *Ibidem*.

«Nel nome di Dio, Clemente e Misericordioso, grazie a Dio, Signore dei due mondi, la benedizione di Dio cada su Moḥammad sui seguaci di Maometto cui è dedicato questo trattatello composto da vari capitoli. Il primo capitolo è dedicato agli strumenti e innanzitutto a Maometto. Il primo capitolo tratta dei nomi, sono cinque: asse [nella ruota], leva, puleggia, vite e cuneo. Un meccanico ha dichiarato: “se sulla terra c’è un posto dove si possa stare fermi, io, grazie a questi strumenti, sposterò la terra dal proprio posto” [...].¹⁰⁵»

Alcuni indizi avvalorano l’ipotesi che il manoscritto possa essere apografo di un codice da identificare, del quale ripete la presentazione di immagini assenti nel Ms n. 3536.7. Dopo avere riassunto informazioni sul barulco - come in SP n. 369 *et alii* - sulla c.121, al primo rigo segue un ampio riquadro vuoto, su cui è il timbro della Fondazione e Museo Malek, con l’anagramma costituito da grafemi dell’alfabeto latino maiuscoli: una M, che ingloba nella sua parte centrale, intrecciata, la lettera H.

Oltre la metà pagina continua lo scritto, che non era concluso col primo rigo, lasciando, con ciò, intendere che lo spazio doveva essere occupato da un disegno non tracciato.

L’argomento è ancora il sollevatore multiplo o barulco.

Il testo (fig.7) si conclude con alcuni suggerimenti e considerazioni:

«Le ruote sfalsate vanno montate una a fianco dell’altra anche se non sono proprio dritte. La corda viene deviata dall’attrito delle ruote, così non scorre facilmente. Perciò è indispensabile che le ruote siano costruite in modo da avere forze di attrito uguali fra loro, come abbiamo detto, e così viene compiuto il lavoro, come mostra l’immagine che abbiamo tracciato».¹⁰⁶

Forse il copista col verbo al passato intende riferirsi al disegno della pagina precedente, abbozzato accanto al triangolo per scanalare la vite e nel quale è delineata una sola carrucola di quelle che dovrebbero costituire il treno di ruote/carrucole che formano il barulco.

La copia può essere considerata nella fase intermedia di composizione, nella quale lo scritto è completato, ma i disegni devono ancora essere trasferiti in bella copia.

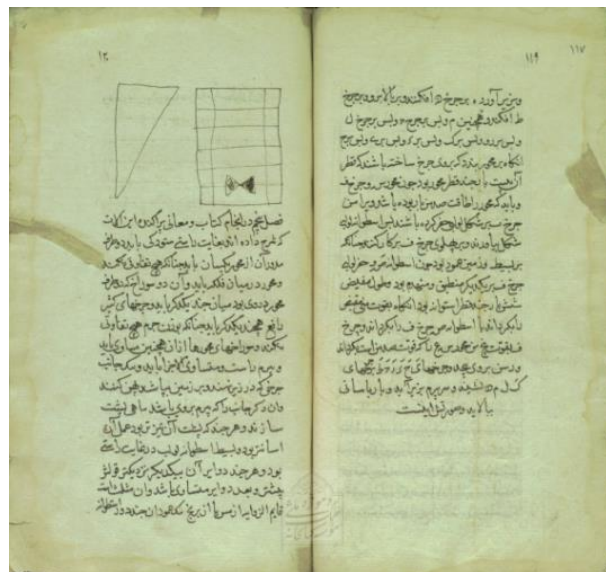


Fig.7, Ms n. 3536.7, c.120

¹⁰⁵ Ms n. 3536.7, c. 99 secondo la numerazione in alto, c. 97 secondo la numerazione di fondo pagina.

¹⁰⁶ Ms 3537.7 c. 121.

4.2 Ms n. 1674.3/n. 1674,

Fondazione e Museo Malek, Tehrān (Fig. 8); rinvenimento: 1995 (1674) e 2019 (1674.3) nella versione completa dell'ultima facciata, che mancava nella fotocopia precedente.

Il numero 'sub' 3 è stato aggiunto durante la nuova catalogazione dei codici della biblioteca che oggi sono stati dati in copia su CD. Particolari sono l'inizio scritto in rima e la sequenza della presentazione delle macchine, su cui il copista torna due volte con l'elenco benché con grado di approfondimento differenziato:

«[c.1] Nel nome di Dio, Clemente e Misericordioso, prego Dio che ha innalzato il valore della gente della perfezione e ha sminuito lo splendore delle genti grossolane per ignoranza e perdita della retta via per alleviare/sollevare [invece] il peso di lavori umili,¹⁰⁷ li ha guidati e liberati da tutti gli spostamenti dei corpi pesanti. Saluti [vadano] al suo amato [Moḥammad] che manifesta bellezza, Moḥammad, che, con maniere di superiorità, ha innalzato la bandiera del condottiero, colui che dà supremazia. Saluti alla sua famiglia, ai suoi amici - che sono i migliori amici - ed alle loro famiglie e a [tutte] le famiglie. Dopo ciò, così dice questo schiavo modesto e povero che ha bisogno di aiuto: Abū 'Alī; che Iddio - che gli ha dato grande superiorità - lo aiuti in eterno, così dice [questo schiavo], questo è un trattato unico sull'attività del sollevamento dei corpi pesanti svolto in capitoli e paragrafi e intitolato *Mi 'yār al-'uqūl*.

Il primo capitolo tratta dei nomi dei congegni per sollevare corpi pesanti. **Il secondo capitolo** spiega gli strumenti per sollevare corpi pesanti ed è composto da 5 paragrafi, dei quali il primo riguarda l'asse, il 2° la leva, il 3° paragrafo la taglia (puleggia), il 4° la vite, il 5° il cuneo.

Il terzo capitolo tratta della combinazione di tre macchine quando si vuole aumentare la forza di questi strumenti; esso è composto da tre paragrafi.

Il primo paragrafo tratta dell'azione dell'asse; il **secondo paragrafo** del sollevamento per mezzo della puleggia, il **terzo** [paragrafo] del modo di sollevare della leva. **Il quarto capitolo** riguarda la combinazione di strumenti che si possono usare con l'uno o con l'altro.

Il primo paragrafo riguarda la combinazione fra l'asse e la puleggia; **il secondo** [paragrafo] la combinazione fra asse e leva, **il terzo paragrafo** la combinazione di asse e vite; **il quarto paragrafo** del trattato riguarda la combinazione di quattro strumenti (libro in PA) [e contiene anche] concetti sparsi. **Il primo capitolo** riguarda i nomi degli strumenti per sollevare pesi, strumenti che in certe questioni non sono chiari e sui quali daremo qualche chiarimento [c.2]: essi disgregano cose solide, separano e torchiano e [compiono] simili [azioni]. Questi strumenti sono cinque, con questi nomi: asse, leva, carrucola, vite e cuneo. Il saggio, nel libro scritto su questo tema così argomenta: “*se sulla terra c'è un posto dove si possa stare, io grazie a questi strumenti sposterò la terra dal proprio posto*”». ¹⁰⁸

La differenza più rilevante è costituita dall'introduzione, dove, in armonia con quanto scrive già Aristotele, le macchine sono state ideate come concessione divina per 'alleviare', cioè sollevare l'uomo dalle fatiche più brutte e umili. Il carattere divino viene consolidato dall'inclusione nella

¹⁰⁷ Anche 'brutti'.

¹⁰⁸ Ms. n. 1674.3, c. 1.

başmala. Importante è l'accento al 'saggio', che ha elargito in dono le macchine; con detto lemma, difatti, la frase assume pregnante importanza in relazione alle competenze attribuite al 'creatore del creato', che nel *Tansūkh-nāme-ye Īlkhānī* (Libro sulle gemme per l'Ilkhanide) di Naṣīr al-Dīn Ṭūsī è *ḥakīm*, saggio/sapiente inteso alla maniera dell'antica Grecia e al 'capo del laboratorio' ovvero l'*ālim*, scienziato si direbbe oggi. Il vocabolo *ḥakīm* allude ad una scelta 'aprioristica', che non necessita della verifica di laboratorio in quanto sottende un principio.

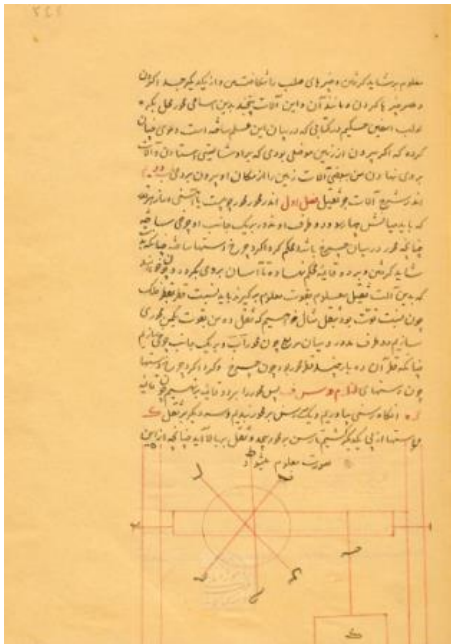


Fig. 8, Ms. n. 674.3, cc 1 e 2

4.2.1 Ms n. 2573,

Biblioteca centrale dell'Università di Tehrān;
Rinvenimento maggio 2019.

Il codice (Fig. 9) è privo dei fogli di guardia; sul retro dell'ultimo è l'elenco errato dei manoscritti contenuti nel libricino: «Trattatello sul sollevamento dei corpi pesanti, con 12 figure su come si sollevano i pesi e come si realizzano gli strumenti», e un Trattato di chimica, in cui i nomi degli elementi sono stati sostituiti da segni crittografati; manca in elenco il riferimento ad un terzo manoscritto, sul moto perpetuo, che è prossimo al quello in persiano della *Majmū'a* araba n° 350 della *Ryland's collection* di Manchester. Il libro è in cattivo stato di conservazione, come evidenziano i distacchi dei fogli dal dorso, l'usura e la lacerazione delle pagine in corrispondenza della rilegatura effettuata con cuciture e colle.

Come gli altri manoscritti ad esso affini il testo sulle macchine è attribuito ad Avicenna.

Fra i testimoni finora recuperati è l'unico ad utilizzare per i disegni la colorazione oro, gravemente alterata a causa delle cattive condizioni di conservazione.

Si individuano almeno due - se non addirittura tre - insieme di disegni qualitativamente differenti, quindi tracciati da mani diverse.

I disegni di un grafico sono caratterizzati da sproporzione di ruote e di cilindri e da improbabili distanze fra ingranaggi e perfino da errori grossolani, come la corda col peso confusa con un piedritto, soluzione che evidenzia l'incompetenza di chi doveva passare dal testo alla rappresentazione grafica, ovvero interpretare i disegni copiati da un apografo.

Nella scrittura prevale l'interesse per l'estetica piuttosto che per la correttezza dei lemmi e delle frasi.¹⁰⁹

Nelle descrizioni sono stati saltati vari passaggi; sono state unificate descrizioni di macchine differenti; a volte il copista – evidentemente poco esperto di argomenti tecnici – perde di vista

l'*abjad* e perde il filo del discorso.

È possibile che il calligrafo abbia scritto sotto dettatura; infatti, si notano lemmi sbagliati, i quali hanno assonanze fonetiche con i corretti; anche alcuni grafemi sono errati e numero e posizione di diacritici sono errati.

Il risultato è una composizione esteticamente interessante e apparentemente chiara, che nasconde, invece, errori e complessità interpretativa anche per la presenza di vari lemmi non congruenti col contenuto.

Analizzando il singolo rigo nella sua interezza si nota che l'aggiunta o l'eliminazione di diacritici superiori o inferiori segue un 'bilanciamento' grafico-visivo che rende armonioso il risultato visivo

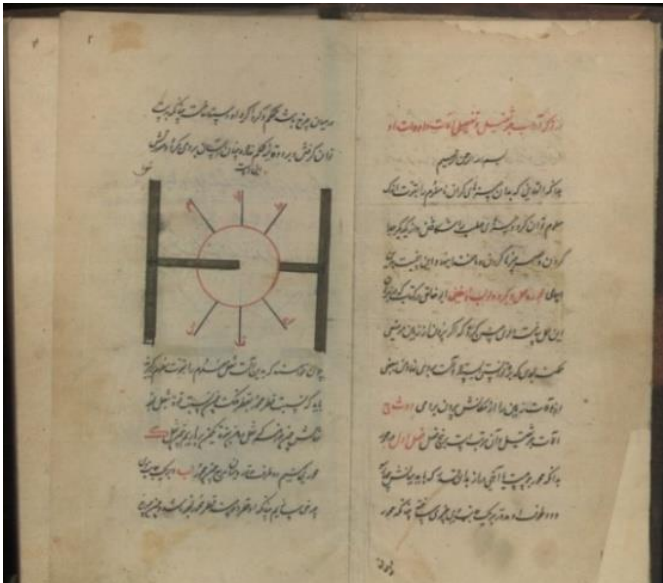


Fig. 9, Ms. n. 2573, cc. 1 e 2

di ogni pagina.

L'esistenza di altre copie del II libro di *Meccanica* di Erone aiutano nella trascrizione del testo; in questo manoscritto privo dell'elenco delle cinque macchine semplici che, negli altri testimoni, precede la descrizione di ogni singola macchina. Dopo il titolo scritto con inchiostro rosso inizia il testo:

«Nel nome di Dio, clemente e misericordioso, con questi strumenti, dei quali non tutto è chiaro, impiegando una piccola forza si può sollevare un determinato peso, disgregare cose solide e separarle una dall'altra. Essi sono cinque: asse [nella ruota], leva, puleggia, vite e cuneo.

Abū Khālifa nel libro redatto su questo argomento così ha scritto: “*se al di fuori della terra c'è un posto dove si possa stare fermi, io tramite questi strumenti solleverò la terra dal proprio posto e la porterò fuori*”. L'argomento del sollevamento dei pesi si sviluppa in cinque paragrafi [...].¹¹⁰»

¹⁰⁹G. FERRIELLO, *Istanza formativa e istanza estetica*, cit.; per quanto concerne il manoscritto relativo ad una ruota idraulica, che segue il Sollevatore di Erone, cfr. EADEM, *Ruote per il moto perpetuo, meccanismi e macchine*, cit..

¹¹⁰Ms. n. 2573, cc.1 e 2. Altrove il testo ripartisce in capitoli e in paragrafi.

4.2.2. Ms n. 892.2

Biblioteca centrale dell'Università di Tehrān;
Rinvenimento maggio 2019.

Del codice (Fig. 10) utilizzato come base dell'edizione a stampa del *Mi'yār al-'uqūl*¹¹¹, qui interessa sottolineare la prossimità col Ms n. 1674.3, del quale, tuttavia, abbrevia alcune parti mentre altre le esplicita soffermandosi sul testo. L'inchiostro rosso della rubrica sottolinea tutti i passaggi dei capitoli e dei paragrafi nonché la numerazione ordinale delle cinque macchine semplici.

La lunga preghiera con l'introduzione corrisponde al Ms n. 1674.3; più oltre, invece, il testo è talvolta confuso o contiene frasi e particolari che non sono in altri codici.¹¹²



Fig. 10, Ms. n. 892.2, cc.. 1 e 2

Particolarmente interessante è la parte finale del paragrafo, che dettaglia alcuni procedimenti costruttivi e metodi in quanto ivi si accenna all'esistenza di un unico manoscritto capostipite:

«Il primo capitolo riguarda i nomi degli strumenti per sollevare carichi pesanti sui quali non tutto è chiaro e sui quali daremo qualche spiegazione. Essi sono necessari per disgregare cose solide, per separare e torchiare e per altre simili [azioni]. Questi strumenti sono cinque, con questi nomi: **1**¹¹³ asse, **2** leva, **3** carrucola, **4** vite e **5** cuneo. Il saggio, nel libro scritto su ¹¹⁴ questo tema così argomenta: “*se sulla terra c'è un posto dove si possa stare, io grazie a questi strumenti sposterò la terra dal proprio posto*”».

Ogni testimone del II libro della Meccanica di Erone, nella parte iniziale, include la frase attribuita ad Archimede, che resta sostanzialmente la stessa. Come essa è formulata insinua il dubbio che Archimede si stia riferendo alle macchine ‘*in toto*’ e non alla sola leva.

La variazione di interpretazione non cambierà convinzioni radicate, ma resta, in ogni caso, la questione delle traduzioni di testi di argomento tecnico-scientifico dalle quali, come corollari, discendono citazioni ripetute senza più porsi domande sulla correttezza della primitiva interpretazione e traduzione.

¹¹¹In Ms n. 1674.3 è riportato تا .

¹¹²Questo codice numera i fogli, pertanto vengono indicati il ‘*rectus*’ e il ‘*versus*’.

¹¹³I numeri, scritti con inchiostro di colore rosso, sono nel manoscritto.

¹¹⁴Qui il ‘meccanico’ di altri codici è diventato ‘un saggio’.