

Classica Vox

Rivista di Studi Umanistici

6 · 2024



Classica Vox

Rivista di Studi Umanistici



UniMe
1548

Università degli Studi di Messina
Dipartimento di «Civiltà Antiche e Moderne»

I.I.S. Liceo «Concetto Marchesi» - Mascalucia (CT)

CONTATTI

Dipartimento di «Civiltà Antiche e Moderne» – Polo Universitario dell'Annunziata
98168 Messina

Indirizzo e-mail: classicavox@unime.it

URL: <https://cab.unime.it/journals/index.php/ClassicaVox>

Quest'opera è distribuita con licenza Creative Commons
Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0
Classica Vox, 6(2024)

ISSN 2724-0169 (*online*)

Classica Vox

Rivista di Studi Umanistici

6 · 2024



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA

2024

Classica Vox

Rivista di Studi Umanistici

DIREZIONE

Nicola BASILE - Paola RADICI COLACE - Anna Maria URSO

COMITATO SCIENTIFICO

Sergio AUDANO (Genova); Mario BOLOGNARI (Messina); Loredana CARDULLO (Catania); Menico CAROLI (Foggia); Paolo CIPOLLA (Catania); Francesco DE MARTINO (Foggia); Arsenio FERRACES RODRÍGUEZ (A Coruña); Giuseppe GIORDANO (Messina); Brigitte MAIRE (Lausanne); Claudio MELIADÒ (Messina); Angelo MERIANI (Salerno); Philippe MUDRY (Lausanne); Michele NAPOLITANO (Cassino); Vincenzo ORTOLEVA (Catania); Nicoletta PALMIERI DARLON (Reims); Maria Rosaria PETRINGA (Catania); Rosario PINTAUDI (Firenze); Donatella PULIGA (Siena); Massimo RAFFA (Milazzo); Giovanni SALANITRO (Catania); Rosa SANTORO (Messina); Luigi SPINA (Bologna); Renzo TOSI (Bologna); Giuseppe UCCIARDELLO (Messina).

COMITATO DI REDAZIONE

Lucia Maria SCIUTO (Catania); Mario LENTANO (Siena); Domenico PELLEGRINO (Messina); Maria Rosaria STRAZZERI (Catania).

COMITATO TECNICO

Cettina COSENZA, Nunzio FEMMINÒ, Dario ORSELLI
(Università degli Studi di Messina, Sistema Bibliotecario di Ateneo – SBA)

Classica Vox

Rivista di Studi Umanistici

Classica Vox è una Rivista annuale di Studi Umanistici *on-line*, consultabile e scaricabile *open access*, che coniuga in un'unica proposta editoriale la ricerca scientifica e la sperimentazione didattica per un dialettico confronto di saperi ed esperienze tra Università e Scuola.

Nasce dalla già consolidata collaborazione tra il Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne dell'Università di Messina e l'I.I.S. Liceo «Concetto Marchesi» di Mascalucia-Catania, e si rivolge, nella declinazione delle sue Sezioni, sia agli studiosi impegnati nella ricerca scientifica sia ai docenti interessati alla proposta di nuovi modelli formativi e alla sperimentazione didattica.

Si avvale di un Comitato Scientifico internazionale e della procedura di *peer review* per la selezione e valutazione anonima dei contributi da pubblicare.

Si articola nelle seguenti Sezioni:

- Saggi e note (Filologia e linguistica, testi e contesti letterari, ricezione dell'antico)
- Sperimentazione e innovazione didattica
- Recensioni

INDICE

SAGGI E NOTE

- Natascia PELLÈ, Massimo RAFFA
... ἀε[ιδε δ' ἄρα κλέα ἀνδρῶν] (Il. 9, 189). *Una scena 'metamusicale' dell'Iliade in P.Mich. inv. 6132* 9
- Mario LENTANO
Il ventriloquo di Romolo. Giulio Proculo e le ultime parole del fondatore 23
- Michele CORTI
Erone, Pneumatica, 1, 16. Un esempio delle conoscenze pneumatiche antiche e della loro ripresa e trasmissione 43
- Alfredo Mario MORELLI
Il sale e il miele: sul rapporto tra epigramma e bucolica in Marziale 11, 40-42 61
- Tommaso RAIOLA
Plutarco medico dell'anima. Alcune osservazioni su metafore e similitudini mediche nel corpus dei Moralia 75
- Rosario SCANNAPIECO
Dio Chrys. Or. 7, 143-145: nota critico-esegetica 101
- Chiara THUMIGER
Eyes wide shut. Appearance, vision, and care in a 12th-century illustration of a phrenitic patient 123
- Tommaso BRACCINI
Il richiamo degli abissi: una ripresa del Glauco ovidiano in H. P. Lovecraft 145
- Silvia ONORI
Il giudizio di Paride secondo la cantastorie Lucia. Un particolare caso di ricezione tra le righe di Bestie di Sofia Pirandello 159
- Massimo FUSILLO
«Wie man zum Stein spricht». L'empatia con il mondo minerale: Paul Celan / Anselm Kiefer 169
- Alessandra SCIMONE
Medicina antica e tardoantica. Rassegna degli studi (2024) e complementi bibliografici (2020-2023) 177

SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE DIDATTICA

- Nicola BASILE
Ut pictura poesis. Un possibile percorso di didattica orientativa 233

RECENSIONI

- M. CENTANNI, P. B. CIPOLLA (ed.), *Sophocles' Laocoön*, 2024 (Giampiero SCAFOGLIO) 267
- G. E. RALLO, *Laughing at domestica facta. Identity Construction in Mid-Republican Rome through the Lens of the togata*, 2024 (Mario LENTANO) 271

P.-H. ORTIZ (ed.), <i>La psychiatrie à Rome. Comprendre et soigner la folie d'après Celse et Caelius Aurelianus</i> , 2024 (Giuseppe TROVATO)	277
S. SANTELLA (ed.), <i>Sidonio Apollinare. Carmina minora</i> , 2023 (Ignazio LAX)	283
PORCELIO DE' PANDONI, <i>Triumphus Alfonsi Regis Aragonei devicta Neapoli</i> , 2023 (Anita DI STEFANO)	289
G. LACAZE (ed.), <i>Les mots grecs de la médecine. «Logiatrie»</i> , 2024 (Paola RADICI COLACE)	293
AUTORI	297

MICHELE CORTI

*Erone, Pneumatica, 1, 16.**Un esempio delle conoscenze pneumatiche antiche e della loro ripresa e trasmissione***SOMMARIO**

Il contributo tratta di un paragrafo degli *Pneumatica* di Erone di Alessandria. Dopo una breve contestualizzazione dell'autore e della disciplina, viene presentato il testo del paragrafo e la traduzione italiana. Il passo eroniano viene poi commentato analizzandone il rapporto con le opere precedenti aventi lo stesso argomento e le riprese nei secoli successivi, come esempio del *Fortleben* moderno della pneumatica antica.

Parole chiave: Erone di Alessandria, *Pneumatica*, fortuna dell'antico, storia della scienza.

ABSTRACT

The contribution deals with a paragraph from the *Pneumatica* of Hero of Alexandria. After a quick contextualization of the author and the discipline, the text of the paragraph and the translation into Italian are presented. The Heronian passage is then commented on by analyzing its relationship with previous works having the same subject and the revivals in the following centuries, thus showing the modern *Fortleben* of ancient pneumatics.

Keywords: Hero of Alexandria, *Pneumatica*, tradition of the classics, history of science.

Erone di Alessandria fu attivo nella città sulla costa mediterranea dell'Egitto nel I secolo d.C.¹. Personalità poliedrica, durante la sua vita coltivò vari interessi, ben rispecchiati dalla varietà dei trattati da lui scritti o a lui attribuiti: al suo nome si ascrivono infatti opere di matematica e di meccanica e trattati sulla costruzione di automi, orologi ad acqua, dispositivi bellici e apparati basati sulla pressione dell'aria sull'acqua o su altra aria². In questa sede l'attenzione sarà rivolta agli *Pneumatica*. L'opera, probabilmente mai revisionata dall'autore³, è la testimonianza più importante dello studio della pneumatica nell'antichità. Questa disciplina, che sappiamo essere stata praticata anche da Ctesibio⁴ e Filone

¹ Il riferimento cronologico principale per la datazione di Erone è un passo della *Dioptra* (§ 35) in cui Erone fa riferimento a un'eclissi lunare, datata al 13 marzo del 62 d.C. secondo studi moderni. Cfr. NEUGEBAUER 1938, 3-26. Vitrac è ancora dubbioso sull'autenticità del paragrafo, motivo per cui si tiene su una datazione larga oscillante tra il II secolo a.C. e il III d.C. (VITRAC 2009, 156). Masià ha sostenuto che l'eclissi fosse stata menzionata solo a titolo esemplificativo e dunque non potesse essere usata come un riferimento per collocare cronologicamente Erone; alla tesi di Masià ha risposto Grillo, evidenziandone le lacune argomentative. Cfr. MASÌÀ 2015, 231-255 e GRILLO 2019, 291-296.

² ARGOUD, GUILLAUMIN 1997, 11.

³ La particolarità degli *Pneumatica*, specie se confrontati con gli altri trattati di Erone, consiste nell'organizzazione interna dell'opera, che pare non essere stata rivista. DRACHMANN 1948, 79-80 ha spiegato questa incongruenza ipotizzando che l'opera, nella forma in cui ci è arrivata, sia un insieme di note mancanti di revisione e risistemazione pubblicato dopo la morte di Erone. A favore di questa ipotesi, lo studioso ha sottolineato come i primi otto paragrafi siano in una collocazione adatta a un trattato, come se l'autore avesse iniziato a risistemare il proprio materiale e poi per qualche motivo si fosse interrotto.

⁴ Ctesibio è il primo grande ingegnere dell'antichità ed è considerato, insieme a Stratone di Lampsaco, il fondatore della pneumatica. Si vedano FERRARI 1985a, 170, e FERRARI 1985b, 261-2. La principale fonte di notizie che abbiamo su di lui è il *De architectura* di Vitruvio, opera dalla

di Bisanzio⁵, entrambi vissuti ad Alessandria nel III secolo a.C., «per un verso è lo studio della pressione, dell'aria compressa, o per meglio dire "espressa", *ex-pressa*, premuta fuori, per un altro è lo studio della *symploke* degli elementi, cioè delle relazioni di contiguità tra l'uno e l'altro, in particolare tra aria, acqua e fuoco⁶».

In questo trattato, Erone tratta della costruzione di ottanta congegni basati sulla pressione dell'aria. Prima di addentrarsi nella descrizione e nel funzionamento degli apparati, l'autore redige un'introduzione di carattere filosofico-teorico nella quale «nega il vuoto assoluto in natura, riconoscendone però l'esistenza a livello microscopico nei corpi come l'aria»⁷; com'è stato scritto, Erone

is clearly dependent on earlier writers for this section, but his originality consists in drawing together two schools of thought with very different styles and interests. The first part is derived from Strato of Lampsacus, who was the third principal of Aristotle's school, the Lyceum, from about 288-268 B.C. [...] But in the second part of the introduction, and in Chapters 1 and 2 where he is discussing siphons, Hero draws on Archimedes, who started, not from empirically demonstrable ideas, but from certain assumptions⁸.

Grazie alla pressione dell'aria vengono realizzati effetti stupefacenti sia per gli esperti della materia, che, constatando il corretto funzionamento dell'apparato, riconoscono l'ingegno e la perizia del costruttore, sia per gli osservatori digiuni di conoscenze pneumatiche, meravigliati dall'animazione di una struttura di per sé normalmente inanimata⁹. Sono dei θαύματα ἰδέσθαι, delle meraviglie al vedersi, come già furono definiti i tripodi semoventi di Efesto nell'*Iliade*¹⁰. Questi apparati

quale apprendiamo che Ctesibio era figlio di un barbiere e proprio nella bottega del padre ideò il suo primo congegno, ovvero uno specchio capace di abbassarsi e rialzarsi (Vitr. 9, 8, 2-4). Altre notizie cursorie sulla sua vita si reperiscono da Plinio (Plin. *Nat.* 7, 125, 38) e Ateneo (Ath. 4, 174b-d). In merito alle notizie riportate da Ateneo, si vedano DRACHMANN 1948, 2-3, e DRACHMANN 1963, 10. Per quanto riguarda i suoi trattati, tutti perduti, sappiamo che ne aveva scritto uno di carattere teorico (Phil. *Bel.* 77) ed uno di natura più pratica (Vitr. 10, 7, 5), dove erano stati raccolti tutti quei congegni *quae non sunt ad necessitatem sed ad deliciarum voluptatem* («che non mirano all'utilità pratica, ma al piacere e al divertimento»). Vitr. 10, 7, 5. Traduzione di Elisa Romano). In merito a questo passo, si veda il commento che ne fa la stessa traduttrice (ROMANO 1990, 212). Sappiamo inoltre che Ctesibio aveva realizzato anche orologi ad acqua (Vitr. 9, 8, 4-8) e l'organo idraulico (Vitr. 10, 8, 1-6 e Ath. 4, 174b-e).

⁵ Nativo di Bisanzio, ma attivo anche lui ad Alessandria, Drachmann lo colloca cronologicamente una generazione dopo Ctesibio. Si veda DRACHMANN 1948, 41. Sappiamo che realizzò un'opera in nove libri dal titolo *Mechanikè syntaxis* di cui ci sono giunti in greco solamente il quarto (*Belopoeica*) e parti del settimo e dell'ottavo (*Paraskenastica* e *Polorvetica*), in arabo il quinto (*Pneumatica*). Si veda FERRARI 1985a, 176. Si veda inoltre DE MIRANDA 2018, 17-22.

⁶ FERRARI 1985a, 171. Si confronti anche FERRARI 1985b, 262.

⁷ DI PASQUALE 2019, 136. Sull'introduzione degli *Pneumatica* cfr. anche VALLERIANI 2016, 156.

⁸ LANDELS 1978, 201. Parlando dei sifoni, Erone riprende anche la teoria aristotelica dell'*horror vacui*. In merito a questo cfr. anche DRACHMANN 1948, 160.

⁹ FERRARI 1985a, 172.

¹⁰ Hom. *Il.* 18, 377. Pappo di Alessandria, matematico del IV secolo d.C., afferma che gli antichi facevano rientrare nel novero dei meccanici coloro che costruivano meraviglie (τοὺς

sono la dimostrazione stessa dei principi che Erone e gli altri autori di *Pneumatica* avevano intenzione di divulgare¹¹: bisogna dunque ritenere che gli strumenti attribuiti a Ctesibio, Filone di Bisanzio ed Erone abbiano avuto una loro effettiva realizzazione già nell'antichità¹². Già Drachmann sosteneva che «most of them will most obviously work. Where there is any doubt about it [...] there is always the possibility that he would not have published them without further trial»¹³. Come è stato evidenziato dagli studiosi che si sono interessati di pneumatica antica, le occasioni per le quali questi dispositivi furono ideati e realizzati sono essenzialmente due: il contesto sacro¹⁴ e il simposio¹⁵. Gli apparati destinati a questo secondo ambito si sono ampiamente diffusi anche in ambito romano come lascia intendere Petronio nel *Satyricon* quando il personaggio di Encolpio si avvicina cautamente al muro poiché ha paura che *per parietem automatum aliquod exiret*¹⁶.

Proprio su un tipo di congegno predisposto per abbellire la sala del simposio e sbalordire gli invitati con la munificenza del padrone ci concentriamo in questa sede. L'apparato è quello descritto al paragrafo 1, 16 degli *Pneumatica*, che costituisce una sorta di sviluppo di quanto Erone ha descritto nel paragrafo precedente. Qui riportiamo il testo greco stabilito da Schmidt nella sua edizione teubneriana, l'unica ad oggi disponibile, con la traduzione originale a fronte. Nella traduzione, accanto alle maiuscole greche con cui Erone designa le varie componenti dell'apparato sono aggiunte tra parentesi quadre le lettere usate da

θαυμασιουργός) tramite varie modalità: chi operava tramite l'aria, chi faceva muovere oggetti inanimati grazie all'utilizzo di cordicelle, chi faceva galleggiare oggetti sull'acqua, chi infine costruiva orologi ad acqua (Papp. *Syn.* 7, 2). Cfr. CAMBIANO 1994, 616-617 e 2006, 176-183. La notizia trova riscontro in Erone stesso, il quale scrive che «gli antichi chiamavano coloro che realizzavano queste cose [*scil.* i teatrini automatici] costruttori di meraviglie a causa del carattere stupefacente dello spettacolo» (ἐκάλουν δὲ οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματουργοὺς διὰ τὸ ἐκπληκτὸν τῆς θεωρίας, *Aut.* 1, 7). Si ricorda che la meraviglia nel mondo greco post-aristotelico è un sentimento di conoscenza, cfr. GEROLEMOU 2023, 68-71. Sulla correlazione automa-θαῦμα cfr. DE MIRANDA 2018, 14-17. Realizzare apparati meravigliosi, inoltre, era un modo di ottenere supporto finanziario dal regnante di turno, cfr. IRBY-MASSIE, KEYSER 2002, 3.

¹¹ FERRARI 1985a, 171-172. Cfr. anche ROBY 2016, 116-117.

¹² SCHÜRMANN 2002, 49.

¹³ DRACHMANN 1948, 160. Sulla possibilità che questo testo non sia stato edito in una forma compiuta cfr. *supra*, n. 3. È però chiaro che alcuni dispositivi, così come li tramanda il testo tràdito, non possano funzionare: la causa di ciò è da ricercare nella tradizione manoscritta. I copisti, infatti, soventemente non riuscivano a cogliere il senso di ciò che ricopiavano, generando così errori frutto della loro scarsa preparazione in materia, cfr. BRUMBAUGH 1966, IX. Uno specifico problema legato alla tradizione manoscritta è rappresentato dai disegni degli apparati, di cui il testo era certamente fornito e che costituiscono una parte essenziale della sua ricezione. Per quanto riguarda l'apparato iconografico cfr. LEFÈVRE 2002, 110 e ROBY 2016, 190.

¹⁴ BUR 2016, 59-185; BOSAK-SCHROEDER 2016, 123-136; BUR 2022, 137-156.

¹⁵ SCHÜRMANN 1992, 86-114 e 2002, 35-55. Proprio durante un simposio pare sia stato presentato il primo dispositivo pneumatico di cui abbiamo notizia, la colomba di Archita, cfr. SCHÜRMANN 2002, 36.

¹⁶ Petr. 54, 4. Il sostantivo *automatum* va considerato derivato dal sostantivo neutro greco αὐτόματον, non dall'aggettivo maschile αὐτόματος, cfr. GIANOTTI 2013, 373-374. Sulla diffusione di automi a Roma nel I secolo a.C. cfr. ROSATI 1999, 96-98; SCHÜRMANN 2002, 35-40, mentre secondo PANAYOTAKIS 1995, 82, n. 69, l'utilizzo che Petronio fa del termine *automatum* indicherebbe un certo interesse e una certa conoscenza da parte dell'autore sul tema. Cfr. inoltre SCHMELING 2011, 209-210.

Commandino nella sua edizione del 1575 e riprese poi anche nel diagramma presente nell'edizione di Giorgi del 1592, qui fornito *infra*: questo, per facilitare il riscontro del testo sull'illustrazione. Oltre al diagramma dell'edizione di Giorgi, dopo il testo e la sua traduzione sono inserite anche le raffigurazioni dell'apparato presenti nel manoscritto Burney 108 (inizio XVI secolo), conservato alla British Library di Londra¹⁷, e nell'edizione di Schmidt, il cui disegno riprodotto anche nella traduzione con commento di Argoud e di Guillaumin.

(90, 3-21) Αἱ μὲν οὖν φωναὶ γίνονται διὰ τῶν συρίγγων· διάφοροι δὲ τοῖς ἤχοις γίνονται, τῶν συρίγγων ἦτοι λεπτοτέρων γινομένων ... ἦτοι καὶ παρεκτεινομένων εἰς μῆκος ἢ καὶ συστελλομένων καὶ τοῦ βαπτίζομένου μέρους εἰς τὸ ὕδωρ ἦτοι πλείονος ἢ ἐλάττονος γινομένου, ὥστε διὰ τοιούτου τρόπου ὀρνέων πλείονων διαφορὸς γίνεσθαι φωνάς. Κατασκευάζεται οὖν ἦτοι ἐν κρήνῃ ἢ ἐν ἄντροφ ἢ καθόλου ὅπου ἐπίρρυτον ὕδωρ ἐστίν, ὄρνεα πλείονα διακείμενα καὶ τούτοις παρακειμένη γλαυζ, ἣτις ἐπιστρέφεται αὐτομάτως παρὰ τὰ ὄρνεα καὶ πάλιν ἀποστρέφεται· καὶ ἀποστραφείσης μὲν φθέγγονται τὰ ὄρνεα, ἐπιστραφείσης δὲ πρὸς αὐτὰ οὐκέτι φθέγγονται. καὶ τοῦτο πλεονάκις γίνεται. Κατασκευάζεται δὲ τὸν τρόπον τοῦτον.

Ἔστω κρουνησμάτιον αἰεὶ ῥέον τὸ Α· τούτῳ δὲ ὑποκείσθω στεγνὸν ἀγγεῖον τὸ ΒΓΔΕ ἔχον πνικτὸν διαβήτην ἢ καμπύλον σίφωνα τὸν ΖΗ καὶ καθιεμένην χώνην τὴν ΘΚ, ἣς ὁ καυλὸς ἀπεχέτω ἀπὸ τοῦ πυθμένος (92, 1-6) τοῦ ἀγγείου ὅσον ὕδατι διάρρυσιν. Ἐχέτω δὲ καὶ πλείονα συριγγίδια, οἷα εἴρηται, ὄντα τὰ Λ. Συμβήσεται οὖν πληρουμένου μὲν τοῦ ΒΓΔΕ ἀγγείου τὸν ἀέρα τὸν ἐν αὐτῷ ἐκθλιβόμενον καὶ τὰς τῶν ὀρνέων ποιεῖν φωνάς, κενουμένου δὲ μετὰ τὴν πλήρωσιν διὰ τοῦ ΗΖ διαβήτητος μηκέτι φθέγγεσθαι. Ἴνα (94, 1-14) οὖν ἡ γλαυζ ἐπιστρέφηται καὶ ἀποστρέφηται, ὡς προείρηται, προκατασκευάζεται τὰ μέλλοντα λέγεσθαι ἔστω γὰρ ἐπὶ τινος βάσεως τῆς Μ ἄζων βεβηκῶς ὁ ΝΞ ἀπὸ τόνου εἰργασμένος, περὶ ὃν περικείσθω ἄρμοστή σύριγξ ἢ ΟΠ εὐλύτως δυναμένη περὶ αὐτὸν στρέφεσθαι· ταύτη δὲ συμφυρὸς ἔστω τυμπάνιον τὸ ΡΣ, ἐφ' ᾧ ἐπιβήσεται ἡ γλαυζ συμφυρῆς αὐτῷ ὑπάρχουσα· περὶ δὲ τὴν ΟΠ σύριγγα δύο ἀλύσεις ἐπὶ τάναντία ἐπιληθεῖσαι αἱ ΤΥ, ΦΧ διὰ τροχίων δύο ἀποδεδέσθωσαν ἢ μὲν ΤΥ εἰς βάρος ἐκκρεμάμενον τὸ Ψ, ἢ δὲ ΦΧ εἰς κοῖλον ἀγγεῖον τὸ Ω ὑποκείμενον τῷ ΖΗ σίφωνι ἢ πνικτῷ διαβήτη. Συμβήσεται οὖν κενουμένου τοῦ ΒΓΔΕ ἀγγείου τὸ ὑγρὸν φέρεσθαι εἰς τὸ Ω ἀγγεῖον καὶ ἐπιστρέφεσθαι τὴν τε ΟΠ σύριγγα καὶ τὴν γλαυκα, (96, 1-13) ὥστε βλέπειν πρὸς τὰ ὀρνιθάρια, κενωθέντος δὲ τοῦ ΒΓΔΕ ἀγγείου κενουῖσθαι καὶ τὸ Ω διὰ τινος ἐν αὐτῷ πνικτοῦ διαβήτητος ἢ καμπύλου σίφωνος, ὥστε πάλιν καταβαρῆσαν τὸ Ψ βάρος ἀποστρέψαι τὴν γλαυκα κατὰ τὸν καιρὸν ἐκεῖνον, ὅτε πληροῦται τὸ ΒΓΔΕ ἀγγεῖον καὶ πάλιν αἱ τῶν ὀρνέων γίνονται φωναί.

Καὶ οἱ τῶν σαλίγγων δὲ ἤχοι διὰ τοῦ παραπλησίου γίνονται τρόπου τῷ προειρημένῳ· ὅταν γὰρ εἰς στεγνὸν ἀγγεῖον κατατεθῆ τῆς χώνης ὁ καυλὸς ἀπέχων ἀπὸ τοῦ πυθμένος βραχὺ καὶ συνεστεγνωμένος τῷ

¹⁷ Disponibile, almeno fino a poco tempo fa, sul sito della British Library (https://www.bl.uk/manuscripts/viewer.aspx?ref=burney_ms_108_fs042v, ultimo controllo 06/06/2023). I disegni di questo codice sono copie di quelli presenti nell'autorevole Marciano greco Z.516.

τεύχει τοῦ ἀγγείου, εἶτα ἡ σάλπιγξ ἔχουσα τὸν τε κώδωνα καὶ τὴν γλωσσίδα συντετημένην τῷ ἀγγείῳ κατὰ τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ, συμβήσεται διὰ τῆς χώνης (98, 1-2) ἐγχυνομένου τοῦ ὕγρου ἐκθλιβόμενον τὸν ἐν τῷ ἀγγείῳ ἀέρα διὰ τῆς γλωσσίδος τὸν ἦχον ἀποτελεῖν.

Dunque i suoni si producono attraverso le canne. Il loro timbro varia a seconda che le canne siano più strette ... o più lunghe o anche più corte e con una parte più o meno grande immersa nell'acqua: in questo modo, dunque, si producono i suoni di molti uccelli. Si costruiscono dunque, vicino ad una sorgente, o in una grotta¹⁸, o in generale ovunque c'è acqua corrente, molti uccelli appollaiati e una civetta posta accanto a essi, la quale da sé si volta verso gli uccelli e viceversa si gira indietro: quando si gira indietro, gli uccelli cantano, quando si volta verso di loro, quelli non cantano più. E questo accade ripetutamente¹⁹. Si costruisce in questo modo.

Ci sia una cannella A [A] con flusso d'acqua costante: sotto a questa stiano un contenitore impermeabile ΒΓΔΕ [BCDE], con una condotta²⁰ ermeticamente chiusa o un sifone²¹ ricurvo ΖΗ [FG], e sopra il contenitore un imbuto ΘΚ [HK], il cui gambo sia distante dal fondo del contenitore quanto uno scolo per l'acqua. [L'imbuto] abbia anche tante piccole canne come è stato detto, che corrispondono a Λ [L]. Avverrà che, mentre il contenitore ΒΓΔΕ [BCDE] si riempie, l'aria in esso compressa [passando per le canne] genererà il canto degli uccelli, al contrario, mentre [il contenitore] si svuota attraverso il sifone ΗΖ [GF] dopo essere stato riempito, [le canne] non emetteranno più suoni. Affinché dunque la civetta si giri verso gli uccelli e si volti indietro, come è stato detto prima, si prepara quanto segue: ci sia su un basamento Μ [M] un asse²² perpendicolare ΝΞ [NX] lavorato al tornio, attorno al quale si trovi un tubo ΟΠ [OP], adattato di modo che possa agevolmente ruotarvi attorno: su questo sia attaccato un dischetto²³ ΡΣ [RS], sul quale stia

¹⁸ Seguendo questa indicazione, chi ha redatto il codice *Parisinus graecus* 2512 (BNF, metà XVI secolo) al folio 21^r ha disegnato la fontana di Erone proprio all'interno di una grotta naturale.

¹⁹ Nell'edizione di Woodcroft questo primo capoverso è pubblicato come parte conclusiva del paragrafo precedente a quello di nostro interesse (HALL 1971, 30).

²⁰ Giorgi (1592, 16^r, n. 1) scrive un'annotazione sulla parola διαβήτης sostenendo che 'conduttura' è il suo significato principale: secondo lui, sono stati altri autori, quali Galeno (da cui deriva l'attuale nome diabete per la malattia che i Latini chiamavano *urinae profluvium*) e Columella, a dare alla parola altri significati.

²¹ A proposito di σίφων Giorgi scrive che «è voce greca, ma ricevuta et usata da latini ancora, ha varij significati, a particolarmente vuol dire quel canale, che si adopra nelle fonti artificiali per fare montare e scendere l'acque, et in questo senso l'usa il nostro Autore» (1592, 14^v, n. 1). L'espressione πικτόν διαβήτην ἢ καμπύλον σίφωνα è interessante. Potrebbe sembrare che i due termini siano quasi sinonimi; in realtà i due strumenti sono distinti, benché spesso si trovino assimilati l'uno all'altro. Cfr. ARGOUD, GUILLAUMIN 1997, 48, n. 13.

²² In merito alla traduzione di ἄξων (*axis* in latino), Giorgi riporta i vari significati di questa parola: asse terrestre, fustello della ruota, perno – con questo significato Daniele Barbaro e Cosimo Bartoli traducono *axis* rispettivamente in Vitruvio e Alberti – e «bastone polito al tornio» (GIORGI 1592, 26^r, n. 1).

²³ «Tympano è voce latina, né può essere con altra voce volgarmente espresso, ha varij significati appresso gli auttori; è nome d'un'istrumento [*sic*] da sonare. Il Budeo [*sic*]. Guillaume Budé, 1468-

ben fissata la civetta. Arrotolate intorno al condotto OΠ [OP], l'una in direzione opposta all'altra, due catene, TY [TY] e ΦX [VG], siano legate, grazie a due pulegge, la prima, TY [TY], a un peso Ψ [Z] pendente dalla puleggia Y [Y], la seconda, ΦX [VG], a un recipiente concavo Ω [Ω] posto sotto al sifone o alla condotta chiusa ermeticamente ZH [FG]. Ne deriverà dunque che, mentre il contenitore ΒΓΔΕ [BCDE] si svuota, l'acqua fluisce nel recipiente Ω [Ω] e il tubo OΠ [OP] e la civetta si voltano, così da guardare verso gli uccellini; invece, dopo che si sarà svuotato il contenitore ΒΓΔΕ [BCDE], si svuoterà anche il recipiente Ω [Ω] mediante la condotta ermeticamente chiusa o il sifone ricurvo, cosicché il peso Ψ [Z], [nuovamente] più pesante, faccia girare di nuovo la civetta in quel preciso momento in cui il contenitore ΒΓΔΕ [BCDE] si riempie e di nuovo gli uccelli cantano²⁴.

Anche i suoni delle trombe si producono in modo simile a quello già esposto: infatti quando il gambo dell'imbuto, distante di poco dal fondo e saldato al coperchio del recipiente, viene inserito in un recipiente chiuso impermeabilmente, e dunque la tromba ha l'imboccatura²⁵ e l'ancia²⁶ unite al recipiente nella sua parte alta, ne deriverà che, dopo che l'acqua è stata versata mediante l'imbuto, l'aria da lì scacciata tramite l'imboccatura produrrà il suono²⁷.

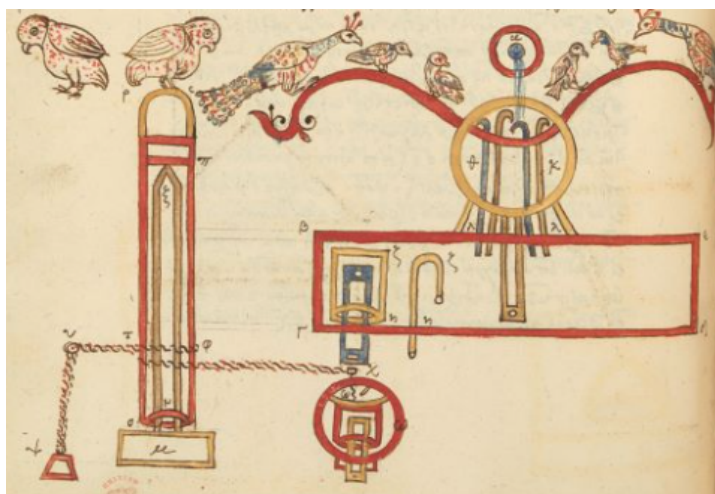


Figura 1: Burney 108, f. 42v, particolare.

1540], lo pone per una rota d'un argano. Vitruvio per una rota d'una machina da elevare l'acqua da luoghi bassi, Plinio per un vaso, e communemente vuol dire una cosa vuota dentro, e coperta di sopra, come questa, che pone Herone» (GIORGI 1592, 26^v, n. 2).

²⁴ Le edizioni di Commandino (1575, 25^r), Aleotti (1589, 25), Giorgi (1592, 27^r) e Woodcroft (HALL 1971, 32) facevano terminare qui il paragrafo sulla fontana con la civetta (il quindicesimo nella loro numerazione) e numeravano come sedicesimo il capoverso successivo.

²⁵ Anche in questo caso il commento di Giorgi aiuta a fare luce su questo calco dal greco: «Codona [...] da Herone è posto per la parte più larga della tromba chiamata volgarmente il padiglione». Dalla stessa annotazione si apprende che Erone avrebbe redatto degli scolii a Sofocle (GIORGI 1592, 27^v, n. 1).

²⁶ Gli umanisti mantengono la traduzione *lingula* basata sul calco di γλωσσίδα, Giorgi (1592, 27^v, n. 2) traduce anche come boccaletto.

²⁷ Hero *Pn.* 1, 16, traduzione di chi scrive. I termini inseriti all'interno di parentesi quadre in questa traduzione e in quelle successive sono aggiunte volte a facilitare la comprensione del testo.

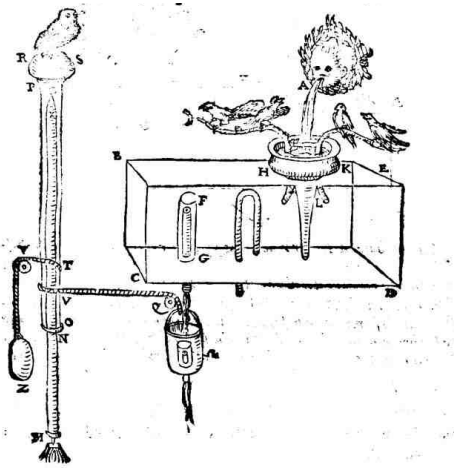


Figura 2: Riproduzione dell'apparato 1, 16 nell'edizione di Giorgi. La raffigurazione che Giorgi inserisce nel suo manoscritto è identica a quella presente nell'edizione di Commandino: si è scelto di inserire la prima a causa della nitidezza dell'immagine. GIORGI 1592, 25v.

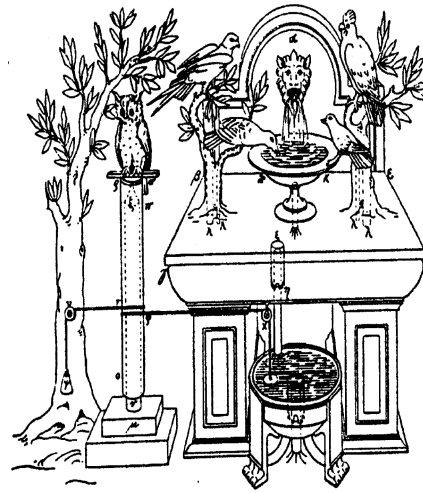


Figura 3: Riproduzione dell'apparato 1, 16 nell'edizione di Argoud e Guillaumin. La raffigurazione inserita dai curatori è ripresa da quella presente nell'edizione di Schmidt: si è scelto di riprendere l'immagine dall'edizione francese, anche questa volta per motivi di nitidezza. ARGOUT, GUILLAUMIN 1997, 77.

Dunque la fontana di Erone in questione aveva necessità di continua acqua corrente per funzionare. Essa cadeva in una bacinella e, tramite un condotto, scorreva all'interno del basamento sopra il quale erano appollaiati gli uccelli, collegati a quest'ultimo tramite canne poste al loro interno. Il riempimento del basamento con l'acqua causava l'espulsione dell'aria dalle canne – che in base alla loro fattura, come afferma anche Erone nel prologo del paragrafo, potevano generare vari tipi di versi di uccelli – e l'attivarsi di un sifone, posizionato anche questo all'interno del basamento, grazie al quale l'acqua defluiva poi dal contenitore. Una volta defluita, l'acqua ricadeva in un altro recipiente posto sotto il basamento, in cui era posto un contrappeso che si alzava con il livello dell'acqua man mano che questa vi veniva versata, il quale era collegato tramite una catena a un asse rotante sul quale era posta la civetta. L'asse era collegato tramite una seconda catena a un altro contrappeso che bilanciava i movimenti del primo: quando il livello dell'acqua nel recipiente aumentava e faceva abbassare il primo contrappeso, quest'ultimo faceva girare l'asse – e con questo la civetta – verso gli uccelli, che in quel momento smettevano di cantare, perché il basamento non era più abbastanza pieno d'acqua per mandare aria alle loro canne; quando poi l'acqua dal recipiente defluiva nello scarico, il secondo contrappeso faceva ruotare nel senso opposto asse e civetta e al contempo l'acqua riempiva di nuovo il basamento, cosicché, quando la civetta dava nuovamente le spalle agli uccelli, questi tornavano a cantare²⁸. La scena era pensata per la ripetizione continua grazie all'uso di acqua corrente che doveva garantire l'alternarsi ininterrotto dei due momenti.

²⁸ Per una ricostruzione del funzionamento della fontana cfr. NICOLLE 2020, 113-116.

La parola οὖν in sede di apertura di paragrafo stabilisce un forte nesso con quanto precede. In quella sede, Erone aveva descritto un'altra fontana che realizzava l'effetto di far cantare un uccello, una capinera per la precisione, stimolando così non solo la vista, ma anche l'udito dell'osservatore, come già sottolineava Vitruvio²⁹. In questi apparati eroniani non stupisce la raffigurazione di volatili: Erone, infatti, riprende una peculiarità che sappiamo propria già di alcuni congegni contenuti nella perduta opera di Ctesibio, miranti a restituire l'effetto di *merularum voces*³⁰. Un altro forte punto di contatto dell'apparato descritto al paragrafo 1, 15 con la fontana da noi illustrata è costituito dalla digressione successiva in merito alle possibilità di produrre suoni differenti³¹ usando canne di dimensioni diverse e tenendo le stesse più o meno lontane dal recipiente, inizialmente colmo d'acqua.

La lunga introduzione che Erone inserisce alla testa del paragrafo I 16 (caratteristica non troppo frequente all'interno degli *Pneumatica*) rappresenterebbe, secondo l'ipotesi di Drachmann, un elemento della mai completata redazione finale del testo, poiché lo studioso rileva anche in questa occasione la stessa tipologia di apertura presente nei primi undici paragrafi³². Rispetto all'apparato precedente, l'innovazione non sta tanto nell'aumento del numero degli uccelli presenti, quanto nell'installazione di una civetta. Essa, come si legge chiaramente nel testo eroniano, è separata dagli altri uccelli e attiva il divertente effetto ludico grazie al quale, quando essa si gira, subito gli uccelli smettono di cantare.

Una trovata simile era già stata sperimentata da Filone di Bisanzio, che nei suoi *Pneumatica*, al paragrafo 59, descrive il funzionamento di un apparato raffigurante Pan di fronte a un dragone intento a bere: quest'ultimo cessa la sua attività quando la statua del dio si gira verso di lui³³. Erone riprende l'idea di giocare sulla relazione tra le due principali componenti visive dell'apparecchio, le due statue, e il mutamento conseguente alla modifica della posizione di una delle due, con la progettata alterazione della conformazione esteriore dell'apparato. Sia in Filone che in Erone vi è un soggetto (il drago nel primo, gli uccelli nel secondo) che, se messo faccia a faccia con l'altra statuina che potremmo definire guardiana (Pan o Hermes in Filone, la civetta in Erone), cessa di fare ciò che stava compiendo fino a quel momento, bere in un caso, cantare nell'altro. Un importante aggiornamento tecnologico apportato da Erone

²⁹ Vitr. 10, 7, 4: *Delectationibus oculorum et aurium usu sensus eblandiantur.*

³⁰ Vitr. 10, 7, 4. Nella traduzione per l'edizione del *De architectura* di Vitruvio curata da Pierre Gros, Elisa Romano traduce *merula* con «merlo» (GROS 1997, 1327), come riporta anche il *TbLL* (VIII, 845-846). In Erone, invece, verrà fatto riferimento esplicito alle capinere (Hero *Pn.* 1, 15).

³¹ Ricreare suoni molto simili a quelli naturali aveva una duplice importanza: il lettore riusciva ad avere un'idea chiara di come l'effetto del dispositivo risultasse una volta costruito, lo spettatore sarebbe rimasto ancor più meravigliato dalla perfetta imitazione della natura realizzata tramite la tecnica. Cfr. ROBY 2016, 116-118.

³² DRACHMANN 1948, 82-84. Nell'ancora oggi fondamentale studio del 1948, Drachmann dedica alcune pagine alle aperture dei paragrafi degli *Pneumatica* e ne individua cinque diverse tipologie. L'apertura di tipo A è quella presente nei primi undici paragrafi, che sembrano anche costituire l'unica sezione rielaborata in vista della pubblicazione. Dunque, secondo la ricostruzione di Drachmann, questo paragrafo era stato pensato e redatto per essere collocato subito dopo 1, 15.

³³ CARRA DE VAUX 1902, 173-175.

rispetto al progetto del suo predecessore è il modo in cui avviene il cambio di posizione: in Filone esso è regolato dalla volontà di chi assiste al dispositivo in funzione, che decide a suo piacimento quando far bere il dragone, girando la statuetta di Pan e attivando così il gioco del sifone nascosto nel basamento della costruzione; in Erone, questo intervento esterno viene eliminato modificando la parte interna della struttura, dove, in base al livello dell'acqua che vi scorre, si aziona un innovativo sistema di carrucole e pesi, i quali si muovono automaticamente secondo il suddetto livello raggiunto via via dal recipiente posto sotto al contenitore, facendo così girare la civetta e cantare gli uccelli in modo ripetuto. Questa miglioria risulta perfettamente coerente con lo spirito con cui l'alessandrino entra in relazione con i suoi predecessori, spirito che è ben evidenziato dalla citazione estrapolata dagli *Automata* e ripresa più volte dagli studiosi di Erone per mettere in risalto il suo carattere volto al miglioramento e all'innovazione: δεῖ δὲ καὶ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις, ὅπως καινότερον τὸ κατασκεύασμα φαίνεται³⁴.

Dal paragrafo successivo di Filone di Bisanzio emergono altri spunti che si ritrovano nella costruzione eroniana. Filone presenta un dispositivo con una civetta³⁵ collocato in un'ambiente volto a ricreare una caverna o un luogo dotato di acqua corrente, indicazione che Erone riprende alla lettera per il suo apparato (ἦτοι ἐν κρήνῃ ἢ ἐν ἄντρῳ ἢ καθόλου ὅπου ἐπίρρυτον ὕδωρ ἐστίν). Questo riferimento è importante perché offre un'indicazione decisiva per localizzare l'effettiva sede di queste macchine: Filone, come nota Bur, specificava spesso che si poteva trovare acqua corrente nei templi³⁶; al tempo di Erone la situazione è diversa (si pensi all'espansione di Roma tra il III secolo a.C. e il I d.C.) e Schürmann sostiene che dispositivi come quello presentato in questo paragrafo «aufgrund ihrer Dimensionen für die Verwendung in Privathäusern entworfen worden»³⁷, poiché essi «auf eine veränderte architektonische Anlage und Nutzung der Räume eines Hauses hin entworfen wurden, deren Einführung in die ersten beiden vorchristlichen Jahrhunderte fällt»³⁸. L'aristocrazia romana replica questi prodotti di lusso trasladoli dai templi, loro collocazioni originali, alle proprie residenze di campagna, dove era possibile edificare in prossimità di un corso d'acqua, cosa impraticabile per le case greche del tempo di Filone. Gli apparati di Erone dunque

mirror the changes in private buildings initiated by the Roman nobility – in particular, the integration of the peristyle into the Roman *atrium* house and the transformation of the peristyle into a planted garden. The hydraulic showpieces needed a running water

³⁴ «E bisogna superare le elaborazioni degli antichi, affinché la [nostra] realizzazione risulti più innovativa» (Hero *Aut.* 2, 12). La citazione viene ripresa più volte da Drachmann (1948, 81, 99, 126) e da Argoud e Guillaumin (1997, 12).

³⁵ La civetta in Filone ha la stessa funzione che ritroviamo poi in Erone. Va ricordato però che il testo filoniano fu rivisto dal traduttore arabo, dunque non abbiamo la totale certezza di come fosse l'originale di Filone. Si veda SCHÜRMANN 2002, 42, n. 37.

³⁶ BUR 2022, 94-95.

³⁷ SCHÜRMANN 1992, 101.

³⁸ SCHÜRMANN 1992, 101.

supply as was common in Roman gardens of the early Empire, after the building of many aqueducts under the reign of Augustus³⁹.

Tra questi acquedotti, si segnala quello monumentale del Serino (*Aqua Augusta Campaniae*), da cui si diramava un condotto che portava l'acqua a Pompei; Astrid Schürmann si è dedicata allo studio delle case pompeiane e all'individuazione degli ambienti nei quali potevano collocarsi i dispositivi di Erone⁴⁰. La prova più evidente della presenza delle conoscenze pneumatiche nella vita quotidiana antica proviene dalla casa di Paquio Proculo (noto anche come Terenzio Neo), dove è stata rinvenuta la parte terminale di una pompa pneumatica realizzata secondo il modello di Ctesibio⁴¹.

Questo apparato, oltre a precisare quali fossero i rapporti di Erone con i testi di Ctesibio e Filone, ha anche il pregio di alimentare evidenti riprese nei secoli successivi, consentendo così di cogliere una linea di trasmissione dei dispositivi pneumatici nel tempo. La prima tappa coincide con il testo del cosiddetto pseudo-Erone, il quale ripropone il congegno eroniano invertendo scientemente il rapporto tra civetta e uccelli: mentre in Erone gli uccelli cantano quando la civetta dà loro le spalle, nello pseudo-Erone essi cantano mentre quella è girata verso di loro⁴². Circa quattro secoli dopo, il *De cerimoniis* di Costantino VII Porfirogenito⁴³ e l'*Antapodosis* di Liutprando da Cremona⁴⁴ descrivono – con due narrazioni a tratti sovrapponibili – la cerimonia di accoglienza degli ambasciatori nella Sala della Magnaura⁴⁵, caratterizzata dallo strabiliante spettacolo degli automi attribuiti a Leone il Matematico⁴⁶: organi, leoni, uccelli e un trono che si alza da solo si attivano in momenti precisi del cerimoniale e fanno da contorno al ricevimento imperiale delle ambascerie⁴⁷.

³⁹ SCHÜRMAN 2002, 53.

⁴⁰ SCHÜRMAN 2002. Per altri studi sulle case di Pompei e la loro relazione con gli apparati pneumatici cfr. anche MARCHIS, SCALVA 2002, 28-32 e DI PASQUALE 2004, 261.

⁴¹ CIARALLO, DE CAROLIS 1999, 320.

⁴² DRACHMANN 1948, 165-166.

⁴³ Const. Porph. *De cer.* 2, B 568-B 569.

⁴⁴ Liut. *Ant.* 6, 5, 6-27.

⁴⁵ Sulla Sala della Magnaura cfr. DAGRON, FLUSIN 2020b, 683-688 e MANGO 1991, 1267-68.

⁴⁶ Sugli automi della sala e sul loro presunto autore cfr. CUTLER, KAZHDAN 1991, 235 e KAZHDAN 1991, 1217.

⁴⁷ La ripetitività con la quale gli automi della Magnaura scandiscono i momenti e i tempi del ricevimento degli ambasciatori da parte dell'imperatore bizantino permette di aprire una breve riflessione sul rapporto tra pneumatica e calcolo del tempo. Nella sala del palazzo bizantino gli automi si attivano in seguito alle azioni compiute dall'ambasciatore o dal logoteta; queste azioni sono codificate, dunque era facile attivare il meccanismo degli automi al momento giusto, come se davvero gli animali di bronzo, al pari di esseri viventi, reagissero di loro spontanea volontà alle azioni della rappresentanza diplomatica di turno. Questo rapporto di consequenzialità tra l'agire degli uomini e l'azione degli automi non si riscontra nell'archetipo antico: nell'apparato di Erone gli uomini sono semplici spettatori di un meccanismo autosufficiente, basato sulla forza idrica, che realizza un cambiamento sulla scena in base al riempirsi di un recipiente. Questa azione richiedeva una precisa quantità di tempo – risultato della compresenza di vari dati fisici in gioco quali la forza dell'acqua, la capienza del recipiente, il peso del contrappeso, la lunghezza della fune ecc. – e non è difficile ipotizzare che Erone (che sulla precisa misurazione del tempo tramite uno strumento scientifico aveva lavorato nel trattato sugli orologi ad acqua, del quale purtroppo ci restano soltanto due frammenti) l'avesse minuziosamente calcolata.

Le descrizioni riguardanti gli uccelli automatici sono quelle che ci interessano in questa sede: i due autori ci informano che sono state raffigurate varie specie di uccelli in bronzo laminato d'oro⁴⁸ (*aereae diversi generis deaurataeque aves*) e ognuna di esse emette proprio il suo suono (τὰ ὄρνεα τὴν ἰδίαν ἕκαστον ἀποπληροῦσι φωνήν/*secundum species suas diversarum avium voces emittebant*), in modo totalmente armonico con le altre (ἐναρμονίως). Queste accortezze, volte a ottenere un maggiore realismo, e la meraviglia ancor più grande che da esse veniva suscitata nello spettatore erano elementi tutt'altro che nuovi, ma frutto della ricerca scientifica di età antica.

Un apparato simile è attestato anche nel palazzo del califfo al-Muqtadir di Baghdad, del quale lo scrittore arabo Khātib (X secolo) dice che era ornato con un albero d'argento sui cui rami stavano uccellini cinguettanti realizzati in argento o dorati⁴⁹. È possibile sostenere che l'opera di riferimento per questi automi sia il paragrafo degli *Pneumatica* perché sappiamo che le opere di Erone ebbero una circolazione importante nel mondo arabo, come testimoniano la traduzione dei *Mechanica* realizzata da Qusṭā ibn-Lūqā⁵⁰ nell'862-866 (unico testimone del testo greco perduto) e la diffusione dell'opera di Erone nella tradizione persiana⁵¹. Steadman riferisce che già al tempo del califfo al-Ma'mūn⁵² (813-833) il palazzo di Baghdad si fregiava di finti alberi, sui rami dei quali stavano uccelli d'oro e d'argento che cinguettavano e sbattevano le ali⁵³. Nonostante questi apparati avessero una tradizione tale da figurare in ben due dei palazzi del potere più importanti del Medioevo bizantino e arabo, non ne rimane traccia nei principali trattati arabi sull'argomento. Del resto, dal momento che le opere degli autori ellenistici furono tradotte direttamente in arabo, si potrebbe ipotizzare che gli alberi dotati di uccelli cinguettanti nel palazzo califfale di Baghdad siano stati realizzati consultando direttamente il testo di Erone nella sua traduzione araba.

⁴⁸ A questi uccelli dorati sembra far riferimento, secoli dopo, William Butler Yeats nella sua poesia *Byzantium* del 1930. Cfr. RONCHEY, BRACCINI 2010, 302.

⁴⁹ HILL 1984, 205. Hill presuppone che i macchinari dei costruttori di automi avessero tra i loro principali settori di utilizzo quello di adornare i palazzi reali (cfr. DAGRON, FLUSIN 2020, 688). Lo studioso menziona direttamente la *Domus aurea* di Nerone: non ci sono evidenze certe in merito alla presenza di meraviglie pneumatiche simili a questa descritta da Erone, ma sicuramente questo edificio sarebbe stato uno dei più adatti ad ospitarle (cfr. Svet. *Nero* 31, 1-3).

⁵⁰ Figura di spicco del movimento di traduzione dei testi tecnici dal greco all'arabo e traduttore e autore egli stesso di opere di matematica e di astronomia, cfr. NADARAJAN 2007, 169. Cfr. l'importante lavoro FERRIELLO *et alii* 2016, 49-159, nel quale gli autori studiano la ricezione dei *Mechanica* di Erone nel mondo arabo.

⁵¹ Questo dato è un'acquisizione dovuta agli studi di Giuseppina Ferriello, tra cui FERRIELLO 2005, 327-45. Per un dettagliato studio delle fonti persiane, si vedano FERRIELLO 2015, 69-87, e FERRIELLO *et alii* 2016, 161-252.

⁵² Il califfo al-Ma'mūn fu una figura rilevante nei rapporti tra mondo bizantino e mondo arabo: fu sotto di lui che lo studio e la traduzione delle opere greche ebbero un notevole impulso (cfr. HOLLINGSWORTH 1991, 1280; LEMERLE 1971, 26; GUTAS 2002, 89-122) e fu sempre lui che tentò di trasferire alla sua corte Leone il Matematico da Costantinopoli (cfr. KAZHDAN 1991, 1217; LEMERLE 1971, 26).

⁵³ STEADMAN 2021, 161. Alberi finti furono realizzati già dai re persiani, dei quali Ateneo dice che fecero realizzare platani in oro (12, 539d) Secondo BRETT 1954, 482-483 e, in maniera più decisa, GRABAR 1968, I, 286, sarebbero stati i Bizantini a importare gli automi dal palazzo di Baghdad a Costantinopoli e non il contrario, come si ritiene generalmente.

Analizzando i trattati di pneumatica realizzati da scienziati arabi, si possono riscontrare alcuni apparati che presentano punti di contatto con quello di Erone. Nel *Kitāb al-Ḥiyāl (Il libro dei congegni meravigliosi)* dei Banū Mūsà⁵⁴, il modello 5 si presenta nel suo aspetto esteriore come un gioco basato sui rapporti di forza vigenti tra un leone (il guardiano, in questo caso) e due animali selvatici non meglio specificati, i quali sembrano bere solo quando anche il felide fa lo stesso; l'effetto è attivato da un galleggiante posto nella ciotola davanti alla statua del leone e il meccanismo non si attiva fino a che in essa non si versa l'acqua: se l'acqua viene prima versata nelle ciotole dei due animali, l'impressione dello spettatore è che essi stiano aspettando il permesso del leone per bere a loro volta. Successivamente, nell'opera di al-Jazari⁵⁵ si legge di due strutture usate per misurare la quantità di sangue di un paziente sottoposto a salassi, entrambe simili per costruzione: la statua di uno scriba posto in cima alla struttura tiene il conto delle *dirham* (unità araba di peso e di valuta, il cui nome, non casualmente, deriva proprio dal greco δραχμή) di sangue versate, tramite un meccanismo interno alla struttura, formato da due pulegge, le quali mettono in correlazione il recipiente dove il sangue va a depositarsi e lo scriba, che così può rendere conto dell'aumentare del peso del sangue, indicando prima una tacca e poi la successiva.

Successivamente, con la mediazione della cultura araba in Sicilia e in Spagna e grazie agli interessi degli ingegneri umanisti, l'interesse per la pneumatica conobbe una significativa diffusione in Occidente. L'interesse per Erone si evince già dalle molteplici copie del manoscritto che circolano in Italia⁵⁶. La prima traduzione integrale⁵⁷ degli *Pneumatica* viene realizzata in latino da Federico Commandino e appare postuma nel 1575 ad opera di Valerio Spaccioli, genero di Commandino e membro della Scuola di Urbino⁵⁸ formatasi attorno a lui, composta anche da Guidobaldo del Monte, Bernardino Baldi e Alessandro Giorgi, tra gli altri⁵⁹. La scelta delle parole è molto conservativa, cosa che rende il testo fedele ma, in alcuni passaggi, poco chiaro⁶⁰; un grande pregio è invece l'utilizzo di un corredo di ricostruzioni degli apparati non bidimensionale come nella tradizione manoscritta (si veda il particolare di codice riportato sopra), ma

⁵⁴ I Banū Mūsà furono tre fratelli, figli di un astronomo, attivi durante il califfato di al-Ma'mūn, che furono incaricati di reperire copie dei trattati tecnici greci a Costantinopoli e portarle a Baghdad, cfr. HILL 1984, 202. Essi furono anche autori e la loro opera riprende molte soluzioni contenute negli *Pneumatica* di Erone. Sui Banū Mūsà cfr. anche HILL 1979, 3-24; 1993, 496-497; DE MIRANDA 2018, 32-36.

⁵⁵ L'autore scrive il suo *Kitāb fi ma rifat al-ḥiyāl al-bandasiyya (Il libro della conoscenza degli ingegnosi dispositivi meccanici)* nel 1206 e si pone direttamente nella scia dei Banū Mūsà, concentrandosi però più sulla realizzazione di automi e di orologi ad acqua. Cfr. HILL 1974, 3-12; DE MIRANDA 2018, 37-42.

⁵⁶ Per la situazione dei codici degli *Pneumatica* di Erone nell'Italia rinascimentale cfr. TRABUCCO 2010, 4-22.

⁵⁷ Nel 1501 Giorgio Valla, all'interno del *De expetendis et fugiendis rebus*, ne aveva pubblicato una versione ridotta, cfr. TUCCI 2014, 254-284.

⁵⁸ Per uno studio approfondito della conoscenza di Erone nell'ambiente urbinato cfr. TRABUCCO 2010, 23-105. Oltre alla già menzionata scuola con sede nella città marchigiana, in Italia la ricezione dell'opera di Erone riguarda anche personaggi come Giambattista della Porta. Cfr. TRABUCCO 2009, 172-191 e anche GATTO 2015, 151-172.

⁵⁹ CIOCCI 2023, 217-218.

⁶⁰ CIOCCI 2023, 219.

tridimensionale⁶¹. La traduzione latina di Commandino sarà poi la base per la traduzione degli *Pneumatica* in volgare realizzata dal suo discepolo Alessandro Giorgi (1592).

Bernardino Baldi, nel *Discorso di chi traduce sopra le macchine se moventi*, prefazione alla sua traduzione degli *Automata* di Erone, accennando a prodotti del suo tempo capaci di reggere il confronto con quelli antichi afferma che «di figurette che da se stesse si muovano, o di uccelli che cantino, o di fontanette che gettino in alto se ne veggono di stupende»⁶². Così è possibile rilevare anche in Occidente fontane dichiaratamente costruite sulla base dell'antico precedente eroniano; per la realizzazione dei giardini della meravigliosa Villa d'Este a Tivoli, nella seconda metà del Cinquecento, la nobile famiglia ferrarese ingaggiò l'architetto Pirro Ligorio, il quale si interessava di ingegneria idraulica e ben conosceva gli *Pneumatica* di Erone: la sua Fontana del Gufo (con il meccanismo costruito dall'ingegnere Luc Leclerc e dal suo successore Claude Venard⁶³) è una ripresa esatta del meccanismo presentato nel paragrafo 1, 16; persino il materiale è ancora il bronzo⁶⁴.

La corte ferrarese è il teatro anche di un'altra ripresa del prototipo dell'autore alessandrino, questa volta ad opera di Giovan Battista Aleotti – autore, tra l'altro, di un'edizione degli *Pneumatica* nel 1589 – il quale nel 1590, pochi anni più tardi rispetto alla fontana di Ligorio, sostituisce la civetta di Erone con l'aquila, simbolo della famiglia committente⁶⁵. L'amenità e il piacere dato dalla rappresentazione di animali in una grotta sono stati una grande fonte di ispirazione per gli ingegneri, ma anche per gli artisti: circa negli stessi anni in cui i congegni idraulici venivano realizzati su commissione della famiglia estense, a Firenze un giovane Giambologna⁶⁶ realizzava per la Villa Medicea di Castello statue zoomorfe che vennero collocate nell'ambiente definito Grotta degli animali (alcune di esse oggi sono state spostate al Museo del Bargello di Firenze).

In conclusione, possiamo constatare come questo genere di apparati abbia avuto un proprio e importante *Fortleben*, venendo recepito da varie culture e in aree geografiche diverse. Gli interessi scientifici volti alla realizzazione di congegni meravigliosi per stupire lo spettatore sono dunque un aspetto che accomuna non solo le ville dei nobili del Cinquecento italiano e i palazzi di

⁶¹ CIOCCI 2023, 219-220.

⁶² BALDI 1589, 8r.

⁶³ KAISER, VALLERIANI 2016, 79.

⁶⁴ STEADMAN 2021, 136.

⁶⁵ STEADMAN 2021, 164-166. Riallacciandosi alla figura dell'aquila, possiamo menzionare cursoriamente anche un automa annotato da Villard de Honnecourt (XIII secolo) nel suo taccuino. Cfr. LASSUS 1858, 170, 173-174. Qui è disegnata un'aquila che gira la testa verso il diacono che si appresta a leggere il Vangelo. All'interno del corpo del rapace (simbolo dell'evangelista Giovanni) erano posizionate due carrucole che venivano fatte girare tirando una corda: questo movimento azionava il collo dell'aquila che si girava verso l'ambone; una volta lasciata la corda, il volatile ritornava alla posizione originale grazie al controllo di un contrappeso nascosto nella pancia. Tutto questo in de Honnecourt era azionato da una persona che tirava la corda dietro la coda dell'animale, a differenza della fontana di Erone, dove il movimento dipendeva dalla forza idrica. Cfr. GILLE 1972, 29-30.

⁶⁶ Giambologna incrocia gli studi rinascimentali sulla pneumatica anche nel contesto della Villa Medicea di Pratolino, cfr. VALLERIANI 2011, 121-141.

Baghdad e Costantinopoli, ma anche le case dei Romani e ancor prima dei Greci. Lo studio della tradizione di questo trattato di carattere tecnico-applicativo va realizzato tenendo conto del fatto che la pneumatica come scienza non si esaurisce in un trattato scritto, ma è volta all'ideazione e alla realizzazione di dispositivi funzionanti. Dunque, oltre all'analisi della tradizione manoscritta propriamente detta, lo studio deve essere condotto tenendo conto delle notizie di apparati realizzati nelle varie epoche, cercando di capire se sia possibile ricostruire una linea di trasmissione. Analizzare le competenze tecnico-scientifiche di una civiltà come quella greco-romana e rintracciarne lo sviluppo nei secoli può dunque offrire nuovi strumenti e chiavi di lettura agli studiosi dell'antichità e della sua fortuna.

Bibliografia

ALEOTTI 1589 = G. B. ALEOTTI D'ARGENTA (ed.), *Gli artificiosi et curiosi moti spiritali di Herrone tradotti da Messer Giovan Battista Aleotti D'Argenta*, Ferrara, Vittorio Baldini, 1589.

ARGOUD, GUILLAUMIN 1997 = G. ARGOUD, J.-Y. GUILLAUMIN (edd.), *Les Pneumatiques d'Héron d'Alexandrie. Traduction et notes*, Saint-Étienne, Publications de l'Université de Saint-Étienne, 1997.

BALDI 1589 = B. BALDI (ed.), *Di Herone Alessandrino de gli Automati, overo machine se moventi, Libri due, Tradotti dal Greco da Bernardino Baldi Abbate di Guastalla*, Venezia, Girolamo Porro, 1589.

BOSAK-SCHROEDER 2016 = C. R. M. BOSAK-SCHROEDER, *The Religious Life of Greek Automata*, «Archiv für Religionsgeschichte» 17, 2016, 123-136.

BRETT 1954 = G. BRETT, *The Automata in the Byzantine "Throne of Solomon"*, «Speculum» 29, 1954, 477-487.

BRUMBAUGH 1966 = R. S. BRUMBAUGH, *Ancient Greek Gadgets and Machines*, New York, Crowell, 1966.

BUR 2016 = T. BUR, *Mechanical Miracles. Automata in Ancient Greek Religion*, Master Thesis, University of Sydney, 2016.

BUR 2022 = T. BUR, *Airing the Ludic on the Playful Embodied Qualities of Ancient Pneumatics*, in V. DASEN, M. VESPA (edd.), *Toys as Cultural Artefacts in Ancient Greece, Etruria, and Rome*, Drémil-Lafage, Mergoïl, 2022, 87-98.

CAMBIANO 1994 = G. CAMBIANO, *Automaton*, «Studi storici» 3, 1994, 613-633.

CAMBIANO 2006 = G. CAMBIANO, *Figure, macchine, sogni. Saggi sulla scienza antica*, Roma, Edizioni di Storia e Letteratura, 2006.

CARRA DE VAUX 1902 = B. CARRA DE VAUX (ed.), *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance. Édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople et traduit en français*, Paris, Klincksieck, 1902.

CAYE, NANNI, NAPOLITANI 2015 = P. CAYE, R. NANNI, P. D. NAPOLITANI (edd.), *Scienze e rappresentazioni. Saggi in onore di Pierre Souffrin. Atti del Convegno internazionale, Vinci, Biblioteca Leonardiana, 26-29 settembre 2012*, Firenze, Olschki, 2015.

CHIESA 2015 = P. CHIESA (ed.), *Lintprando*. Antapodosis, Milano, Mondadori, 2015.

CIARALLO, DE CAROLIS 1999 = A. CIARALLO, E. DE CAROLIS (edd.), *Homo faber. Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei. Catalogo della mostra tenuta a Napoli, Museo Archeologico Nazionale, 27 marzo-18 luglio 1999*, Electa, Milano, 1999.

CIOCCI 2023 = A. CIOCCI, *Federico Commandino: umanesimo matematico e rivoluzione scientifica*, Urbino, Urbino University Press, 2023.

COMMANDINO 1575 = F. COMMANDINO (ed.), *Heronis Alexandrini Spirituum Liber. A Federico Commandino Urbinate ex Graeco, nuper in Latinum conversus*, Urbinum, Federico Commandino, 1575.

CUTLER, KAZHDAN 1991 = A. CUTLER, A. P. KAZHDAN, s.v. *Automata*, «The Oxford Dictionary of Byzantium», I, New York-Oxford, 1991, 235.

DAGRON, FLUSIN 2020a = G. DAGRON, B. FLUSIN (edd.), *Constantin VII Porphyrogénète. Le Livre des Cérémonies. Tome III. Livre II*, Paris, ACHCByz, 2020.

DAGRON, FLUSIN 2020b = G. DAGRON, B. FLUSIN (edd.), *Constantin VII Porphyrogénète. Le Livre des Cérémonies. Tome IV.2. Commentaire du Livre II*, Paris, ACHCByz, 2020.

DE MIRANDA 2018 = A. DE MIRANDA, *Fontane a sorpresa nelle fonti antiche*, Roma, «L'Erma» di Bretschneider, 2018.

DI PASQUALE 2004 = G. DI PASQUALE, *Tecnologia e meccanica. Trasmissione dei saperi tecnici dall'età ellenistica al mondo romano*, Firenze, Olschki, 2004.

DI PASQUALE 2019 = G. DI PASQUALE, *Le macchine nel mondo antico. Dalle civiltà mesopotamiche a Roma imperiale*, Roma, Carocci, 2019.

DRACHMANN 1948 = A. G. DRACHMANN, *Ktesibios, Philon and Heron. A Study in Ancient Pneumatics*, København, Munksgaard, 1948.

DRACHMANN 1963 = A. G. DRACHMANN, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity. A Study of Literary Sources*, København, Munksgaard, 1963.

FERRARI 1985a = G. A. FERRARI, *Macchina e artificio*, in M. VEGETTI (ed.), *Il sapere degli antichi*, Torino, Boringhieri, 1985, 163-179.

FERRARI 1985b = G. A. FERRARI, *Meccanica "allargata"*, in G. GIANNANTONI, M. VEGETTI (edd.), *La scienza ellenistica. Atti delle tre giornate di studio tenutesi a Pavia dal 14 al 16 aprile 1982*, Napoli, Bibliopolis, 1985, 225-296.

FERRIELLO 2005 = G. FERRIELLO, *The Lifter of the Heavy Bodies of Heron of Alexandria in the Iranian World*, «Nuncius» 20, 2005, 327-345.

FERRIELLO 2015 = G. FERRIELLO, *La diffusione della meccanica di Erone in ambito iranico*, in CAYE, NANNI, NAPOLITANI (edd.) 2015, 69-87.

FERRIELLO *et alii* 2016 = G. FERRIELLO, M. GATTO, R. GATTO, *The Baroukos and the Mechanics of Heron*, Firenze, Olschki, 2016.

GATTO 2015 = R. GATTO, *La Meccanica di Erone nel Rinascimento*, in CAYE, NANNI, NAPOLITANI (edd.) 2015, 151-172.

GEROLEMOU 2023 = M. GEROLEMOU, *Technical Automation in Classical Antiquity*, London, Bloomsbury, 2023.

GIANOTTI 2013 = G. F. GIANOTTI, *La cena di Trimalchione. Dal Satyricon di Petronio*, Acireale-Roma, Bonanno, 2013.

GILLE 1972 = B. GILLE, *Leonardo e gli ingegneri del Rinascimento*, Milano, Feltrinelli, 1972 (ed. or. *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann, 1964).

GIORGI 1592 = F. GIORGI (ed.), *Spirituali di Herone Alessandrino Ridotti in lingua Volgare da Alessandro Giorgi da Urbino*, Urbino, Bartholomeo e Simone Ragusij fratelli, 1592.

GRABAR 1968 = A. GRABAR, *L'art de la fin de l'Antiquité et du Moyen Âge*, 3 vol., Paris, Collège de France, 1968.

GRILLO 2019 = F. GRILLO (ed.), *Hero of Alexandria's Automata: A Critical Edition and Translation, Including a Commentary on Book One*, PhD Thesis, University of Glasgow, 2019.

GROS 1997 = P. GROS (ed.), *Marco Vitruvio Pollione. De architectura*, 2 voll., Torino, Einaudi, 1997.

GUTAS 2002 = D. GUTAS, *Pensiero greco e cultura araba*, Torino, Einaudi, 2002 (ed. or. *Greek Thought, Arabic Culture: The Graeco-Arabic Translation Movement in Baghdad and Early 'Abbāsīd Society (2nd-4th/8th-10th c.)*), London-New York, Routledge, 1998).

HALL 1971 = M. B. HALL, *The Pneumatics of Hero of Alexandria. A Facsimile of the 1851 Woodcroft Edition*, London, MacDonal, 1971.

HILL 1974 = D. R. HILL (ed.), *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitāb fī ma 'rifat al-ḥiyal al-handasiyya) by Ibn al-Raẓẓāẓ al-Jazarī*, Dordrecht, Reidel, 1974.

HILL 1979 = D. R. HILL (ed.), *The Book of Ingenious Devices (Kitāb al-Ḥiyal) by the Banū (sons of) Musā bin Shākīr*, Dordrecht, Reidel, 1979.

HILL 1984 = D. R. HILL, *A History of Engineering in Classical and Medieval Times*, London-New York, Routledge, 1984.

HILL 1993 = D. R. HILL, *Science and Technology in 9th Century Baghdad*, in P. L. BUTZER, D. LOHRMANN (edd.), *Science in Western and Eastern Civilization in Carolingian Times*, Basel-Boston-Berlin, Birkhäuser, 1993, 485-502.

HOLLINGSWORTH 1991 = P. A. HOLLINGSWORTH, *s.v. Ma'mūn*, «The Oxford Dictionary of Byzantium», II, New York-Oxford, 1991, 1280.

IRBY-MASSIE, KEYSER 2002 = G. L. IRBY-MASSIE, P. T. KEYSER, *Greek Science of the Hellenistic Era. A Sourcebook*, London-New York, Routledge, 2002.

KAISER, VALLERIANI 2016 = S. M. KAISER, M. VALLERIANI, *The Organ of the Villa d'Este in Tivoli and the Standards of Pneumatic Engineering in the Renaissance*, in H. FISCHER, V. R. REMMERT, J. WOLSCHKE-BULMAHN (edd.), *Gardens, Knowledge and the Sciences in the Early Modern Period*, Cham, Birkhäuser, 2016, 77-102.

KAZHDAN 1991 = A. P. KAZHDAN, *s.v. Leo the Mathematician*, «The Oxford Dictionary of Byzantium», II, New York-Oxford, 1991, 1217.

LANDELS 1978 = J. G. LANDELS, *Engineering in the Ancient World*, London, Constable, 1978.

LASSUS 1858 = J.-B.-A. LASSUS (ed.), *Album de Villard de Honnecourt*, Paris, Imprimerie Impériale, 1858.

LEFÈVRE 2002 = W. LEFÈVRE, *Drawings in Ancient Treatises on Mechanics*, in RENN, CASTAGNETTI (edd.) 2002, 109-120.

LEMERLE 1971 = P. LEMERLE, *Le premier humanisme byzantin. Notes et remarques sur enseignement et culture à Byzance des origines au X^e siècle*, Paris, Presses Universitaires de France, 1971.

MANGO 1991 = C. MANGO, *s.v. Magnaura*, «The Oxford Dictionary of Byzantium», II, New York-Oxford, 1991, 1267-68.

MARCHIS, SCALVA 2002 = V. MARCHIS, G. SCALVA, *The Engine Lost: Hydraulic Technologies in Pompeii*, in RENN, CASTAGNETTI (edd.) 2002, 25-33.

MASIÀ 2015 = R. MASIÀ, *On Dating Hero of Alexandria*, «Archive for History of Exact Sciences» 69, 2015, 231-255.

NADARAJAN 2007 = G. NADARAJAN, *Islamic Automation: A Reading of al-Jazarī's The Book of Ingenious Devices (1206)*, in O. GRAU (ed.), *Media Art Histories*, Cambridge-London, The MIT Press, 2007, 163-178.

NEUGEBAUER 1938 = O. E. NEUGEBAUER, *Über eine Methode zur Distanzbestimmung Alexandria-Rom bei Heron*, «Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab» 26, 1938, 3-26.

NICOLLE 2020 = J. NICOLLE, *Les automates dans l'antiquité: sources, fonctions et restitution virtuelle*, tesi di dottorato, Caen 2020.

PANAYOTAKIS 1995 = C. PANAYOTAKIS, *Theatrum Arbitri. Theatrical Elements in the Satyrice of Petronius*, Leiden, Brill, 1995.

RENN, CASTAGNETTI 2002 = J. RENN, G. CASTAGNETTI (edd.), *Homo faber: Studies on Nature, Technology, and Science at the Time of Pompeii, Presented at a Conference at the Deutsches Museum Munich, 21-22 March 2000*, Roma, «L'Erma» di Bretschneider, 2002.

ROBY 2016 = C. A. ROBY, *Technical Ekphrasis in Greek and Roman Science and Literature. The Written Machine between Alexandria and Rome*, Cambridge, Cambridge University Press, 2016.

ROMANO 1990 = E. ROMANO, *La capanna e il tempio: Vitruvio o dell'Architettura*, Palermo, Palumbo, 1990.

RONCHEY, BRACCINI 2010 = S. RONCHEY, T. BRACCINI, *Il romanzo di Costantinopoli. Guida letteraria alla Roma d'Oriente*, Torino, Einaudi, 2010.

ROSATI 1999 = G. ROSATI, *Trimalchio on Stage*, in S. J. HARRISON (ed.), *Oxford Readings in the Roman Novel*, Oxford, Oxford University Press, 1999, 85-104 (ed. or. *Trimalchione in scena*, «Maia» 35, 1983, 213-227).

SCHMELING 2011 = G. SCHMELING, *A Commentary on the Satyrice of Petronius*, Oxford, Oxford University Press, 2011.

SCHMIDT 1899 = W. SCHMIDT (ed.), *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia*, vol. I, *Pneumatica et Automata*, Leipzig, Teubner, 1899.

SCHÜRMAN 1992 = A. SCHÜRMAN, *Antike Pneumatik. Eine für das Leben nützliche Wissenschaft?*, in K. DÖRING, G. WÖHRLE (edd.), *Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption*, Bamberg, Colibri, 1992, 86-114.

SCHÜRMAN 2002 = A. SCHÜRMAN, *Pneumatics on Stage in Pompeii: Ancient Automatic Devices and Their Social Context*, in RENN, CASTAGNETTI (edd.) 2002, 35-55.

STEADMAN 2021 = P. STEADMAN, *Renaissance Fun. The Machines behind the Scenes*, London, UCL Press, 2021.

TRABUCCO 2009 = O. TRABUCCO, *Giochi d'acqua ed aria tra magia e meccanica*, «Galilæana» 6, 2009, 167-196.

TRABUCCO 2010 = O. TRABUCCO, «L'opere più stupende dell'arti più ingegnose». *La recezione degli Πνευματικά di Erone Alessandrino nella cultura italiana del Cinquecento*, Firenze, Olschki, 2010.

TUCCI 2014 = R. TUCCI, *Giorgio Valla e la geometria: Euclide ed Erone*, in V. FERA, D. GIONTA, A. ROLLO (edd.), *Archimede e le sue fortune. Atti del Convegno di Siracusa-Messina, 24-26 giugno 2008*, Messina, Centro Internazionale di Studi Umanistici, 2014, 254-284.

VALLERIANI 2011 = M. VALLERIANI, *The Garden of Pratolino: Ancient Technology Breaks through the Barriers of Modern Iconology*, in N. ADAMOWSKY, H. BÖHME, R. FELFE (edd.), *Ludi Naturae. Spiele der Natur in Kunst und Wissenschaft*, München, Wilhelm Fink, 2011, 121-141.

VALLERIANI 2016 = M. VALLERIANI, *Hydrostatics and Pneumatics in Antiquity*, in G. L. IRBY (ed.), *A Companion to Science, Technology, and Medicine in Ancient Greece and Rome*, Chichester, Wiley, 2016, 145-160.

VITRAC 2009 = B. VITRAC, *Mécanique et mathématiques à Alexandrie: le cas de Héron*, «Oriens-Occidens» 7, 2009, 155-199.

