

GIULIA GIANNINI

UN'«ESPERIENZA GENTILE». FUMO NEL VUOTO  
E LEGGEREZZA POSITIVA ALL'ACCADEMIA  
DEL CIMENTO

ESTRATTO

da

GALILAEANA

Studies in Renaissance and Early Modern Science

2016 ~ a. 13



Leo S. Olschki Editore  
Firenze



museo<sup>+</sup>  
galileo

Istituto  
e Museo  
di Storia  
della Scienza

# GALILÆANA

Studies in Renaissance  
and Early Modern Science

Anno XIII - 2016



Leo S. Olschki Editore

GALILÆANA  
STUDIES ON RENAISSANCE  
AND EARLY MODERN SCIENCE

*Advisory Board*

Andrea Battistini, Domenico Bertoloni Meli, Filippo Camerota, Maurice Clavelin,  
Owen Gingerich, Enrico Giusti, John L. Heilbron, Mario Helbing, Michel-Pierre  
Lerner, Pamela O. Long, Isabelle Pantin, Adriano Prosperi, Eileen Reeves, Jürgen  
Renn, Thomas B. Settle, Maurizio Torrini, Albert Van Helden, Nick Wilding

*Editorial Board*

Marta Stefani (Managing Editor), Francesco Barreca, Lisa Chien (Copy Editor),  
Natacha Fabbri, Federica Favino, Susana Gómez, Andrea Gualandi, Luigi Guerrini,  
Pietro Daniel Omodeo, Alessandro Ottaviani, Carla Rita Palmerino, Patrizia Ruffo,  
Giorgio Strano, Federico Tognoni, Oreste Trabucco

*Editors*

Massimo Bucciantini, Michele Camerota, Franco Giudice

---

*Amministrazione / Administration*

Casa Editrice Leo S. Olschki  
Casella postale 66, 50123 Firenze \* Viuzzo del Pozzetto 8, 50126 Firenze  
e-mail: [periodici@olschki.it](mailto:periodici@olschki.it) \* Conto corrente postale 12.707.501  
Tel. (+39) 055.65.30.684 \* fax (+39) 055.65.30.214

2016: Abbonamento annuale / *Annual subscription*

*Istituzioni / Institutions*

La quota per le istituzioni è comprensiva dell'accesso on-line alla rivista.  
Indirizzo IP e richieste di informazioni sulla procedura di attivazione  
dovranno essere inoltrati a [periodici@olschki.it](mailto:periodici@olschki.it)

*Subscription rates for institutions include on-line access to the journal.  
The IP address and requests for information on the activation procedure  
should be sent to [periodici@olschki.it](mailto:periodici@olschki.it)  
Italia: € 99,00 \* Foreign € 114,00  
solo on-line / on-line only: € 90,00*

*Privati / Individuals*

solo cartaceo / *print version only*  
Italia: € 74,00 \* Foreign € 89,00

\* Gli articoli (in italiano, inglese, francese, tedesco e spagnolo) devono essere inviati alla redazione  
di «Galilæana», presso il Museo Galileo, piazza dei Giudici 1, 50122 Firenze.  
Non si restituiscono i manoscritti.

*Articles (in Italian, English, French, German or Spanish) should be sent to: Redazione  
di «Galilæana», Museo Galileo, piazza dei Giudici 1, 50122 Firenze.  
Manuscripts are not returned.*

 museo<sup>+</sup>  
galileo<sup>+</sup> Istituto  
e Museo  
di Storia  
della Scienza

# GALILÆANA

## Studies in Renaissance and Early Modern Science

Anno XIII - 2016



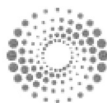
Leo S. Olschki Editore

# GALILÆANA

## Studies in Renaissance and Early Modern Science

As indicated by its new subtitle – *Studies in Renaissance and Early Modern Science* – the objective of *Galilaeana* is to publish studies on the life and work of Galileo, as well as research not directly pertaining to Galileo, but which nevertheless focuses on related figures and themes from the early modern period. *Galilaeana* is sponsored by the Museo Galileo and is published annually under the auspices of the University of Florence, the University of Padua, the University of Pisa, and the Domus Galilaeana.

An index of all past issues of *Galilaeana*, including the tables of contents of the articles published, lists of the accompanying source material and documentation (manuscripts and printed works, iconographic material), and links to digitalized copies of the material in this archive, may be accessed at the website of the Museo Galileo [www.museogalileo.it/galilaeana.html](http://www.museogalileo.it/galilaeana.html)



THOMSON REUTERS

## INDEX

### STUDIES

WILLIAM R. SHEA, <i>Galileo and Milton</i> . . . . .	Pag.	1
MAURICE A. FINOCCHIARO, <i>Galileo's First Confrontation with the Inquisition (1616): Four Orders and Three Issues</i> . . . . .	»	29
FRANCO GIUDICE, <i>Conoscenza e curiosità nella teoria ottica di Thomas Hobbes</i> . . . . .	»	61
GIULIA GIANNINI, <i>Un'«esperienza gentile». Fumo nel vuoto e leggerezza positiva all'Accademia del Cimento</i> . . . . .	»	77
GIOVANNI CAVAGNINI, <i>Dimenticare l'Inquisizione. Pisa, il cardinale Maffi e un monumento mancato a Galileo (1922)</i> . . . . .	»	111

### TEXTS & DOCUMENTS

MICHELE CAMEROTA – PATRIZIA RUFFO, <i>Due lettere di Jørgen From (Frommius) concernenti Galileo</i> . . . . .	»	131
MICHELE CAMEROTA – PATRIZIA RUFFO, <i>L'autografo della lettera di Galileo a Benedetto Guerrini del 9 maggio 1637</i> . . . . .	»	139

### NOTES & GLEANINGS

MARIA CHIARA MILIGHETTI, <i>Un manoscritto di Antonio Nardi: il Codice 1850 del Fondo Boncompagni della Biblioteca Comunale di Treviso</i> . . . . .	»	143
--	---	-----

### ESSAY REVIEWS

MASSIMO BUCCIANINI, <i>Born under the star of Copernicus: a new edition of De revolutionibus</i> . . . . .	»	157
--	---	-----

ANTONELLA BARZAZI, <i>Scienza e politica nella prima età moderna: Gianfrancesco Sagredo e Galilei</i> .....	Pag. 163
---	----------

## NEWS

STEFANO CASATI – IOLANDA ROLFO, <i>Online la nuova versione della Galileo//thek@</i> .....	» 181
--	-------

GIULIA GIANNINI

UN'«ESPERIENZA GENTILE»  
FUMO NEL VUOTO E LEGGEREZZA POSITIVA  
ALL'ACCADEMIA DEL CIMENTO

SUMMARY

In June of the year 1660 the members of the Accademia del Cimento conducted an experiment to study the behavior of smoke in a vacuum. This was just one of the many investigations carried out between 1657 and 1667 by the group of scholars gathered in Florence under the patronage of the Medici family. Paradoxically the experiment appeared to be a success, but this was only because they did not manage to create a perfect vacuum. In fact, in the absence of air and hence of oxygen the combustible material placed inside the Torricellian tube would never have ignited.

This experiment had originally been conceived by Descartes in 1647 to furnish proof for his own conviction that a vacuum was impossible, but was used by the academicians in Florence to controvert the scholastic notion of *levitas absoluta* (absolute lightness) and the impossibility of the vacuum. To settle this matter, science would have to await Robert Boyle's demonstration that air was necessary for combustion, in which the failure of a candle to light in an airless environment was used by him to show the existence of the vacuum.

These proposed and actual experiments with the vacuum – carried out under different conditions, based on different theories or hypotheses, and with very different outcomes – are significant because of the considerable amount of documentation that accompanied them, particularly with regard to the work by the Accademia del Cimento in Florence.

*Keywords:* Accademia del Cimento, *levitas absoluta*, vacuum.



## 1. PROLOGO: DESCARTES E IL FREDDO SOLE DI EGMOND

Vorrei anche che provaste ad accendere del fuoco nel vostro vuoto, e che osservaste se il fumo andrà in alto o in basso e di che figura sarà la fiamma. Questa esperienza può essere fatta facendo pendere un po' di zolfo o di canfora all'estremità di un filo nel vuoto e dandovi fuoco attraverso uno specchio o vetro ustorio. Non posso eseguirla io qui perché il sole non è abbastanza caldo e perché ancora non posso avere il tubo adattato con la bottiglia.<sup>1</sup>

È il 13 dicembre del 1647 e in una lunga e nota lettera Descartes informa Mersenne di aver ricevuto da Constantjin Huygens le *Expériences nouvelles touchant le vide*,<sup>2</sup> in cui – dice – Pascal sembra voler confutare la sua «materia sottile». Nel breve trattato, Pascal presentava i risultati degli esperimenti da lui condotti nei due anni precedenti a partire soprattutto dagli esiti dell'esperimento torricelliano, la cui notizia si era rapidamente diffusa in Francia grazie a Mersenne.<sup>3</sup> L'esperimento, annunciato da Torricelli al matematico romano Michelangelo Ricci in una lettera dell'11 giugno 1644,<sup>4</sup> consisteva nel riempire di mercurio un tubo di vetro aperto a una delle sue estremità. Chiusa con un dito l'estremità

<sup>1</sup> «Le voudrais aussy que vous essayassiez d'allumer du feu dans votre vide, et que vous observassiez si la fumée ira en haut ou en bas, & de quelle figure sera la flamme. On peut faire cette expérience, en faisant pendre un peu de soufre ou de camphre au bout d'un filet dans le vuide, et en y mettant le feu au travers du verre avec un miroir ou verre brulant. Je ne puis faire cela icy, pource que le soleil n'est pas assez chaud, et ie n'ai peu encore avoir le tuyau ajusté avec la bouteille». Descartes a Mersenne, 13 dicembre 1647: RENÉ DESCARTES, *Oeuvres de Descartes*, a cura di C. Adam, P. Tannery, vol. V, Paris, Vrin, 1991, pp. 98-100: 100; MARIN MERSENNE, *Correspondance du P. Marin Mersenne*, a cura di C. De Waard, A. Beaulieu, vol. XV, Paris, Éditions du CNRS, 1983, pp. 569-72: 571. Traduzione mia. Per un'analisi delle vicende connesse alla lettera si rimanda soprattutto a WILLIAM R. SHEA, *Designing Experiments & Games of Chance: The Unconventional Science of Blaise Pascal*, Canton, MA, Science History Publications, 2003, pp. 122-124.

<sup>2</sup> BLAISE PASCAL, *Expériences nouvelles touchant le vuide*, Paris, Chez Pierre Margat, 1647.

<sup>3</sup> Sulla ricezione dell'esperimento Torricelliano in Francia si vedano fra gli altri: RENÉ TATON, *L'annonce de l'expérience barométrique en France*, «Revue d'histoire des sciences et de leurs applications», t. 16 n°1, 1963, pp. 77-83; W.E. KNOWLES MIDDLETON, *The History of the Barometer*, Baltimore, John Hopkins Press, 1964, ch. 3, pp. 33-54; CORNELIS DE WAARD, *L'expérience barométrique: ses antécédents et ses explications*, Thouars, Imp. Nouvelle, 1936, pp. 117-123; CHARLES WEBSTER, *The Discovery of Boyle's Law, and the Concept of the Elasticity of Air in the Seventeenth-Century*, «Archive for the history of exact sciences», 2, 1965, pp. 441-502: 446 ss. Si veda anche la lettera di DuVerdus a Mersenne contenente il resoconto dell'esperimento di Torricelli e le risposte di quest'ultimo alle obiezioni di Ricci (MERSENNE, *Correspondance* (cit. nota 1), vol. XIII, pp. 177-183).

<sup>4</sup> Evangelista Torricelli a Michelangelo Ricci, 11 giugno 1644, BNCF, Gal. 150, cc. 89r-90r, PAOLO GALLUZZI – MAURIZIO TORRINI (a cura di), *Le opere dei discepoli di Galileo Galilei: edizione nazionale. Carteggio*, Firenze, Giunti Barbera, 1975, pp. 122-123.

tà rimasta aperta, il tubo veniva quindi capovolto verticalmente e l'estremità aperta posta in un recipiente colmo di mercurio. Togliendo il dito dall'apertura, si osservava il mercurio scendere nel tubo e fermarsi all'altezza di un braccio e un quarto (circa 76 cm): uno spazio vuoto di mercurio si formava alla sommità del tubo. I risultati divennero presto celebri e sollevarono una serie di questioni importanti: qual è la natura dello spazio lasciato libero alla sommità del tubo? È vuoto o comporta l'esistenza di una materia sconosciuta? Perché il mercurio si stabilizza sempre alla stessa altezza? Quale causa la determina? Se la realtà del fatto sperimentale era quasi universalmente riconosciuta, la sua interpretazione scatenò numerosi dibattiti che coinvolsero fra gli altri anche Descartes<sup>5</sup> e Pascal.

Proprio dall'esperimento di Torricelli e dalle sue implicazioni prendono le mosse le *Expériences nouvelles* di Pascal:

Alcuni dissero che la parte alta della cerbottana era piena di spiriti di mercurio; altri, di un impercettibile granello d'aria rarefatta; altri ancora, di una materia che sussisteva solo nella loro immaginazione; e tutti, cospirando contro il vuoto, esercitarono a gara questo potere dello spirito che nelle scuole chiamano sottigliezza e che, per la soluzione delle vere difficoltà, offre soltanto vane parole senza fondamento. Mi decisi dunque a fare degli esperimenti tanto convincenti da essere al riparo da ogni possibile obiezione [...].<sup>6</sup>

L'identificazione cartesiana di materia e estensione non lasciava posto al vuoto inteso come uno spazio privo di qualunque sostanza. Se per Pascal l'esperimento torricelliano dimostrava inequivocabilmente che il vuoto non era impossibile in natura, per Descartes ovunque ci sia

---

<sup>5</sup> Descartes viene a conoscenza dell'esperimento di Torricelli piuttosto tardi, durante una sua visita a Parigi nel settembre 1647. Sull'incontro fra Pascal e Descartes a Parigi (23-24 settembre 1647), si veda la lettera della sorella di Pascal, Jacqueline, all'altra sorella Gilberte, moglie di Perier (PASCAL, *Œuvres complètes*, 2 voll., a cura di M. Le Guern, Paris, Gallimard, 1998, vol. 1, pp. 14-15). Nella lettera del 13 dicembre, se ne lamenta con Mersenne: «Je m'étonne que vous ayez gardé quatre ans cette expérience, ainsi que le dit M. Pascal, sans que vous m'en ayez jamais rien mandé, ni que vous ayez commencé à la faire avant cet été; car, sitôt que vous m'en parlâtes, je jugeai qu'elle était de conséquence et qu'elle pourrait grandement servir à vérifier ce que j'ai écrit de physique». Descartes a Mersenne, 13 dicembre 1647 (cit. nota 1).

<sup>6</sup> «Les uns dirent que le haut de la sarbatane estoit plein des esprits du Mercure; d'autres, d'un grain d'air imperceptible raréfié; d'autres, d'une matière qui ne subsistoit que dans leur imagination; et tous, conspirans à bannir le vuide, exercerent à l'envi cette puissance de l'esprit, qu'on nomme Subtilité, dans les Ecoles, et qui, pour solution des difficultés veritables, ne donne que des vaines paroles sans fondement. Je me résolus donc de faire des expériences si convaincantes, qu'elles fussent à l'espreuve de toutes les objections qu'on y pourroit faire [...]». PASCAL, *Expériences nouvelles touchant le vuide* (cit. nota 1), «Au lecteur», pp. III-IV, trad. mia.

un'estensione deve esserci necessariamente anche un corpo.<sup>7</sup> Il vuoto alla sommità del tubo torricelliano non poteva dunque che essere apparente e doveva contenere una sostanza, una materia diversa da quella ordinaria, più rarefatta e non direttamente percepibile. È questa quella «materia sottile» che Descartes vede criticata da Pascal come esistente solo nella sua immaginazione.

La lettera a Mersenne non solo certifica la ricezione del testo da parte di Descartes, ma è nota soprattutto perché contiene la prima testimonianza del ruolo da lui rivendicato negli esperimenti detti del Puy de Dôme. Descartes sostiene infatti qui per la prima volta di aver «avvertito il Sig. Pascal di sperimentare se l'argento vivo saliva alla stessa altezza quando si è in cima a una montagna e quando si è a valle»<sup>8</sup> ma di non sapere se le prove siano già state eseguite. L'esperimento, che nelle intenzioni di Pascal doveva dimostrare che il mercurio resta sospeso nel tubo per effetto del peso e della pressione dell'aria (minori ad altezze superiori), sarà effettuato solo nel settembre successivo. Florin Perrier, cognato di Pascal, porterà infatti un barometro sulla cima del Puy de Dome, un vulcano situato nel massiccio centrale della Francia, mostrando che alla sua sommità il mercurio si stabilizza alcuni pollici più in basso rispetto che in pianura.<sup>9</sup>

Benché contrario alle posizioni vacuiste di Pascal, Descartes attende con ansia e fiducia il risultato della «grande expérience» che reputa «interamente conforme ai suoi principi».<sup>10</sup> Obiettivo degli esperimenti al Puy de Dôme non era infatti di rispondere al problema di quale fosse la natura dello spazio lasciato vuoto dal mercurio, ma piuttosto di spiegare cosa impedisse al mercurio di scendere completamente nella bacinella.

Per verificare che i cambiamenti climatici, il luogo geografico e il momento della misurazione non influiscano sui risultati degli esperimenti che sarebbero stati condotti a questo scopo a diverse altitudini, Descartes invia quindi a Mersenne alcune misure raccolte a Egmond attraverso

<sup>7</sup> «[...] quia ubicunque extensio est, ibi etiam necessari est corpus», Descartes a [Arnauld], 29 luglio 1648, DESCARTES, *Œuvres* (cit. nota 1), vol. V, p. 224.

<sup>8</sup> «averti M. Pascal d'expérimenter si le vif-argent montait aussi haut, lorsqu'on est au-dessus d'une montagne, que lorsqu'on est tout au bas». Descartes a Mersenne, 13 dicembre 1647 (cit. nota 1), trad. mia.

<sup>9</sup> I risultati dell'esperimento furono subito stampati: PASCAL, *Récit de la grande expérience de l'équilibre des liqueurs*, Paris, Charles Sauvreux, 1648.

<sup>10</sup> «l'avois quelque interest de la sçavoir, à cause que c'est moy qui l'avois assuré du succez, comme estant entierement conforme à mes principes, sans quoi il n'y eût eu garde d'y penser, à cause qu'il était d'un avis contraire». Descartes a Carcavi, 17 agosto 1649, DESCARTES, *Œuvres* (cit. nota 1), vol. V, p. 391.

«un tubo che resta attaccato giorno e notte nello stesso luogo». <sup>11</sup> Chiede quindi a Mersenne di misurare anche lui l'altezza del mercurio nel tubo «quando il tempo è freddo e quando è caldo e quando il vento soffierà da sud e da nord». <sup>12</sup>

Ma Descartes non domanda a Mersenne solamente di poter verificare se i suoi risultati concorderanno con quelli di Parigi. In un meno noto passo della stessa lettera, gli chiede anche di eseguire un esperimento che, per il clima troppo freddo di Egmond e per la mancanza di uno strumento adeguato, non può compiere lui stesso: osservare come una fiamma e del fumo si comportino nello spazio apparentemente vuoto sovrastante la colonna di mercurio.

Probabilmente su richiesta di Mersenne, i cui primissimi strumenti a causa della loro scarsa qualità si erano più volte rotti sotto il peso del mercurio, un mese e mezzo dopo Descartes torna sull'argomento:

Per l'esperienza di accendere il fuoco, non dovete in alcun modo temere che la bottiglia si rompa, a patto che non accendiate della polvere da sparo, il cui fuoco è troppo veloce, ma un fiammifero con dello zolfo, o un altro corpo che bruci abbastanza lentamente, e che facciate attenzione accendendolo che il punto ardente dello specchio o del vetro di cui vi servirete si diriga verso il centro della bottiglia e non verso la sua superficie. Forse potremmo far meglio questa esperienza insieme quest'estate quando sarò a Parigi, se non l'avrete fatta prima. <sup>13</sup>

Descartes non spiega cosa si aspettava da questo esperimento né quale fosse il suo preciso obiettivo. Chiede unicamente a Mersenne di osservare la forma della fiamma e se il fumo si sarebbe diretto verso l'alto o verso il basso.

Nei *Principia Philosophiae*, Descartes aveva descritto il comportamento nell'aria della fiamma di una candela e del fumo che vi si genera:

<sup>11</sup> «[...] un tuyau qui demeure attaché jour et nuit en même lieu», Descartes a Mersenne, 13 dicembre 1647 (cit. nota 1).

<sup>12</sup> «[...] en temps froid et en temps chaud, et lorsque le vent du sud et du nord souffleront». *Ibid.*

<sup>13</sup> «Pour l'expérience d'allumer du feu, vous ne devez aucunement craindre que la bouteille se casse, pouruû que ce ne soit pas de la poudre a canon, dont le feu passe trop viste, mais une alumette avec du souffre, ou quelque autre corps qui brusle assez lentement, que vous allumiez, et que vous preniez garde, en l'allumant, que le point bruslant du miroir ou verre, dont vous vous servirez, responde au milieu de la bouteille, et non pas vers sa superficie. Nous pourrons peutestre mieux faire cette experience la cet esté ensemble, lorsque ie seray a Paris, si vous ne l'avez faite plutost». Descartes a Mersenne, 31 gennaio 1648: DESCARTES, *Oeuvres* (cit. nota 1), vol. V, pp. 114-117: 115-116; MERSENNE, *Correspondance* (cit. nota 1), vol. XVI, pp. 74-77, trad. mia.

le parti di cera che escono dallo stoppino tendono a salire verso l'alto seguendo il corso del primo elemento di cui il fuoco è in gran parte composto e dando alla fiamma una forma appuntita, mentre il fumo sale verso l'alto scacciando una certa quantità d'aria che si sposta in circolo verso il luogo che il fumo abbandona.<sup>14</sup> Ma come si sarebbe comportata una fiamma all'interno della materia sottile che occupava lo spazio apparentemente vuoto alla sommità del tubo? E come avrebbe potuto il fumo, circondato dalla sola materia sottile, salire verso l'alto? È a queste domande che l'esperimento avrebbe probabilmente dovuto rispondere.

Se la comunicazione sugli esperimenti condotti a diverse altitudini e in differenti condizioni prosegue per diversi mesi, nella corrispondenza fra Descartes e Mersenne dell'esperimento sul fumo nel vuoto si perde ogni traccia. In una lettera del 5 marzo 1648 il medico francese Bourdelot scrive a Cassiano dal Pozzo a Roma che Mersenne «aspetta il sole per dar fuoco con uno specchio ardente a una materia molto secca rinchiusa nel vuoto e vedere come lo spazio vuoto si riempirà di fumo».<sup>15</sup> E nel maggio dello stesso anno lo informa che hanno eseguito a Parigi degli esperimenti con la polvere da sparo a cui è stato dato fuoco nel vuoto attraverso l'uso di uno specchio ustorio.<sup>16</sup> È l'ultimo accenno a un simile esperimento rintracciabile nella corrispondenza ed è difficile determinare se l'obiettivo fosse proprio quello di osservare il comportamento del fumo. Bourdelot non spiega se l'esperimento avesse prodotto risultati e benché nel *Liber novus praelusorius*<sup>17</sup> – l'ultimo documento inviato da Mersenne alla stampa prima della sua morte – siano menzionati diversi esperimenti eseguiti nello spazio torricelliano, l'esperimento proposto da Descartes nella sua lettera del 1647 non è nemmeno citato.

<sup>14</sup> DESCARTES, *Principia Philosophiae*, IV, pp. 96-99.

<sup>15</sup> «attend le Soleil affin de mettre le feu dans une matière fort seche enfermée dans le vuide avec un miroir ardent pour veoir comme l'espace vuide se remplira de fumée». Abbé Bourdelot a Cassiano dal Pozzo, 5 marzo 1648; MERSENNE, *Correspondance* (cit. nota 1), vol. XVI, p. 152, trad. mia.

<sup>16</sup> «[...] l'on a fait icy de plus belles avec de la poudre à canon qu'on a fait emflammer dans des tuyaux vuides avec le miroir ardent». Bourdelot a Cassiano dal Pozzo, 12 maggio 1648, A. Cist. vol. 31, fol. 189, citata in RENÉ PINTARD, *Autour de Pascal: L'Académie Bourdelot et le Problème du Vide*, in *Mélanges d'histoire littéraire offerts à Daniel Mornet*, Paris, Librairie Nizet, 1951, pp. 73-81: 77.

<sup>17</sup> MERSENNE, *Liber Novus Praelusorius*, in F. Marini Mersenni *Harmonicorum libri XII: in quibus agitur de sonorum natura, causis et effectibus...*, Lutetiae Parisiorum, Sumptibus G. Bau-dry, 1648.

## 2. DA PARIGI A FIRENZE: L'IMPRESA SPERIMENTALE DELL'ACCADEMIA DEL CIMENTO E LA PRESSIONE DELL'ARIA

L'esperimento del fumo nel vuoto riappare più di dieci anni più tardi nei diari<sup>18</sup> dell'Accademia del Cimento, il gruppo di studiosi che dal giugno 1657 si riuniva a Firenze sotto la protezione della famiglia de' Medici. Non è possibile rintracciare un diretto e documentato legame fra la lettera inviata da Descartes a Mersenne e l'esperimento condotto a Firenze. Fra i corrispondenti di Mersenne figuravano diversi italiani,<sup>19</sup> e in particolare Michelangelo Ricci, amico e corrispondente di molti dei membri del Cimento, da cui Mersenne aveva ricevuto comunicazione dell'esperimento torricelliano e che aveva poi conosciuto personalmente a Roma durante il suo viaggio in Italia (dicembre 1644-marzo 1645). Come si è visto, notizia dell'esperimento era sicuramente giunta a Roma attraverso Bourdelot.<sup>20</sup> Sebbene non ci sia modo di verificare se e come la lettera di Descartes raggiunse Firenze, è possibile quindi che qualcuno degli accademici ne fosse più o meno direttamente a conoscenza.

Per quanto per le sue modalità di esecuzione sembri rispondere esattamente alle richieste che Mersenne aveva ricevuto da Descartes nel dicembre del 1647, l'esperimento fiorentino nasce tuttavia in un contesto teorico e sperimentale piuttosto differente.

<sup>18</sup> Ancora inediti, i diari tenuti dagli accademici del Cimento sono conservati nel fondo galileiano della Biblioteca Centrale di Firenze. L'originale completo è purtroppo perduto. Fra i manoscritti conservati, un unico documento (Gal. 262) copre interamente il periodo di attività dell'Accademia (dal 19 giugno 1657 al 5 marzo 1667). Probabilmente posteriore, questa copia è di mano ignota e redatta elegantemente in due colonne di cui una dedicata alla raffigurazione degli strumenti utilizzati. Di mano ignota è anche la copia verosimilmente coeva, conservata in Gal. 261 che contiene esperimenti effettuati dall'inizio dei lavori al 23 gennaio 1658. Un unico codice (Gal. 260) riunisce infine i resoconti che sarebbero poi serviti alla stesura dei diari. Di varie mani (fra cui quelle di Alessandro Segni, Lorenzo Magalotti, Vincenzo Viviani e Carlo Rinaldini) questi documenti raccolgono esperimenti condotti nel 1657, 1658, 1660 e 1662.

<sup>19</sup> Sulla rete di corrispondenti di Mersenne si vedano: MERSENNE, *Correspondance*, 17 vols. (cit. nota 1); JUSTIN GROSSLIGHT, *Small Skills, Big Networks: Marin Mersenne as Mathematical Intelligencer*, «History of Science», 51, 2013, pp. 337-374; HANS BOTS, *Marin Mersenne, 'secrétaire général' de la République des Lettres (1620-1648)*, in CHRISTIANE BERKVENNS-STEVELINCK – HANS BOTS – JENS HÄSELER (eds.), *Les grands intermédiaires culturels de la République des Lettres: Études de réseaux de correspondances du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècles*, Paris, Honoré Champion, coll. «Les dix-huitièmes siècles», 91, 2005, pp. 165-181. Un confronto con la rete di corrispondenti di Boulliau è dato anche da ROBERT A. HATCH, *Between erudition and science: The archive and correspondence network of Ismaël Boulliau*, in MICHAEL HUNTER (ed.), *Archives of the scientific revolution: The formation and exchange of ideas in seventeenth-century Europe*, Woodbridge, The Boydell Press, 1998, pp. 49-71.

<sup>20</sup> Vedi *supra*, nota 15.

Fatta eccezione per alcune interruzioni nel lavoro accademico, a partire dal 19 giugno 1657 i membri dell'accademia si erano riuniti quasi quotidianamente con il preciso obiettivo di eseguire esperimenti. Gli accademici si erano incontrati per svolgere esperimenti sulle proprietà e gli effetti del caldo e del freddo, sullo spazio lasciato vuoto dal mercurio nel tubo torricelliano, per testare e misurare il peso dell'aria. Molte erano solitamente le sessioni dedicate a ogni singolo argomento e diversi gli esperimenti progettati e condotti sullo stesso soggetto. Non solo gli esperimenti dedicati a una specifica questione occupavano a volte anche diversi mesi ma erano spesso ripetuti e perfezionati.

Quando il 12 giugno del 1660 gli accademici decidono di indagare il comportamento del fumo nel vuoto, lo strumento torricelliano era già stato ampiamente utilizzato in numerose altre occasioni. Dopo una serie di esperimenti sul peso dell'acqua, sugli effetti del freddo e del caldo e sul flusso dei liquidi, il 24 luglio 1657 il tubo di Torricelli sembra fare il suo primo ingresso a Palazzo Pitti<sup>21</sup> e il 2 agosto viene annunciato l'inizio delle «esperienze addotte dai Franzesi» e di «altre aggiunte di nuovo alla questione della compressione dell'aria».<sup>22</sup> A partire dalle descrizioni che ne vengono fatte negli *Experimenta nova anatomica* di Jean Pecquet<sup>23</sup> gli accademici replicano quindi alcuni esperimenti condotti in Francia qualche anno prima. La ripetizione di questi esperimenti – e in particolare dei famosi esperimenti di Roberval e di Auzout della vescica di carpa<sup>24</sup>

<sup>21</sup> BNCF, Gal. 262, c. 19v, Gal. 260, c. 249r.

<sup>22</sup> BNCF, Gal. 262, cc. 22v-23v, Gal. 260, cc. 251v-252r.

<sup>23</sup> JEAN PECQUET, *Experimenta Nova Anatomica*, Paris, Cramoisy, 1651, pp. 56-58. Il testo è citato nei diari: «[...] riferita dal Pacquet nelle sue dissertazioni anatomiche». BNCF, Gal. 262, c. 22v, Gal. 260, c. 251v.

Pubblicati nel 1651 e presto ristampati in diverse edizioni, gli *Experimenta nova Anatomica* erano sostanzialmente un trattato di fisiologia. Una lunga sezione dedicata alla trattazione degli esperimenti sul vacuo rendeva però il testo uno dei più ampi e accessibili resoconti degli esperimenti condotti in Francia in quegli anni. A Firenze erano probabilmente arrivati fra la fine del 1656 e gli inizi del 1657. Compagno infatti, insieme ad altri, in un elenco di libri inviato da Elia Diodati su richiesta di Viviani nel giugno del 1656. Si veda: Elia Diodati a Vincenzo Viviani, 24 giugno 1656, BNCF, Gal. 97, cc. 17r-20v, edito in PAOLO GALLUZZI – MAURIZIO TORRINI (eds.), *Le opere dei discepoli* (cit. nota 4), vol. II, Carteggio 1649-1656, pp. 349-355. Nell'elenco compaiono anche fra gli altri il *Traité de méchaniques* di Roberval (1636), le *Experiences nouvelles touchant le vuide* di Pascal (di cui si scrive però che non se ne trova più alcun esemplare), *Le Plein du vuide* di Etienne Noel e l'*Observation touchant le vuide faite pour la première fois en France* di Pierre Petit.

<sup>24</sup> Inserita nello strumento torricelliano una vescica di carpa il più possibile svuotata dell'aria in essa contenuta, si osservava come immettendo mercurio nel tubo la vescica si gonfiasse, sgonfiandosi poi una volta reimmessa aria nell'apparato. Si veda la quinta esperienza della seconda *De vacuo narratio* (maggio 1648) di Roberval: GILLES ROBERVAL, *De vacuo narratio Ae. P. de Roberval ad nobilissimum virum D. de Noyers*, in PASCAL, *Cœuvres* (cit. nota 1), vol. 2, pp. 21-35.

e del vuoto nel vuoto<sup>25</sup> – sono solo l'inizio di una serie di prove principalmente rivolte a indagare le ragioni della sospensione del mercurio nel tubo.

Nei giorni immediatamente successivi vengono svolte due «esperienze apportate da alcuni contro la pressione dell'aria».<sup>26</sup> Il 7 agosto varie prove sono condotte utilizzando liquidi diversi dal mercurio e verificando la differente altezza alla quale si fermano nel tubo.<sup>27</sup> Nei giorni seguenti, acqua e acquavite sono a turno inserite nello strumento:<sup>28</sup> se ne verifica la pressione sopra al mercurio, se ne calcolano i pesi specifici e a partire da questi esperimenti il 24 agosto il sacerdote fiorentino Candido del Buono realizza uno strumento per determinare il peso dei fluidi con il tubo torricelliano.<sup>29</sup> In diverse occasioni, «qualche piccola porzione d'aria»<sup>30</sup> viene introdotta nel tubo per esaminarne gli effetti sull'altezza del mercurio.

Molte osservazioni sono condotte anche sulle proprietà del mercurio, principalmente attraverso l'immersione in esso di varie sostanze (estratti di nitro, d'ambra, di zibetto, monete e altre «laminette galleggianti» o

<sup>25</sup> L'esperimento consisteva nel replicare l'esperimento di Torricelli in un ambiente vuoto. Implicava quindi la costruzione di un apparato costituito da due strumenti torricelliani l'uno dentro l'altro. Quando l'esperimento viene realizzato nel vuoto, il mercurio non resta in sospensione ma scende completamente nella bacinella. Benché Pecquet sostenga che l'esperimento sia stato tentato con successo la prima volta da Adrien Auzout fornendo anche la prima descrizione dell'apparato utilizzato, Roberval ne parla in un manoscritto del 1648 scritto in forma di lettera (*De vacuo narratio* (cit. nota 24)) e nel suo *Gravitas comparata* Étienne Noël sostiene che Roberval gli aveva mostrato l'esperimento (ÉTIENNE NOËL, *Gravitas comparata*, Paris, Cramoisy, 1648, pp. 77-80). Si veda anche MIDDLETON, *The History of the Barometer* (cit. nota 3), pp. 48-50. L'espressione «esperimento del vuoto nel vuoto» si deve a Pascal: lettera di Pascal a Perrier, 15 novembre 1647 (PASCAL, *Œuvres* (cit. nota 1), vol. 2, pp. 153-162).

<sup>26</sup> LORENZO MAGALOTTI, *Saggi di Naturali Esperienze fatte nell'Accademia del Cimento*, Firenze, Giuseppe Cocchini, 1667, pp. 34-40. Il tubo torricelliano viene posto sotto una campana di vetro con l'obiettivo di difendere lo strumento «dalla pressione o gravitazione di tutta quella mole d'aria che scendendo dal Firmamento, si credeva da molti sostenere il mercurio». Nessun cambiamento viene però registrato e il mercurio continua a scendere e fermarsi nel tubo alla stessa altezza anche dopo un ulteriore tentativo di riduzione della quantità di aria. Si veda: BNCF, Gal. 262, c. 24r, Gal. 260, c. 253r.

<sup>27</sup> BNCF, Gal. 262, c. 24v, Gal. 260, c. 254r.

<sup>28</sup> 12 e 13 agosto 1657, BNCF, Gal. 262, cc. 25v-26r, Gal. 260, cc. 255r-256r; parzialmente trascritti in GIOVANNI TARGIONI TOZZETTI, *Notizie degli aggrandimenti delle scienze fisiche accaduti in Toscana nel corso di anni LX. del secolo XVII*, Bologna, Forni, 1780, t. 2, parte 2, pp. 408-409.

<sup>29</sup> BNCF, Gal. 262, c. 28r-v, Gal. 260, c. 259r. Si veda anche TARGIONI TOZZETTI, *Notizie degli aggrandimenti* (cit. nota 28), t. 2, parte 2, p. 409.

<sup>30</sup> L'esperimento è ripetuto varie volte con piccole modifiche. Si vedano in particolare i giorni 17, 18 e 20 agosto 1657. BNCF, Gal. 262, cc. 26r-28r, Gal. 260, cc. 256r-258r.



più semplicemente «immondizia») di cui si studia il galleggiamento.<sup>31</sup> Il 29 agosto si verifica che anche se il tubo viene inclinato, il mercurio continua ad arrestarsi alla medesima altezza «pigliando sempre tal misura non dalla lunghezza del sifone, ma bensì perpendicolarmente dal punto del suo innalzamento al suo livello».<sup>32</sup> Esperimenti simili a quelli del Puy de Dôme vengono effettuati a varie altitudini ad Artimino, sul Poggio di S. Giusto e sulla torre di Palazzo Vecchio:<sup>33</sup> l'altezza della colonna di mercurio diminuisce con l'allontanarsi dal livello del mare. Una serie di ulteriori prove sono infine condotte nell'autunno del 1657 «per convincere assolutamente il sostentarsi del mercurio procedere dall'aria».<sup>34</sup>

Più di 150 esperimenti vengono eseguiti dai membri del Cimento fra il 19 giugno e il 22 dicembre 1657. Almeno un quinto riguardano lo strumento torricelliano, altri il comportamento di diversi fluidi, dell'aria o le proprietà del mercurio.

### 3. IL FUMO DI UNA PASTIGLIA DI PORTOGALLO. GLI ESPERIMENTI SUL VUOTO A FIRENZE

Durante il 1657, gli esperimenti dell'Accademia con il barometro erano stati soprattutto finalizzati a comprendere i motivi della sospensione del mercurio nel tubo e nessuno di essi aveva implicato l'utilizzo di lenti o specchi ustori o l'introduzione di sostanze infiammabili.

I diari, tenuti principalmente dal segretario, Alessandro Segni, si fermano alla fine di dicembre dello stesso anno per poi riprendere il 23 luglio 1658 con il «Riaprimento dell'Accademia».<sup>35</sup> La ripresa è però breve e un'altra lunga interruzione intercorre fra l'inizio di settembre del 1658 e il maggio 1660.<sup>36</sup> Non saranno le uniche pause di un'attività tanto frenetica quanto irregolare. Mesi di intensi incontri quotidiani si alternano a periodi di totale e inspiegata inattività, per lo meno nei diari.

L'estate del 1658 aveva portato alcune prove di combustione con lo specchio ustorio<sup>37</sup> e un primo tentativo di introdurre animali nello spazio

<sup>31</sup> Si vedano gli esperimenti dell'11 agosto e dell'1 e 4 settembre 1657. BNCF, Gal. 262, cc. 25v, 29v, 31r; Gal. 260, cc. 254r-255r, 260r-261r, 262r-263r.

<sup>32</sup> BNCF, Gal. 262, c. 29, Gal. 260, c. 260r.

<sup>33</sup> 17 settembre 1657, BNCF, Gal. 162, cc. 34v-35v, Gal. 260, cc. 267r-268r.

<sup>34</sup> BNCF, Gal. 262, c. 38r (13 ottobre), Gal. 260, c. 272r.

<sup>35</sup> Cfr. BNCF, Gal. 262, cc. 49v-50r.

<sup>36</sup> Cfr. BNCF, Gal. 262, cc. 65r-66r.

<sup>37</sup> 11 e 14 agosto 1658.

lasciato vuoto dal mercurio.<sup>38</sup> Gli esperimenti con lo specchio miravano a verificare se fosse vera «la trita opinione» che la luce non infiamma le cose bianche. Poco avevano a che fare dunque con il vuoto torricelliano ma ponevano indubbiamente le basi per l'ideazione dell'esperienza del fumo. Quanto all'esperimento con gli animali, si trattava di una prima rudimentale prova e per effettuarla gli accademici avevano scelto dei pesci, probabilmente dopo aver inserito dell'acqua sopra al mercurio.

Il 22 maggio del 1660 l'accademia riapre sotto l'egida di un nuovo segretario, Lorenzo Magalotti. Gli esperimenti con lo strumento di Torricelli ricevono un nuovo e rinnovato impulso. Una serie di prove sul comportamento della luce nel vuoto vengono effettuate a partire dall'8 giugno su proposta di Vincenzo Viviani e lo stesso giorno «si trattò di fare il vacuo massimo da potervi serrare un uomo, e si discorse molte maniere da facilitare l'istrumento».<sup>39</sup>

È in questo contesto che l'esperimento del fumo nel vuoto viene ideato e realizzato.

Il 12 giugno del 1660 gli accademici del Cimento prendono un tubo di vetro (DC) alto più di un braccio e un quarto, aperto alle due estremità e sormontato da una palla di cristallo (AB) aperta anch'essa inizialmente alla sua sommità E. Fissano in E un filo di rame a cui appendono una «pastiglia di Portogallo» (F): una pastiglia di profumo di colore scuro e altamente combustibile. Sigillata a fuoco l'apertura superiore della campana (E), capovolgono l'apparato e vi versano del mercurio fino a ri-

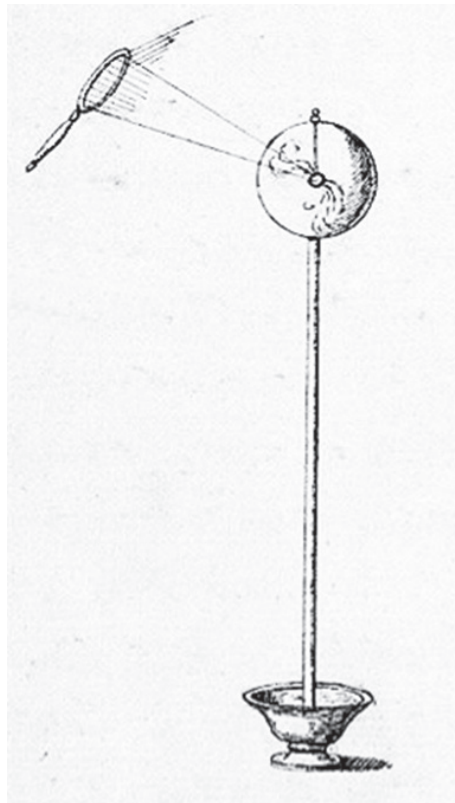


Fig. 1. BNCF, Gal. 262, c. 75v.

<sup>38</sup> 29 luglio 1658, BNCF, Gal. 262, c. 52r.

<sup>39</sup> BNCF, Gal. 262, c. 73r-v.

empire completamente sia il tubo che la campana di vetro. Capovolgono nuovamente l'apparato immergendo l'estremità inferiore D in una bacinella contenente anch'essa mercurio. Come nel classico esperimento torricelliano, il mercurio scende nel tubo fino ad arrestarsi all'altezza di un braccio e un quarto (G). La pastiglia di profumo nella campana resta così appesa nello spazio apparentemente vuoto sovrastante la colonna di mercurio. A questo punto, gli accademici prendono uno specchio ustorio e lo inclinano in modo tale che i raggi del sole convergano sulla pastiglia provocandone la combustione. Il fumo generato nello spazio lasciato vuoto dal mercurio anziché salire verso la cima della campana scende. In particolare, alla data del 12 giugno, gli accademici notano nei diari:

Il fumo d'una pallina di pastiglia di Portogallo, pendente da un fil di rame in una palla di cristallo, nella quale sia prima stato fatto il vacuo con l'argento vivo, e dato fuoco a detta pastiglia con una lente di cristallo o con lo specchio ustorio, si vede fare [il fumo] l'effetto d'un zampillo d'acqua, poiché dalla parte dove vien riscaldata la palla esce secondo la direzione di pori e poi nel ricadere forma la sua parabola come li altri proietti. Dandosi poi nella medesima palla di cristallo, l'ingresso all'aria non più si vede il fumo discendere ma bensì sollevarsi in fin tanto che incontrando il concavo superiore della palla, per all'ingiù si riflette.<sup>40</sup>

Come spesso accadeva in seno a quell'accademia che avrebbe poi scelto come motto «Provando e riprovando» – proprio per insistere sulla necessità della reiterazione delle esperienze –, l'esperimento è presto ripetuto.<sup>41</sup> Solo dieci giorni dopo, si legge infatti nei diari:

Si replicò l'esperienza fatta per convincere contro la leggerezza positiva notata a dì 12 giugno, e si ritrovò invariabilmente succedere nella forma accennata, scorgendosi chiaramente nel vacuo fare il fumola sua parabola come un zampillo d'acqua, e nella palla piena d'aria far la medesima parabola ma inversa.<sup>42</sup>

Con la ripetizione dell'esperimento, che sarà poi nuovamente effettuato anche alla presenza del Granduca Ferdinando II de Medici,<sup>43</sup> fa il

<sup>40</sup> BNCF, Gal. 262, c. 75v; Gal. 260, c. 103v.

<sup>41</sup> Gli accademici avevano previsto la replica dell'esperimento già il giorno della sua prima esecuzione, subito dopo il resoconto sperimentale alla data del 12 luglio si legge infatti nei diari: «Al fine di replicare la medesima esperienza si pensò a varie mesture di facile accensione. Si scelse perciò incenso, polvere di archibuso, esca, e zolfo, e impastate con cera e pece greca si ritrovarno inettissime al fine accennato poiché insino la polvere d'archibuso mescolata con materie untuose fuori di ogni aspettazione neppur s'accende». *Ibid.*

<sup>42</sup> BNCF, Gal. 262, c. 81v; Gal. 260, c. 108r.

<sup>43</sup> 28 giugno 1660: «Si replicò l'esperienza dell'accensione fatta nel vacuo, e riuscì sen-

suo primo ingresso anche un'esplicita menzione alle ragioni della sua esecuzione: «per convincere contro la leggerezza positiva». Il moto del fumo nel vuoto è dunque messo alla prova per contrastare la tesi peripatetica secondo cui alcuni corpi (come il fuoco o il fumo) possiedono una *levitas absoluta* che li porta a muoversi verso l'alto indipendentemente dal mezzo in cui si trovano. Secondo Aristotele infatti nel mondo sublunare tutto ciò che si muove per natura o precipita verso il basso a causa del suo peso o si leva verso l'alto in virtù della sua leggerezza. Il peso o la leggerezza di un corpo dipendono unicamente dalla proporzione in cui i quattro elementi di cui tutta la natura è costituita vi sono mescolati. Aria e fuoco tendono a salire verso l'alto, terra e acqua a precipitare verso il basso. Derivato del fuoco, più leggero dell'aria, il fumo tende dunque naturalmente verso l'alto indipendentemente da cosa lo circonda. Osservare del fumo scendere verso il basso sarebbe dunque in questo senso come vedere una pietra librarsi in alto senza esservi scagliata.

Per immaginare che il fumo della pastiglia di Portogallo potesse scendere anziché salire non bastava tuttavia dubitare della leggerezza assoluta di Aristotele, occorreva anche confidare nel fatto che lo spazio in cui il fumo si trovava fosse per lo meno occupato da aria più rarefatta. Solo la differente natura del mezzo in cui veniva prodotto poteva infatti modificarne l'usuale comportamento. L'eco della teoria archimedeica è in questo senso estremamente evidente: il comportamento degli elementi e la loro gravità dipendono dal mezzo in cui si trovano. Su argomenti archimedeici si fondava già d'altra parte l'opposizione galileiana all'esistenza di una leggerezza assoluta,<sup>44</sup> così come quella dell'allievo Torricelli, uno degli autori più citati dagli accademici del Cimento.<sup>45</sup> Benché nelle loro descrizioni dell'esperimento del fumo e dei seguenti contro la leggerezza positiva i fiorentini non menzionino mai esplicitamente Torricelli, questi rappresenta senza dubbio il loro principale riferimento.

Su invito del Principe Leopoldo de Medici, il discepolo di Galileo aveva tenuto tra il 1642 e il 1643 una serie di lezioni all'accademia della Crusca fra cui una «dotta lezione paradossica del grave e leggieri sopra

---

za alcuna variazione» e qualche riga dopo «Il dopo desinare nel medesimo giorno si fece avanti al Serenissimo Granduca l'esperienza suddetta contro la leggerezza positiva», BNCF, Gal. 262, c. 83r; Gal. 260, c. 109r-v.

<sup>44</sup> Basti richiamare il galileiano *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono* (in particolare OG, IV, pp. 63-67).

<sup>45</sup> Sull'importanza dell'eredità torricelliana nell'attività dell'accademia del Cimento ha molto insistito alla fine dell'Ottocento Raffaello Caverni che vede in Torricelli l'origine dello sperimentalismo seicentesco. RAFFAELLO CAVERNI, *Storia del metodo sperimentale in Italia*, 6 voll., Firenze, G. Civelli, 1891-1900, vol. I, in part. p. 178.

la quale si fecero lunghi discorsi». <sup>46</sup> Con una suggestiva allegoria, Torricelli aveva raccontato di come le Nereidi, stabilita un'accademia nelle profondità dell'oceano, avessero scritto la loro fisica a partire da ciò che potevano osservare, concludendo che «delle cose alcune son gravi, cioè terra, pietre, metalli, e simili, poiché nel mare discendono; ma alcune son leggieri, come l'aria, suveri, cera, olio, ed una gran parte de' legnami, perché salgono dentro l'acqua». <sup>47</sup> Come «filosofi venerabili» avevano fatto prima di loro, queste ninfe avevano seguito la semplice scorta del senso ma la natura del mezzo in cui si trovavano ne aveva influenzato il ragionamento. Torricelli chiudeva quindi la sua «fabula» mostrando il paradosso:

Io fabbricando poi chimere tra me stesso mi accorsi, che era comportabile l'errore d'inconsiderazione commesso da queste fanciulle marine, le quali pronunziarono per leggere molte cose da noi tenute per gravi. Fantasticavo con l'immaginazione, e mi dipingevo sopra la testa un altissimo pelago d'argento vivo. Ecco che io son nato ed allevato nel fondo di questo fluido metallo. <sup>48</sup>

Alla lezione di Torricelli si richiamerà ancora d'altra parte qualche anno più tardi Magalotti nelle sue *Lettere familiari*:

Diceva bene il Torricelli per deridere con mistica galanteria l'opinione della leggerezza positiva, che se i Tritoni, e le Sirene avessero a formare un Sistema di Filosofia, metterebbero tra' gravi poc'altro che le pietre, e i metalli, e tra i leggieri tutto quello che galleggia sull'acqua; né cadrebbe mai loro in pensiero che questa lor partizione riuscirebbe ridicola tra gli Abitatori d'un mezzo dove tutti i loro leggieri discendessero. <sup>49</sup>

Sulla natura del mezzo in cui il fumo si muove nell'esperimento fiorentino – e dunque sullo spazio lasciato libero dal mercurio alla cima del tubo – il segretario dell'accademia del Cimento si pronuncerà più chiaramente, come si vedrà, in una lettera inviata in Francia pochi giorni dopo l'esecuzione dell'esperimento.

<sup>46</sup> Lo registra nei suoi diari Benedetto Buonmattei, segretario dell'Accademia della Crusca. Si veda AMERINDO CAMILLI, *Evangelista Torricelli Accademico della Crusca*, «Torricelliana», Bollettino della Società Torricelliana di Scienze e Lettere, 1956, 7, pp. 17-19, cit., p. 18.

<sup>47</sup> EVANGELISTA TORRICELLI, *Lezione quinta. Della leggerezza*, in LANFRANCO BELLONI (a cura di), *Opere scelte di Evangelista Torricelli*, Torino, UTET, 1975, pp. 583-584.

<sup>48</sup> *Ibid.*

<sup>49</sup> MAGALOTTI, *Lettere familiari del conte Lorenzo Magalotti, gentiluomo fiorentino e accademico della Crusca*, Venezia, appresso Sebastiano Coleti, 1719, parte prima, lettera XIII, 17 giugno 1681, pp. 210-211.

#### 4. UNA «CAPARRA» DELLA «BRAMATA COMUNICAZIONE»: IL COMMERCIO LETTERARIO CON LA FRANCIA

I rapporti di Firenze con la Francia precedono di molto la creazione dell'Accademia del Cimento. Le principali città italiane erano da tempo meta di viaggi per molti intellettuali europei che dopo il loro soggiorno instauravano spesso corrispondenze con gli studiosi della penisola. Così hanno origine molti dei contatti transalpini di Torricelli – che includono fra gli altri Pierre de Carcavy, Marin Mersenne, Jean François Nicéron e François de Verdu – ma anche gli scambi fra Melchisedec Thévenot e Vincenzo Viviani o l'intensa corrispondenza che per quasi trent'anni lega Ismael Boulliau e il Principe Leopoldo de Medici.

Benché la nascita dell'Accademia si riveli presto occasione per nuove relazioni, l'instaurazione di una corrispondenza ufficiale e istituzionale si scontra con problemi di varia natura.

Già nell'autunno del 1658, gli accademici ricevono da Parigi la richiesta di avviare una comunicazione formale. Dal dicembre dell'anno precedente un sistema di regole governava gli incontri che da tempo si svolgevano a casa di Henri Louis Habert de Montmor a Parigi e di cui l'orientalista e diplomatico francese Melchisedech Thévenot<sup>50</sup> era un assiduo frequentatore. Un'attenzione particolare era rivolta a osservazioni ed esperimenti e uno degli articoli del regolamento chiedeva a coloro che ne avevano l'occasione di «intrattenere corrispondenza con gli studiosi francesi e dei paesi stranieri, per sapere da essi cosa si prepara o cosa è già stato pubblicato o scoperto nelle arti e nelle scienze» e di informarne l'assemblea alla chiusura degli incontri.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Su Thévenot e sui suoi rapporti con la Toscana si veda anche il recente contributo di Alfonso Mirto: ALFONSO MIRTO, *Lettere di Melchisédec Thévenot ai fiorentini: Leopoldo de' Medici, Cosimo III Granduca di Toscana e Vincenzio Viviani*, «Galilaeana», XII, 2015, pp. 145-191.

<sup>51</sup> «Que l'Assemblée piriera ceux qui en ont occasion, d'entretenir correspondance avec les sçavans de France et des pays estrangers: afin d'apprendre d'eux ce qui se prépare, ou ce qui est desia publié, ou découvert dans les Arts et les sciences; de quoy l'Assemblée sera informée en se séparant». Articolo VII del «Règlement», inviato da Sorbière a Hobbes in una lettera del 1 febbraio 1658: CHRISTIAAN HUYGENS, *Oeuvres complètes*, IV, a cura di D. Bierens de Haan, Den Haag, Martinus Nijhoff, 1891, pp. 513-516 e THOMAS HOBBS, *The Correspondence of Thomas Hobbes*, ed. by Noel Malcolm, Oxford, Clarendon, 2 voll., I, pp. 491-493: 492. Si veda anche GUILLAUME BIGOURDAN, *Les Premières Sociétés Scientifiques de Paris au XVII<sup>e</sup> siècle. Les Réunions du P. Mersenne et l'Académie de Montmor*, «Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences», janvier-juin 1917, Paris, 1917, p. 132. Sull'accademia di Montmor, si rimanda anche a HARCOURT BROWN, *Scientific organizations in seventeenth century France: 1620-1680*, Baltimore, The Williams & Wilkins Company, 1934.

Stando a una lettera di Alfonso Borelli<sup>52</sup> al principe Leopoldo, Thévenot avrebbe contattato a questo scopo Michelangelo Ricci annunciandogli la nascita in Francia di un'Accademia «la quale concorre nei medesimi pensieri di cotesta, che si fa sotto gli auspici dei Serenissimi Principi di Toscana». Thévenot «curioso e desideroso che si promuova la cognizione delle scienze naturali» si dimostrava ansioso di stabilire una comunicazione fra le due accademie.

A questa richiesta seguono alcune lettere fra i membri del Cimento e il Principe Leopoldo, ma la risposta ai francesi si fa aspettare per più di un anno e mezzo.<sup>53</sup> Il lungo silenzio fiorentino viene improvvisamente interrotto solo nel 1660.<sup>54</sup> Poco dopo la ripresa delle attività, il nuovo segretario invia finalmente a Ricci una lunga lettera a cui allega, affinché fosse comunicata in Francia, «una galanteria nuovamente osservata in quest'Accademia». <sup>55</sup> Si tratterà dell'unico esperimento divulgato in via ufficiale all'estero prima della pubblicazione dei *Saggi di Naturali Esperienze* (1667) e, curiosamente, a essere selezionata è proprio l'esperienza del «fumo discendente», eseguita per la prima volta solo qualche giorno prima.

La lettera di Magalotti è piuttosto esauriente. La descrizione dell'esperimento, corredata di un sontuoso disegno ed una spiegazione delle ragioni del ritardo, è accompagnata dal nome del suo proponente e fornisce ulteriori indicazioni sui motivi della sua esecuzione a Firenze. La discesa del fumo nel tubo non è solo una prova contro la nozione pe-

<sup>52</sup> Borelli a Leopoldo, 11 novembre 1658, Gal. 275, cc. 125r-127v, edita in TARGIONI TOZZETTI, *Notizie degli aggrandimenti* (cit. nota 28), t.1, p. 456; ANGELO FABRONI (a cura di), *Lettere inedite di uomini illustri*, 2 vol., Firenze, G. Barbèra Editore, 1775, p. 115.

<sup>53</sup> Gli scambi fra Borelli, Leopoldo e Michelangelo Ricci a questo proposito sono ricostruiti da Middleton (MIDDLETON, *The Experimenters: a study of the Accademia del Cimento*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1971, pp. 300-301).

<sup>54</sup> La lettera di Thévenot era in realtà giunta all'inizio di quello che era probabilmente stato uno dei più lunghi periodi di inattività dell'Accademia del Cimento. Nessun incontro è infatti registrato, come si è visto, nei diari fra il settembre del 1658 e il maggio 1660. Oltre che dalla preoccupazione che i francesi potessero appropriarsi di scoperte ancora inedite (come suggerisce la lettera di Borelli, cfr. nota 51), la mancata risposta alle richieste d'oltralpe potrebbe dunque dipendere anche dall'interruzione dei lavori accademici e dal fatto che molti dei membri fossero assenti da Firenze. In una lettera a Boulliau del 24 aprile 1659, Leopoldo scrive: «la forza di varij accidenti è stata cagion che molti della mia Accademia sieno stati, e sien separati in diversi luoghi; onde per qualche tempo non si è applicato alle esperienze, et alli Studi incominciati». BNCF, Gal. 282, c. 10r.

<sup>55</sup> Lorenzo Magalotti a Michelangelo Ricci, 4 luglio 1660, BNCF, Gal. 268, cc. 67r-70r e Gal. 289, cc. 1r-4r (si tratta di due differenti copie della medesima lettera, parzialmente pubblicata in FABRONI (*op. cit.*, nota 51), II, pp. 88-90. I brani qui riportati sono trascritti direttamente dall'originale, con qualche correzione rispetto alla trascrizione di Fabroni).

ripetetica della leggerezza positiva, dimostra anche chiaramente come il vuoto lasciato dal mercurio nello strumento sia tutt'altro che apparente:

Mi comanda il Serenissimo Principe Leopoldo mio Signore che io mandi copia a VS. come fo con l'aggiunta d'una galanteria nuovamente osservata in quest'Accademia. Prova questa contro la leggerezza positiva, benché non universalmente. Né la compiacenza d'una verità per noi così chiaramente riconosciuta c'inganna punto, in farci credere dover ella così facilmente appagare a' i Cartesiani a conto del loro secondo elemento o materia celeste, alla quale da niuna sostanza che sia in natura è tenuta portiera, o quelli che chiamano l'Etere in sussidio della natura, tremante per la paura del vuoto. Nulladimeno si contenterà VS. di parteciparla in Francia al Sig. Tevenot, poiché per quelli almeno che credono gli spazi lasciati dall'argento vivo nell'abbassarsi che ei fa nelle canne e nei vasi eccedenti l'altezza d'un braccio e un quarto rimanere interamente vuoti d'ogni sostanza, l'esperienza v'è un pezzo innanzi coll'efficacia della sua prova.<sup>56</sup>

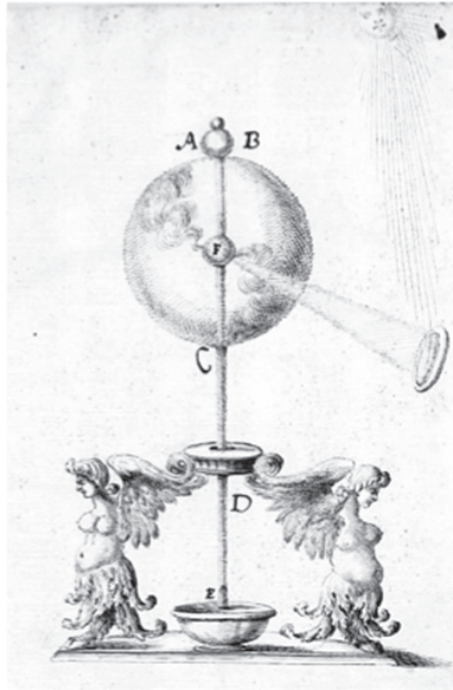


Fig. 2. BNCF, Gal. 289, c. 4r.

La critica a Cartesio è esplicita e la convinzione che lo spazio creatosi in cima allo strumento torricelliano sia vuoto nel senso stretto del termine sembra essere presupposto necessario per l'ideazione dell'esperimento, proposto agli accademici da Alfonso Borelli. Se nel tubo fosse stata presente una qualunque altra sostanza più pesante del fumo, questo si sarebbe infatti diretto verso l'alto come si osserva abitualmente. Nella spiegazione che nella lettera precede l'esperimento, Magalotti è ancora più esplicito:

Supposto che l'ascendere di quei corpi che leggieri comunemente si chiamano, non derivi come altri credono da un intrinseco lor principio, ma bensì

<sup>56</sup> *Ibid.*



dallo scacciamento degli ambienti in ispecie più gravi, e che in tal maniera per modo d'esempio si sollevi il fumo per l'aria, ne veniva per evidente conseguenza che movendosi questo in uno spazio vuoto, quale si crede quello che lascia nei vasi l'argento vivo nell'abbassarsi. Dovrebbe anch'egli non altrimenti che gli altri gravi discendere. A questo fine portò il Sig. Dot. Alfonso Borelli la seguente maniera di accertarsene.<sup>57</sup>

Se anche l'idea dell'esperimento fosse derivata nell'Accademia da una qualche conoscenza della lettera di Descartes, le conclusioni a cui giungono i fiorentini non avrebbero di certo trovato d'accordo il sostenitore della «materia sottile», la cui teoria veniva così confutata per mezzo di una prova da lui stesso concepita. A fare da sfondo all'esperimento fiorentino sembra piuttosto essere in questo senso non solo l'eredità di Galileo e Torricelli, ma anche la controversia atomistico-corpuscolare che opponeva a Parigi cartesiani e gassendisti. D'altra parte, Gassendi fa parte degli autori citati dagli accademici e figura, insieme a Descartes e Mersenne, nella lista dei libri utili «a proposito delle cose sperimentali» presentata da Carlo Rinaldini, futuro membro del Cimento, al Principe Leopoldo nel novembre 1656.<sup>58</sup> In più occasioni inoltre, Borelli, promotore dell'esperimento a Firenze, aveva già manifestato un corpuscolarismo di probabile derivazione gassendiana.<sup>59</sup>

Magalotti spiega infine le ragioni della lunga attesa con «accidenti di mera casualità» – e in particolare con «alcune indisposizioni in vari tempi occorse» al Principe Leopoldo – e assicura che l'invio dell'esperimento è solo l'inizio di un fruttuoso scambio.

<sup>57</sup> *Ibid.*

<sup>58</sup> D'altra parte, Gassendi non solo fa parte degli autori citati dagli accademici ma figura, insieme a Descartes e Mersenne, nella lista dei libri utili «a proposito delle cose sperimentali» presentata da Carlo Rinaldini, futuro membro del Cimento, al Principe Leopoldo nel novembre 1656. Cfr. GALLUZZI – TORRINI, *Le opere dei discepoli* (cit. nota 4), vol. II, Carteggio 1649-1656, pp. 377-383.

<sup>59</sup> Sull'atomismo all'Accademia del Cimento e nell'opera di Borelli si vedano fra gli altri: KURD LASSWITZ, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, Chicago, University of Chicago Press, 1984, vol. II, pp. 300-328; MARIO SACCENTI, *Lucrezio in Toscana. Studio su Alessandro Marchetti*, Firenze, Olschki, 1966; MARCO BERETTA, *Lucretius as Hidden Auctoritas of the Cimento*, in BERETTA – ANTONIO CLERICUZIO – LAWRENCE M. PRINCIPE (eds.), *The Accademia del Cimento and its European context*, Sagamore Beach, Science History Publications/USA, 2009, pp. 1-16; ANTONIO CLERICUZIO, *Elements, Principles and Corpuscles: A Study of Atomism and Chemistry in the Seventeenth Century*, Springer Science & Business Media, 2000, pp. 207-208; UGO BALDINI, *Giovanni Alfonso Borelli e la rivoluzione scientifica*, «Physis», 16, 1974, pp. 97-128; ORESTE TRABUCCO, *Delle cagioni delle febbri maligne, di G.A. Borelli. Una lettura contestuale*, «Giornale critico della filosofia italiana», 79, 2000, pp. 236-280; PAOLO GALLUZZI, *Giovanni Alfonso Borelli dal Cimento agli Investiganti*, in FABRIZIO LO MONACO – TORRINI (a cura di), *Galileo e Napoli*, Napoli, Guida, 1987, pp. 339-355; LUCIANO BOSCHIERO, *Experiment and Natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany*, Dordrecht, Springer, 2007, capp. 3, 6 e 8.

La risposta di Ricci è entusiastica: non si capacita di come alcuni possano aver ritenuto che lo spazio lasciato dal mercurio non fosse vuoto, propone di provare a condurre la «bellissima osservazione» con una fiamma al posto del fumo e dichiara che Thévenot e gli altri membri dell'accademia francese saranno senz'altro felici di ricevere «un'esperienza così gentile», a maggior ragione per il fatto che «porta in conseguenza la bramata comunicazione, della quale è una caparra». <sup>60</sup> Fra il settembre e l'ottobre dello stesso anno arriveranno anche i ringraziamenti di Thévenot con la promessa di un discorso sull'«esperienza graziosissima» ricevuta da Firenze: una sessione straordinaria era stata indetta a Parigi per rendere noto l'esperimento ai membri dell'accademia di Montmor che, onorati dell'inizio della comunicazione ufficiale, vogliono al più presto ripetere essi stessi l'esperimento fiorentino. <sup>61</sup>

La notizia dell'esperimento si diffonde, giungendo fra l'altro in vari modi anche a Christian Huygens. Il primo a informarlo sembra essere, da Roma, il padre gesuita Pierre Guisony che, avanzando le sue perplessità, in appendice a una lettera del 1 agosto del 1660 scrive:

Il Signor Ricci nobiluomo romano grande esperto in geometria e grande amico, mi ha detto da poco che il granduca è lieto che la sua accademia di Pisa comunichi con la nostra di Parigi e che a questo scopo le ha fatto inviare la seguente osservazione. Se con uno specchio d'acciaio si accende un corpo combustibile, abilmente sistemato nel luogo che nell'esperienza di Torricelli del sifone con il mercuriochiamiamo vuoto, il fumo anziché salire scende sul mercurio secondo la linea parabolica di Galilei. Questi Signori ne concludono contro gli aristotelici che non esiste leggerezza positiva: ciò non convince me che ci sia della pesantezza positiva. <sup>62</sup>

<sup>60</sup> Ricci a Magalotti, 10 luglio 1660, BNCF, Gal. 283, cc. 72r-73v, edito in FABRONI (*op. cit.*, nota 51), vol. 2, pp. 90-92.

<sup>61</sup> Thévenot a Leopoldo, 3 settembre 1660, BNCF, Gal. 276, cc. 57r-58v. Si veda anche Ricci a Leopoldo, 14 ottobre 1660, BNCF, Gal. 276, cc. 81r-82v, edita in FABRONI (*op. cit.*, nota 51), vol. 2, pp. 105-106.

<sup>62</sup> «Monsieur Ricci Gentilhomme Romain fort entendu en Geometrie & fort de mes amis m'a dit depuis peu, que le grand Duc est bien aise que son Academie de Pise communique aveq la nôtre de Paris, & qu'à cete fin il luy avoit faict envôier la suivante observation. Si aveq un miroir d'acier on allume un côrs combustibile, aiusté adroitement dans le lieu qu'on appelle vuide dans l'experience de Torricellj du syphon aveq le Mercure, la fumée au lieu de monter descend sur le mercure par cete ligne parabolique de Galilej. Ces Messieurs concluent par là contre les Aristoteliciens qu'il n'y à point de legereté positive; cella ne me convainct pas moy qu'il y à de la pesanteur positive». Pierre Guisony a Christiaan Huygens, 1 agosto 1660 in HUYGENS, *Oeuvres complètes* (cit. nota 50), Tome III, Correspondance 1660-1661, pp. 101-104: 104.

Huygens, la cui reazione non è nota, riceve però l'osservazione sul fumo discendente anche dallo stesso Thévenot il 5 dicembre, durante un suo soggiorno a Parigi.<sup>63</sup> Nonostante la diffusione dell'esperimento e malgrado nell'aprile dell'anno seguente Thévenot invii a Leopoldo alcune osservazioni compiute a Parigi – mostrando così di non aver perso interesse nel «commercio letterario» fra le due accademie – nessun commento sull'esperimento del fumo sembra mai raggiungere Firenze.

##### 5. LA «SCAMBIEVOLE CORRISPONDENZA» CON L'INGHILTERRA E GLI ESPERIMENTI DI BOYLE

La nomina di Magalotti come nuovo segretario dell'Accademia del Cimento sembra portare un nuovo generale interesse per le comunicazioni d'oltralpe. Non solo i fiorentini rispondono finalmente a Thévenot inviando notizie sull'esperimento, ma pochi mesi dopo cercano di stabilire una corrispondenza scientifica con l'Inghilterra. Nell'ottobre del 1660 Vincenzo Viviani scrive al diplomatico inglese Robert Southwell, in partenza dopo un breve soggiorno a Firenze, ricordandogli la sua promessa di introdurre una «scambievole corrispondenza in materie fisiche e filosofiche» fra l'accademia fiorentina e i «letterati» inglesi. Lo scambio, basato su «esperienze fatte o da farsi per la cognizione d'effetti naturali e per lo scoprimento del vero» è auspicato – sottolinea Viviani – dallo stesso Principe il quale desidererebbe in particolare stabilire una corrispondenza con Robert Boyle.<sup>64</sup> I fiorentini non ricevono risposta da Boyle a cui Southwell aveva inviato la lettera.

Viviani non fa alcun riferimento a esperimenti eseguiti a Firenze, ma la notizia dell'esperimento del fumo aveva già raggiunto Londra. Il 4 settembre del 1660 Henri Oldenburg scrive al futuro membro della *Royal Society* John Beale di essere stato informato da Parigi riguardo a un esperimento sulla combustione nel vacuo eseguito a Firenze dal Principe Leopoldo. Un esperimento, riferisce Oldenburg a Beale, che Robert Boyle sostiene di avere seguito lui stesso in modo più certo ed efficace.<sup>65</sup>

<sup>63</sup> «Tevenot m'envoya l'observation de Florence de la fumée descendante dans le vuide», HUYGENS, *Journal de Chr. Huygens. Le voyage à Paris et à Londres de 1660-1661*, in *Œuvres complètes* (cit. nota 50), Tome XXII, p. 539.

<sup>64</sup> Viviani a Southwell, 6 ottobre 1660, Ms. BL. 5, fol. 166r-167r (inoltrata a Boyle il 10 ottobre 1660). ROBERT BOYLE, *The Correspondence of Robert Boyle*, a cura di M. Hunter, A. Clericuzio, L. Principe, 6 vols., London and Burlington, VT, Pickering and Chatto, 2001, pp. 428-434. MIDDLETON, *The Experimenters* (cit. nota 52), pp. 283-284 e 389-390.

<sup>65</sup> «I must reserve a certain philosophical Experiment, wich, by notice given me there-

Nei suoi *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*,<sup>66</sup> pubblicati nell'estate di quell'anno, Boyle descrive in effetti un esperimento molto simile a quello fiorentino. Purtroppo, come nota Michael Hunter,<sup>67</sup> i manoscritti di Boyle relativi alla pubblicazione dei *New Experiments* sono quasi inesistenti. È quindi impossibile risalire al momento in cui l'esperimento è stato condotto e le sole informazioni rintracciabili sono quelle che Boyle stesso fornisce nel testo edito.

Molti sono gli elementi che accomunano il programma di Boyle e quello fiorentino. Un nuovo e diverso spazio sperimentale contraddistingue tuttavia gli esperimenti riportati nei *New Experiments*: invece di utilizzare lo strumento torricelliano, Boyle realizza i suoi esperimenti nella pompa ad aria che aveva costruito insieme a Robert Hooke modificando lo strumento ideato da Otto von Guericke.<sup>68</sup>

L'esperimento numero 15,<sup>69</sup> che chiude nel testo una serie di prove sulla combustione nello spazio vuoto, ricorda molto quello inviato dai fiorentini a Parigi. Una materia combustibile, secca e nera, era stata introdotta in uno dei contenitori più piccoli dai quali, dopo aver chiuso accuratamente il recipiente, veniva estratta l'aria. Avvicinato l'apparato alla finestra, i raggi del sole erano stati fatti convergere attraverso uno specchio ustorio sul materiale combustibile che subito aveva cominciato a emettere fumo oscurando l'intero contenitore. Ma «malgrado la nostra cura e la nostra diligenza» osserva Boyle «l'aria esterna entrava tanto velocemente che dopo diversi tentativi fummo lieti di abbandonare l'esperimento in questo recipiente e iniziammo a tentarlo nel nostro recipiente più grande».<sup>70</sup>

---

of from Paris, was made in Florence by that philosophising Prince Leopold, about the kindling combustible matter in vacuo, that is you know in a vase that is emptied of our common aire; which noble Mr Boile pretends to know [and] to have experimented himselfe in a better and surer way». Oldenburg a Beale, 4 settembre 1660, CO, vol. I, pp. 384-386.

<sup>66</sup> BOYLE, *New experiments physico-mechanicall, touching the spring of the air and its effects* (1660), in *The Works of Robert Boyle*, a cura di M. Hunter, E.B. Davis, 14 voll., London, Pickering & Chatto, 1999-2000, vol. 1, pp. 141-306.

<sup>67</sup> MICHAEL HUNTER, *Mapping the Mind of Robert Boyle: the Evidence of the Boyle Papers*, in HUNTER (ed.), *Archives of the Scientific Revolution: The Formation and Exchange of Ideas in Seventeenth-century Europe*, Woodbridge, Boydell & Brewer, 1998, pp. 121-136: 130.

<sup>68</sup> Si vedano fra gli altri: HUNTER, *Boyle: between God and science*, New Haven and London, Yale University Press, 2009, pp. 124-125; ROBERT HOOKE, *The posthumous Works*, ed. by R. Waller, London, Sam Smith, 1705; STEVEN SHAPIN – SIMON SCHAFFER, *Leviathan and the air-pump, Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, Princeton & Oxford, Princeton University Press, 2011 (1985), cap. II.

<sup>69</sup> BOYLE, *New Experiments* (cit. nota 64), pp. 191-192.

<sup>70</sup> «[...] notwithstanding all our care and diligence the externall Aire got in so fast that after diverse tryals we were fayne to leave off the Experiment in that Glasse and induc'd to make tryall of it in our great Receiver», *ibid.*, p. 191.

Il cambio di strumento non portò tuttavia risultati migliori. Difficile era collocare la materia combustibile in una posizione tale da trovarsi quasi contigua al lato del contenitore più vicino al sole e il materiale di cui il nuovo recipiente era costituito era meno puro e meno diafano. Di fatto, non fu nemmeno possibile innescare il fumo e l'esperimento è esplicitamente presentato come non riuscito.<sup>71</sup>

Nelle corrispondenze di Oldenburg e Boyle non c'è traccia dell'effettivo invio dell'esperimento da Parigi. Non è quindi possibile ricostruire da chi il futuro segretario della *Royal Society* avesse ricevuto l'informazione<sup>72</sup> né in che forma l'avesse ottenuta e trasmessa a sua volta a Boyle.

Se dunque Boyle sostiene, come scrive Oldenburg, di aver eseguito l'esperimento «fiorentino» in modo più efficace e sicuro, non si riferisce necessariamente al tentativo di bruciare materia infiammabile nel vuoto attraverso la conversione di raggi solari con lo specchio ustorio.

Gli esperimenti volti a indagare il processo di combustione nello spazio vuoto costituiscono una parte importante dei *New Experiments*. Come gli accademici di Firenze, anche Boyle aveva testato più sostanze e procedure. Con l'estrazione dell'aria dal recipiente, la fiamma di una candela posta al suo interno si spegneva e il fumo prodotto, osservato in esperimenti molto diversi, si dirigeva in alcuni casi verso l'alto per poi ricadere verso il basso lungo i lati del recipiente, in altri compiva movimenti incerti in ogni direzione, in altri ancora non veniva percepito per nulla.

L'impossibilità di osservare il movimento del fumo prodotto per combustione, aveva spinto Boyle a esplorare nuove vie. L'esperimento numero 29 dei 43 che compongono il testo del 1660 ha come obiettivo quello di esaminare come l'aria influisca sull'ascendere di vapori e esalazioni confutando la nozione peripatetica di «leggerezza positiva».<sup>73</sup> Non

<sup>71</sup> Shapin e Schaffer sottolineano l'importanza e il ruolo che gli esperimenti senza successo svolgono nell'opera di Boyle: assicurano l'affidabilità dello sperimentatore, pronto a raccontare anche i suoi insuccessi senza tacere o raggirare i fallimenti, forniscono ad altri le basi per perfezionare gli esperimenti in questione e confortano i neofiti i cui tentativi non sempre incontrano immediatamente i risultati sperati. Si veda in particolare: SHAPIN, SCHAFFER, *Leviathan and the air-pump* (cit. nota 66), pp. 40, 48, 64-65, 185-187, 191-192, 198-201; si rimanda anche a BOYLE, *The First Essay, of the Unsuccessfulness of Experiments* and *The Second Essay, of Unsuccessful Experiments*, in BOYLE, *The Works of Robert Boyle* (cit. nota 64), vol. 2, pp. 37-57.

<sup>72</sup> Thévenot non figura fra i corrispondenti di Oldenburg e il principale tramite con l'accademia di Montmor sembra essere Huygens che all'epoca aveva però ricevuto notizia dell'esperimento solo in poche righe da Guysoni.

<sup>73</sup> «It may not a little conduce to the clearer explication of divers Points in the Doctrine of Meteors, and perhaps of some other Physiological difficulties, to discover what the Air

potendo illustrare la questione osservando il moto del fumo originato da corpi accesi nel recipiente svuotato (con l'esclusione dell'aria, il fumo di tali corpi cessava),<sup>74</sup> Boyle ricorre alle esalazioni prodotte da un «una certa sostanza liquida» che aveva preparato diversi anni prima per altri scopi.

Benché composta principalmente da metalli pesanti, questa sostanza era tale che quando il contenitore veniva chiuso sia essa che il vetro che la conteneva si mostravano trasparenti. Tolto il coperchio e dato accesso all'aria esterna, il liquido emanava però un fumo spesso e bianco che cessava solo una volta richiuso il recipiente. Boyle aveva quindi inserito nella sua pompa ad aria una fiala destinata a contenere il liquido. Del piombo, posto nel fondo della fiala, permetteva di tenerla salda alla base del recipiente e un filo univa il tappo di sughero con cui sarebbe stata chiusa con il coperchio della pompa pneumatica. Inserito quindi il «liquore» nella fiala, questa veniva chiusa con il tappo, l'aria estratta dal grande contenitore e il tappo di sughero rimosso dall'esterno attraverso il filo. Il fumo bianco sprigionato dal liquido anziché salire all'interno del contenitore, scendeva al suo interno lungo i lati della fiala fino alla sua base, dimostrando quanto ci si attendeva: in un medium più sottile di essi, i fumi e le esalazioni possono tendere verso il basso. Questa la conclusione a cui giungeva Boyle alla fine dell'esperimento, dichiarando di non aver il tempo in quella sede per riflessioni ulteriori.

Non ci sono tracce di comunicazioni fra Boyle e i fiorentini prima dell'esecuzione degli esperimenti.<sup>75</sup> I *New Experiments*, nella versione la-

---

doth to the motion of those Steams or Exhalations that ascend into it, namely, Whether they mount upwards by virtue of any such positive levity (as some Peripateticks speak) acquir'd together with their Aërial nature, as inables them to pierce through part of the Atmosphere, and over-come its resistance». BOYLE, *New Experiments* (cit. nota 65), p. 234. Benché al centro dell'interesse di Boyle sia soprattutto la natura e composizione dell'atmosfera, il problema della leggerezza positiva è qui esplicitamente evocato come in altri testi del filosofo inglese; si vedano in particolare a questo proposito i saggi *New experiments of the Positive or Relative Levity of Bodies under Water* (1672) e *A free Enquiry into the Received Notion of Nature* (1686), in BOYLE, *The Works of Robert Boyle* (cit. nota 65), vol. 7, pp. 632-639 e vol. 10, pp. 445-581: 491; ma anche il n. 9 dei suoi *Hydrostatical Paradoxes* (1666, *ibid.*, vol 5, pp. 189-279) e l'*Hydrostatical Discourse* scritto in risposta a Henry More (1672).

<sup>74</sup> «We hop'd to illustrate this matter, by observing the motion of the smoke, proceeding from kindled or flaming Bodies in our exhausted Receiver. But as we formerly noted, upon the exsuction of the Air, the smoking of those Bodies presently ceas'd», *ibid.*

<sup>75</sup> Nessun riferimento all'esperimento è rintracciabile nelle corrispondenze di Southwell, Finch o Baynes che spesso avevano svolto ruoli da intermediari fra il gruppo fiorentino e l'Inghilterra. Si vedano in particolare a questo proposito: SUSANA GÓMEZ LÓPEZ, *The Royal Society and Post-Galilean Science in Italy*, «Notes and Records of the Royal Society of London», Vol. 51, No. 1 (Jan. 1997), pp. 35-44; VERONICA CAMPINOTI, *Tra Studio e Corte: John Finch, Thomas Baines e la Toscana*, in FERDINANDO ABBRI – MASSIMO BUCCIANINI, *Toscana*

tina, vengono inviati a Firenze, attraverso Oldenburg solo alla fine del 1661, provocando l'amara reazione di Borelli, che vi vede molte delle cose sperimentate nell'accademia fiorentina<sup>76</sup> ma anche un'intensa attività di ripetizione degli esperimenti londinesi a Palazzo Pitti. Diversi sono i richiami a Boyle non solo, a partire dal 1662, nei diari del Cimento ma anche nella pubblicazione che vedrà la luce solo nel 1667. Nessuno di questi si riferisce all'osservazione del fumo nel vuoto.

#### 6. I SAGGI DI NATURALI ESPERIENZE: DALLA «LEGGEREZZA POSITIVA» ALLE «ESPERIENZE VARIE FATTE NEL VOTO»

L'esperimento fiorentino viene pubblicato ufficialmente nel 1667. Le «esperienze del moto del fumo nello spazio vuoto» fanno infatti parte di uno dei dodici gruppi di esperimenti che compongono i *Saggi di Naturali Esperienze*. Concepiti come presentazione ufficiale del lavoro accademico, i *Saggi* vengono redatti almeno a partire dal 1662 dal segretario Lorenzo Magalotti con un susseguirsi di bozze, modifiche e correzioni, che coinvolge anche molti dei membri o degli «amici» dell'accademia.

Nel gruppo di scritture che sembrano esser state raccolte da Magalotti per la compilazione di una prima bozza del volume,<sup>77</sup> l'esperimento è presentato in modo del tutto simile alla descrizione che ne era stata fatta per l'invio in Francia: obiettivo esplicito è la confutazione dell'idea scolastica secondo cui i corpi leggeri possiedono un principio intrinseco di leggerezza e l'efficacia dell'esperimento si basa sul presupposto che lo spazio lasciato libero dal mercurio nel tubo sia vuoto.<sup>78</sup> Poche sono le

---

*e Europa: Nuova scienza e filosofia tra '600 e '700*, Milano, Franco Angeli, 2006, pp. 149-175; MORDECHAI FEINGOLD, *The Accademia del Cimento and the Royal Society*, in *The Accademia del Cimento and its European context* (cit. nota 58), pp. 229-242; BOSCHIERO, *Robert Southwell and Vincenzio Viviani: Their friendship and an attempt at Italian-English scientific collaboration*, «Parrergon», Vol. 26, N. 2, 2009, pp. 87-108.

<sup>76</sup> «Intorno al Boile io l'ho visto con dispiacere perché ci sono molte cose della nostra accademia». Giovanni Alfonso Borelli a Marcello Malpighi, 21 luglio 1662. MIDDLETON, *The experimenters* (cit. nota 52), p. 333.

<sup>77</sup> Si veda per esempio GIORGIO ABETTI – PIETRO PAGNINI (a cura di), *Le opere dei discepoli di Galileo*, vol. I, L'Accademia del Cimento, pp. 59-60.

<sup>78</sup> «Supposto che l'ascendere di quei corpi che leggieri, non derivi come altri affermano da un intrinseco lor principio, ma bensì dallo scacciamento dei mezzi ambienti in specie più gravi, e che in tal maniera per esempio si sollevi il fumo per l'aria, ne veniva per necessaria conseguenza che havendosi questo a muovere in uno spazio vuoto, quale si crede quello che lascia nei soliti vasi l'argento vivo nell'abbassarsi, dovrebbe anch'egli non altrimenti che gli altri gravi discendere. Per evidenza di ciò sia il vaso di cristallo [...]». BNCF, Gal. 263, c. 79r-v.

modifiche al testo, la principale è l'omissione del nome di Borelli come promotore dell'esperimento all'Accademia, un aspetto che, per inciso, sembra avvalorare l'ipotesi che le minute costituiscano effettivamente uno degli estratti dai verbali delle adunanze serviti da materiale per la compilazione dei *Saggi*.<sup>79</sup>

Già a partire dalla prima stesura sottoposta da Magalotti agli accademici e all'amico Michelangelo Ricci, l'esperimento assume una forma diversa. Benché una sezione sia dedicata alle «Esperienze per provare che non vi è leggerezza positiva», l'esperimento del «fumo discendente» è inserito in una «miscellanea d'esperienze operate nel vuoto». <sup>80</sup> Pur presente in testa alla descrizione dell'esperimento, l'introduzione che lo aveva accompagnato sia nella lettera per la Francia che negli appunti di Magalotti è smorzata da una postilla in margine al testo: accanto all'affermazione secondo cui il fumo si sarebbe trovato a muoversi in uno spazio vuoto lo stesso Magalotti aggiunge «o in altro mezzo assai più leggero dell'aria». L'addolcimento delle asserzioni non è probabilmente considerato sufficiente e, nella versione inviata per le correzioni e i commenti,<sup>81</sup> l'intera sentenza risulta cassata. Queste poche righe, che davano all'osservazione del fumo un'esplicita e duplice connotazione teorica – contro la nozione aristotelica di *levitas absoluta*, ma anche a favore del vuoto – spariscono completamente a partire dalla seconda stesura dei *Saggi*.

Nella versione finale del volume l'esperimento è presentato in modo del tutto descrittivo in meno di mezza pagina senza che si faccia accenno né alla «leggerezza positiva» né al problema del vuoto:

Nella palla del vaso AB s'attacchi una pastiglia nera o altro bitume di colore scuro, in cui il fuoco agevolmente s'apprenda. Dipoi, fatto il voto, si procuri d'accenderla allo splendor del sole con lo specchio ardente. Vedrassi subito levare il fumo, il quale in vece di sollevarsi, com'è suo solito, appena staccato dalla pastiglia discende, formando com'un zampillo di fonte la sua parabola. Data l'aria e tornato ad eccitare il fumo, si leva subito in alto verso la sommità della palla.<sup>82</sup>

La storiografia recente ha molto insistito sullo stile neutrale ed edulcorato dell'opera pubblicata dagli accademici. C'è chi ha visto nella pe-

<sup>79</sup> Una delle caratteristiche del volume è infatti l'assenza di qualunque riferimento ai nomi degli accademici e la presentazione degli esperimenti come frutto di un lavoro comune e tendenzialmente omogeneo.

<sup>80</sup> Cfr. BNCF, Gal. 265, c. 141r-v.

<sup>81</sup> BNCF, Gal. 266.

<sup>82</sup> MAGALOTTI, *Saggi di Naturali Esperienze* (cit. nota 26), p. 33.



culiare attitudine sperimentale del Cimento incarnata dai *Saggi* solo una risposta ai timori derivanti dalla difficile eredità di Galileo in Toscana.<sup>83</sup> Altri hanno ipotizzato che la necessità di attenersi ai «fatti» possa essere stata la naturale conseguenza dell'opposizione, all'interno dell'accademia, fra «aristotelici» e «galileiani»<sup>84</sup> o del particolare ruolo del Principe Leopoldo, protettore e insieme membro attivo del gruppo.<sup>85</sup> C'è infine chi ha sottolineato come l'attenta esclusione dal discorso scientifico di ogni argomento con risvolti metafisici e teologici accomunasse diverse istituzioni del tempo, anche in contesti molto diversi e meno soggetti alle pressioni della censura.<sup>86</sup>

Poca attenzione è stata data ad alcune prese di posizioni teoriche pur presenti all'interno dei *Saggi* e ai meccanismi che hanno accompagnato la pubblicazione dei singoli esperimenti. In questo senso, l'esperimento del fumo discendente si rivela particolarmente interessante. Benché l'esperimento appaia nel volume completamente spogliato di ogni interpretazione teorica, una sezione esplicitamente dedicata alle «esperienze per provare che non v'è leggerezza positiva» mette apertamente in discussione l'esistenza di una differenza qualitativa e intrinseca fra corpi leggeri e pesanti.

È antica e famosa quistione se quelle cose che leggiere comunemente si chiamano lo siano di lor natura, e vadano di propria voglia all'insù, o vero non altro sia il loro salire che uno scacciamento fatto di esse dalle cose più gravi; le quali avendo più vigore e più lena per discendere e posarsi più abbasso, te le spremano (per così dire) e costringano a andare in alto. Questa dottrina, la quale più particolarmente pare che abbia preso piede ne' tempi moderni, non fu del tutto ignota agli antichi; anzi da molti filosofi di que' secoli, tra' quali più apertamente da Platone nel Timeo, viene con ragionevoli fondamenti asserita.<sup>87</sup>

<sup>83</sup> Si veda soprattutto MIDDLETON, *The Experimenters* (cit. nota 52), p. 333.

<sup>84</sup> Si veda in particolare GALLUZZI, *L'Accademia del Cimento: 'gusti' del principe, filosofia e ideologia dell'esperimento*, «Quaderni Storici», vol. 48, 1981, pp. 788-844 e BOSCHIERO, *Experiment and Natural Philosophy* (cit. nota 59).

<sup>85</sup> MARIO BIAGIOLI, *Scientific Revolution, Social Bricolage, and Etiquette*, in ROY PORTER – MIKULAS TEICH (eds.), *The Scientific Revolution in National Context*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 11-54; BIAGIOLI, *Etiquette, Interdependence, and Sociability in Seventeenth-Century Science*, «Critical Inquiry», vol. 22, No. 2 (Winter, 1996), pp. 193-238.

<sup>86</sup> Si veda UGO BALDINI, *La scuola galileiana*, in *Storia d'Italia*. Annali 3. Scienza e tecnica nella cultura e nella società dal Rinascimento a oggi, Torino, Einaudi, 1980, pp. 383-463, pp. 405-420 e, almeno in parte, GALLUZZI, *L'Accademia del Cimento* (cit. nota 84), pp. 800-815.

<sup>87</sup> MAGALOTTI, *Saggi di Naturali Esperienze* (cit. nota 26), p. 207.

Il fatto che Aristotele non sia mai nominato nel volume non rende meno netta la presa di posizione. Due esperimenti sono proposti e descritti nella sezione. Benché Platone sia l'unico autore esplicitamente citato, il riferimento ad Archimede è ancora una volta evidente. Nel primo, un cilindro di legno viene fatto aderire a un piano di metallo e la base del cilindro viene circondata da mercurio per evitare che l'aria si possa infiltrare fra il piatto e il cilindro. Attraverso una bilancia viene dunque misurata la forza necessaria a sollevare il cilindro dal piatto, supposta uguale o maggiore al suo peso più la forza «del tocco o repugnanza al voto o altra forza diversamente interpretata». <sup>88</sup> Questa forza viene quindi paragonata a quella necessaria a impedire il galleggiamento dello stesso cilindro in un recipiente pieno di mercurio. A tale scopo dei pesi vengono posti successivamente sopra il cilindro finché la sua base non tocca il fondo del recipiente. La «forza sollevante, che si suppone di Leggerezza», data dal peso necessario a contrastare il galleggiamento del cilindro nel mercurio, si rivela maggiore di quella di «attaccamento» misurata in precedenza. Tolti i pesi dal cilindro, questo dovrebbe dunque – libero da qualunque forza imposta dall'esterno e lasciato alle sole forze naturali – tornare a galla in virtù della forza di leggerezza. Ciò non accade e gli accademici concludono che a spingere il corpo a sollevarsi all'interno di un liquido non può dunque essere «un'interna virtù positiva detta Leggerezza». Il secondo, che porta alle stesse conclusioni, è effettuato in modo simile inserendo una palla d'avorio in un vaso di legno nella cui base era stato scavato un emisfero in modo tale che la palla vi aderisse perfettamente.

I due esperimenti, proposti anche questi da Alfonso Borelli, <sup>89</sup> non sono presenti nei diari. Accorpati all'esperienza del fumo discendente nelle prime minute di Magalotti, non subiscono modifiche rilevanti durante il processo di stesura e correzione dei *Saggi*. Dei tre presenti nelle prime minute, solo l'esperimento del fumo viene privato di ogni riferimento teorico e spostato in una generica sezione di «esperienze varie fatte nel voto».

La postilla aggiunta alla prima stesura del volume per mitigare le affermazioni sul vuoto e il fatto che entrambi gli esperimenti presentati nei *Saggi* contro la leggerezza positiva si svolgano fuori dal tubo torri-

<sup>88</sup> *Ibid.*, p. 210.

<sup>89</sup> È quanto Borelli dichiara nel *De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*: ALFONSO BORELLI, *De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*, Regio Iulio, In Officina Dominici Ferri, 1670 (si veda cap. IV, in part. pp. 103-104). Gli esperimenti compaiono inoltre in manoscritto non datato e di mano ignota sotto il titolo *Contro la leggerezza positiva. Del Signor Dottor Giovanni Alfonso Borelli. Ipotesi manifesta al senso*. BNCF, Gal. 268, cc. 117r-118r.

celliano e non richiedano assunzioni particolari rispetto alla questione del vuoto, portano a pensare che alla base della scelta di Magalotti siano proprio le difficoltà insite al problema della natura del vuoto.

Questa ipotesi trova un'ulteriore conferma nelle precisazioni inserite nei *Saggi* dopo la descrizione dell'esperimento di Torricelli:

Su questo fondamento chiameremo da qui avanti per maggior brevità lo spazio A F, ed ogni altro che sia lasciato in simili vasi dall'argento vivo nel suo discendere, luogo o spazio voto, cioè voto d'aria; per lo meno di quella che, non punto alterata dallo stato suo naturale, circonda la canna, e stassi libera in sua regione. Non si presume già d'escluderne o 'l fuoco o la luce o l'etere o altre sottilissime sustanze le quali, o in parte con finissimo spargimento di minimi spazzi vacui, o in tutto quello spazio che si chiama voto empiedo, altri vi vogliono. Conciossiacosaché sia stato solamente nostro intento discorrere sopra lo spazio pieno d'argento, ed intendere la vera cagione del meraviglioso libramento di quel peso, con animo di non imprendere mai briga con gl'impugnatori del voto.<sup>90</sup>

Sebbene in più punti venga sottolineato come obiettivo del volume sia quello di «storicamente narrare» senza «voler intraprendere mai brighe con alcuno, entrando in sottigliezza di dispute, o in picca di contraddizioni»,<sup>91</sup> questo è l'unico caso in cui viene esplicitamente e preventivamente dichiarata una neutralità rispetto a una particolare questione.

Proprio nell'introdurre le esperienze nel vuoto, vengono anzi tratte considerazioni sulle ragioni che impediscono al mercurio di scendere completamente nel tubo e si sottolinea come una grande quantità di esperimenti che concorrono allo stesso risultato possano avvicinare a conoscere anche «quelle cose ove a' nostr'occhi alcun lampo di geometria non risplende»:

Dalla serie delle narrate esperienze pareva oramai stabilito a bastanza il concetto del Torricelli, del premer dell'aria sopra le cose inferiori. Il che quantunque sia ardito e pieno di pericolo ad asserire di quelle cose ove a' nostr'occhi alcun lampo di Geometria non risplende, pure né l'ardire è mai sì degno di scusa, né 'l pericolo è più sicuro a schivarsi che allora che solamente per via di molte e tutte concordi esperienze cammina nostro intelletto al conseguimento del suo desiderio; al quale tuttoché alle volte non giunga, pure nell'appressarsigli tanto quanto s'appaga.

Parendo adunque da' soprammentovati effetti aver guadagnato qualche ragionevole probabilità di sì fatta pressione, fu giudicato che non sarebbe del tut-

<sup>90</sup> MAGALOTTI, *Saggi di naturali esperienze* (cit. nota 26), pp. 28-29.

<sup>91</sup> *Ibid.*, p. 30.

to opera perduta l'andar vedendo con varie sperienze nel voto, se le operazioni loro riuscisser contrarie o in qualche parte diverse da quelle ch'elle si mostrano circondate dall'aria.<sup>92</sup>

Non manca inoltre un riferimento all'obiettivo degli esperimenti condotti nel tubo torricelliano: verificare se nello spazio lasciato vuoto dal mercurio, i fenomeni conosciuti nell'aria si presentino in maniera diversa o addirittura contraria. Seguono dodici esperienze, tante quante le «molti e tutte concordi» che avevano permesso di guadagnare una «ragionevole probabilità» riguardo alla pressione dell'aria. In nessuna di esse è però presente la minima traccia di un tentativo di spiegazione, dell'esistenza di un dibattito all'interno dell'Accademia o anche solo un riferimento a interpretazioni di altri: si tratta di una delle sezioni dei *Saggi* più freddamente incentrata sulla pura descrizione sperimentale.

Se gli accademici dichiarano esplicitamente la loro neutralità rispetto alla questione del vuoto, astenendosi poi da qualunque interpretazione, lo stesso non avviene come si è visto per altri problemi pur strettamente legati alla dottrina aristotelica. L'opposizione alla nozione peripatetica di *levitas absoluta* è esplicita nel testo, sia negando che i corpi siano spinti verso l'alto per un loro principio intrinseco, sia invocando il peso dell'aria per spiegare lo stabilizzarsi del mercurio nel tubo torricelliano. Ma Aristotele è messo in discussione anche in relazione ai molti esperimenti sugli effetti del caldo e del freddo. Benché i *Saggi* si presentino essenzialmente come un racconto sperimentale, principalmente incentrato su una neutra descrizione di come gli esperimenti erano stati eseguiti all'interno dell'Accademia, alcune importanti prese di posizione sono dunque presenti nel testo. Anche il caso del vuoto è in questo senso interessante.

L'esplicita presa di distanza rispetto al problema nel volume, la postilla aggiunta da Magalotti ai suoi primi appunti sull'esperimento del fumo discendente e le modifiche da questo subite dall'invio ufficiale in Francia alla pubblicazione nei *Saggi*, mostrano come gli accademici fossero ben consci delle interpretazioni anti-aristoteliche dei loro esperimenti e come la neutralità rispetto al vuoto, non solo rappresenti una sorta di eccezione nel testo, ma sia stata principalmente dettata da timori legati alle possibili reazioni della Chiesa su un problema particolarmente delicato e non al disaccordo fra gli accademici. Invocati da alcuni per spiegare la presunta neutralità dei *Saggi*, i contrasti d'opinione in seno all'Accademia non avevano infatti impedito una presa di posizione nei confronti del pur discusso e delicato problema della pressione dell'aria.

---

<sup>92</sup> *Ibid.*, p. 77.

## 7. BORELLI E LE RATIONES PHILOSOPHICAE DELL'ESPERIMENTO

L'esperimento è ripresentato pochi anni dopo anche dal suo proponente a Firenze: Giovanni Alfonso Borelli. Ormai lasciata la Toscana per rientrare a Messina (dove, docente di matematiche e membro dell'ac-

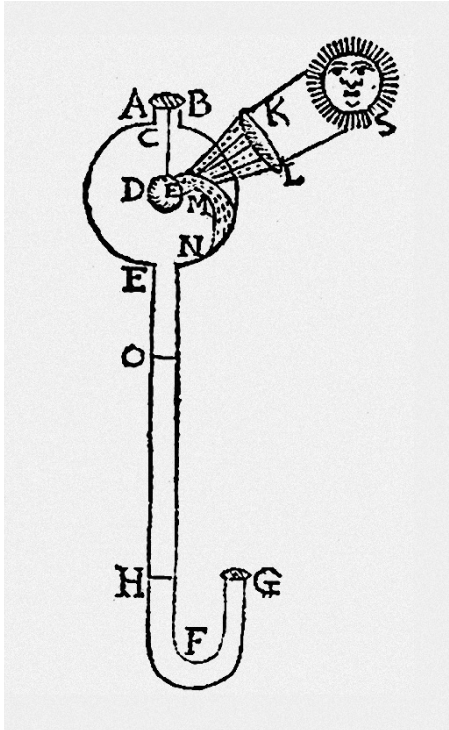


Fig. 3. G.A. BORELLI, *De motionibus*.

cademia cittadina, aveva lavorato prima della sua esperienza fiorentina), Borelli pubblica il suo *De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus*.<sup>93</sup> Già nel 1667, aveva fatto stampare a Bologna il *De vi percussionis*,<sup>94</sup> in cui sviluppava alcune delle ricerche effettuate all'interno dell'Accademia. Come emerge dalla lettera dedicatoria al marchese d'Arena e protettore dell'accademia degli Investiganti,<sup>95</sup> Andrea Conclubet, il *De motionibus* ha, rispetto al Cimento, un obiettivo ancora più esplicito: fornire le «rationes philosophicae» degli esperimenti svolti nell'accademia fiorentina.<sup>96</sup> Uno di questi è l'esperimento del fumo nel vuoto torricelliano. La proposizione LXII annuncia infatti che il fatto che il fuoco ascenda non per una sua intrinseca leggerezza ma dall'estrusione dell'aria

<sup>93</sup> BORELLI, *De motionibus*, cit., nota 89.

<sup>94</sup> BORELLI, *De vi percussionis*, Bononiae, Ex Typographia Iacobi Montij, 1667.

<sup>95</sup> Cfr. MAURIZIO TORRINI, *L'Accademia degli investiganti*, «Quaderni storici», 48, 1981, p. 875.

<sup>96</sup> «[...] tibi ecce Vir Excellentissime offero hoc meum Opus de Naturalibus Motionibus à grauitate pendentibus, quem est secundum præcedentium Doctrinam de Animalium motibus, in quo rationes Philosophicæ, quæ plurimorum Experimentorum naturalium afferuntur, quæ Florentiæ in Academia Experimentalis Mediceæ Vidi, pariterque accuratissime sunt obseruata in tua Neapolitana: Tu siquidem, Vir Optimè, in hoc libro aliqua reperies, quæ naturalem Scientiam, cuius sanè studio impensè teneris, promouere valeant, iis fruiere, et Vale». BORELLI, *De motionibus*, cit., nota 89, p. 3.

circostante è dimostrato dall'esempio del fumo discendente nel vuoto Torricelliano. Borelli sottolinea che si tratta di un esperimento da lui ideato, da lui comunicato al cardinale Leopoldo de Medici, poi comprovato nell'Accademia Sperimentale Medicea e infine divulgato all'estero attraverso epistole.<sup>97</sup>

La descrizione dell'esperimento e dei suoi effetti non differisce in modo sostanziale da quella fornita nei *Saggi*. Due aspetti contraddistinguono però l'esposizione di Borelli del 1670: la rivendicazione dell'esperimento e il suo dichiarato inserimento nel contesto di un'anti-peripatetica confutazione della *levitas absoluta*.

Come si è visto, una delle caratteristiche stilistiche dell'opera a stampa del Cimento era stata l'eliminazione dal testo di ogni riferimento specifico agli sperimentatori o ai promotori degli esperimenti. Ogni «esperienza» era stata presentata come frutto del lavoro di un gruppo e i nomi dei membri non figuravano nemmeno quando a essere esposto era un esperimento proposto da un singolo. Benché dalla corrispondenza non emergano lamentele o proposte alternative riguardo alla pubblicazione, non mancano già nel corso dell'attività del Cimento dichiarazioni di paternità rispetto all'ideazione o all'esecuzione di singoli esperimenti e i timori di Borelli rispetto al fatto che qualcuno potesse impossessarsi di sue invenzioni erano chiaramente emersi anche dalle perplessità manifestate al Principe Leopoldo rispetto all'opportunità di stabilire una corrispondenza con la Francia.

Uno degli obiettivi di Borelli è quindi senz'altro quello di rivendicare il suo ruolo all'interno delle esperienze condotte nell'accademia. Con la sua pubblicazione nei *Saggi*, l'esperimento del fumo nel vuoto era stato però anche spogliato del suo esplicito proposito, della sua «ratio philosophica». Fra le «proposte di esperienze da farsi» conservate nei manoscritti dell'accademia del Cimento si trova anche una nota di Borelli che suggerisce «per provare che non vi sia leggerezza positiva» l'esperimento del fumo, descrivendone la procedura e i risultati attesi:

Dico che il fumo di detta polvere accesa si moverà sfericamente, e non ascenderà in su verso la bocca AB. Ma dovrebbe seguire il contrario quando detto fumo avesse un interno principio detto leggerezza di moversi all'insu.<sup>98</sup>

<sup>97</sup> «Sed quòd reuerà ignis moueatur sursum per extrusionem ambientis aeris, non autem ascendat sponte propria virtute euidentissimè percipitur eg hoc meo experimento, quem Florentiè Serenissimo Leopoldo Cardinali Mediceo communicauì, comprobatumque fuit in Academia Experimentalì Medicea, & demum Exteris per Epistolas diuulgatum fuit», *ibid.*, p. 128.

<sup>98</sup> BNCF, Gal. 268, c. 116r.

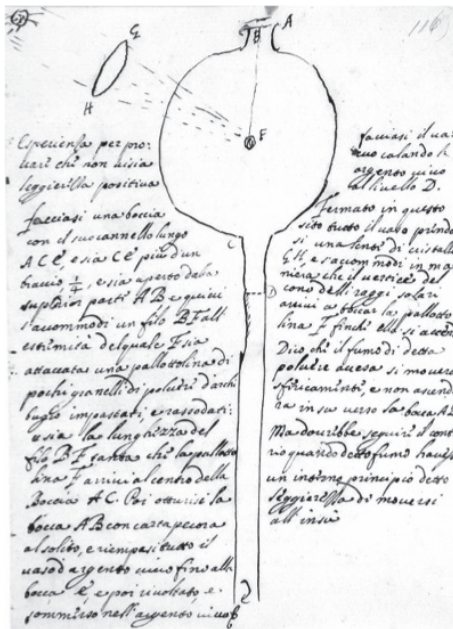


Fig. 4. BNCF, Gal. 268, c. 116r.

È questa l'idea ripresa e sviluppata nel *De motionibus*. Se è vero ciò che sostengono i peripatetici, che il fumo cioè non è meno leggero della fiamma e che si muove spontaneamente verso l'alto spinto da un suo naturale principio, allora in uno spazio vuoto (o in cui l'aria non risiede se non estremamente rarefatta ed espansa) il fumo dovrebbe ascendere con forza maggiore e, senza incontrare ostacoli, più facilmente e liberamente salire verso il suo luogo naturale. Impossibile sarebbe il contrario. Ma nello strumento torricelliano il fumo «a guisa d'uno zampillo d'acqua discende». Seguendo i peripatetici, si dovrebbe dunque dedurre che il fumo non è leggero ma, piuttosto, pesante. Solo scartando

l'idea di un principio intrinseco di leggerezza e adottando una teoria meccanica secondo cui le sostanze più pesanti spingono le più leggere è possibile spiegare il fatto che lo stesso fumo che nel vuoto torricelliano si dirige verso il basso, fuori dal contesto sperimentale sale verso l'alto. Borelli non usa l'esperimento a favore del vuoto e laddove fa riferimento allo spazio lasciato vuoto dal mercurio precisa accuratamente ogni volta – seguendo in questo la strategia di Magalotti nei *Saggi* – che potrebbe trattarsi di aria estremamente rarefatta. Benché non prenda una netta posizione rispetto al vuoto, Borelli non rinuncia tuttavia a riproporre l'esperimento per chiarirne lo scopo e gli obiettivi originari.

L'importanza che Borelli attribuisce fin dall'inizio all'esperimento per confutare l'esistenza di una leggerezza intrinseca dei corpi emerge infatti chiaramente anche dalla sua corrispondenza con il medico bolognese Marcello Malpighi. Il 12 giugno del 1660, annunciando all'amico la riapertura dell'Accademia del Cimento, Borelli comunica con entusiasmo che «si vanno continuamente mettendo in campo cose curiose e belle» e sceglie di riportare a Malpighi proprio l'esperienza del fumo, eseguita su sua proposta quella stessa mattina dagli accademici:

[...] Qui poi è vero, che s'è ripresa l'Accademia con mia soddisfazione; e si vanno continuamente mettendo in campo cose curiose, e belle e le dirò una sperienza mia, fatta questa mattina, per la quale evidentemente si conchiude, che non si dia leggerezza positiva; ma che 'l fuoco, e quei che son chiamati leggieri vadino allo 'nsù, spinti dalla compressione de i fluidi più gravi, qual è l'aria in rispetto del fuoco, e l'acqua in rispetto del legno. La sperienza è stata questa. Ho fatto accomodare una boccia di vetro all'estremità d'un' cannello similmente di vetro, lungo un' braccio, e mezzo: ed in detta boccia di vetro v'ho fatto accomodare appiccata, ad un' ferro filato una pallina d'incenso, et altre materie atte à far' fumo: poi feci riempire la boccia, et il' cannello d'Argento vivo, e rivoltata con la bocca 'n giù sommersa sotto il' livello d'un altro vaso pien' d'argento vivo, si fece il' solito vacuo d'aria nella boccia superiore di detto instrumento in maniera, che la pallina d'incenso rimaneva nel' vacuo; o per dir' meglio dove non era punto d'aria: poi con una lente cristallina, et anche con uno specchio ustorio, si mandavano i raggi del' sole uniti dentro la boccia precisamente sopra la detta pallina d'incenso, dall'unione die quali raggi prima si riscaldò, e poi cominciò ad uscir' fuori il' fumo, e si vide con estrema meraviglia de' circostanti, conforme io avevo predetto, che 'l fumo dovea prima zampillare perpendicolarmente alla superficie della pallina, mà che poi dovea torcere 'l moto allo 'ngiù, e non allo 'nsù: e così de facto succedette; a punto come fanno i zampilli della fonti obliqui, i quali dopo usciti da' forami torcono allo 'ngiù. Ed eccole, o mio Signore, un'evidentissima prova, che non si dia levità. [...]<sup>99</sup>

Nel luglio dello stesso anno, poco dopo l'invio dell'esperimento in Francia da parte di Magalotti, Borelli rivela a Malpighi che anche l'aristotelico Alessandro Marsili,<sup>100</sup> che ogni mattina partecipa alle sessioni accademiche, benché forse non parli «ex corde», si dice finalmente persuaso del fatto che l'esperimento del fumo nel vuoto dimostri chiaramente l'inesistenza di un principio intrinseco di leggerezza nei corpi.<sup>101</sup>

<sup>99</sup> Borelli a Malpighi, 12 giugno 1660: Bologna, Biblioteca Universitaria, MS (LS) 2085, IX, cc. 17-18, edita in MARCELLO MALPIGHI, *The correspondence of Marcello Malpighi*, a cura di H.B. Adelman, Ithaca and London, Cornell University Press, 1975, vol. 1 (1658-1669), pp. 36-37.

<sup>100</sup> Sull'aristotelismo di Alessandro Marsili si vedano in particolare GALLUZZI, *L'Accademia del Cimento* (cit. nota 84), *passim* e BOSCHIERO, *Experiment and Natural Philosophy* (cit. nota 59), pp. 94-98.

<sup>101</sup> «[...] Qui si ritrova il Signore Alessandro Marsili, e viene ogni mattina alla nostra accademia di Palazzo et non so se parli ex corde quando dice essersi finalmente persuaso dalla mia esperienza dimostrativa non darsi legierezza positiva. [...]». Borelli a Malpighi, 31 luglio 1660: Bologna, Biblioteca Universitaria, MS (LS) 2085, IX, c. 19, edita in MALPIGHI, *The correspondence* (cit. nota 93), p. 38.



FINITO DI STAMPARE  
PER CONTO DI LEO S. OLSCHKI EDITORE  
PRESSO ABC TIPOGRAFIA • SESTO FIORENTINO (FI)  
NEL MESE DI OTTOBRE 2016

ISSN 1971-6052