

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITY OF BOLOGNA

School of Science
Department of Physics and Astronomy
Master Degree in Physics

Teoria ed esperienze nella fisica del Settecento:
Elettricità e magnetismo nello *Specimen*
Experimentorum Naturalium di Carlo Alfonso
Guadagni

Supervisor:
Prof. Eugenio Bertozzi

Submitted by:
Erica Rocca

Academic Year 2024/2025

Abstract

Nel presente lavoro si analizza lo *Specimen Experimentorum Naturalium* di Carlo Alfonso Guadagni, un manuale didattico di fine Settecento, preso come documento simbolo del mutamento epistemologico e paradigmatico che caratterizzò la scienza italiana ed europea del XVIII secolo. L'analisi si inserisce nel contesto dei Gabinetti di Fisica europei, primi fautori dell'evoluzione del rapporto tra il sapere teorico e la pratica sperimentale, con particolare interesse per il Gabinetto di Lord Cowper, lo scenario principale della formazione e dell'attività di Guadagni.

Da un'analisi interdisciplinare sui temi dell'elettricità e del magnetismo, coniugando la discourse analysis, lo studio della cultura materiale e la contestualizzazione storico-scientifica del lavoro, emerge che lo *Specimen* viene proposto come un sofisticato dispositivo di legittimazione epistemica. La teoria viene subordinata alla pratica sperimentale che, a sua volta, viene resa oggettiva grazie a una estesa opera di messa in risalto degli apparati strumentali, a scapito invece dell'interpretazione personale dell'operatore umano. I risultati evidenziano come Guadagni restituisca un'immagine della fisica basata su protocolli standardizzati in grado di assicurarne riproducibilità e pubblica validazione.

Indice

Abstract	i
Elenco delle Figure	iv
Elenco delle Tabelle	vi
Introduzione	1
1 La Fisica Sperimentale del Settecento	3
1.1 La curiosità e l'indagine scientifica	3
1.2 I Gabinetti delle Curiosità	6
1.3 La strumentazione scientifica	7
1.4 I primi Gabinetti di Fisica	8
1.5 Gli scienziati-dimostratori	12
2 Carlo Alfonso Guadagni e la gestione del Gabinetto di Fisica di Lord Cowper	15
2.1 Carlo Alfonso Guadagni	15
2.1.1 Dalla formazione alla nascita del primo corso	15
2.1.2 La Cattedra di Fisica Sperimentale e il Pensiero Scientifico	19
2.1.3 Gli ultimi anni	29
2.1.4 L'eredità scientifica di Guadagni	31
2.2 Lord Cowper e il Mecenatismo Toscano	32
2.3 Il Gabinetto di Lord Cowper	36
3 Analisi dello Specimen Experimentorum Naturalium	44
3.1 Metodologia di analisi	44
3.1.1 Obiettivi e scelta del corpus	44
3.1.2 Framework di lavoro per l'analisi linguistica	45
3.1.3 Framework di lavoro per l'analisi del contesto storico-scientifico	46
3.1.4 Framework di lavoro per l'analisi metodologica-tecnica	48

3.2	Analisi applicata	51
3.2.1	Introduzione generale dell'opera	51
3.2.2	Linguaggio	61
3.2.3	Contesto storico-scientifico	67
3.2.4	Metodologia	77
3.2.5	Risultati	88
	Conclusioni	92
	Bibliografia	94

Elenco delle figure

1.1	Gabinetto delle Curiosità di Ferrante Imperato	7
1.2	Pompa a vuoto di S. van Musschenbroek	10
1.3	Strumenti del Museum Boerhaave	14
2.1	Frontespizio de l' <i>Indice di Esperienze Naturali nel Palazzo di Filippo Guadagni</i> di Carlo Alfonso Guadagni	16
2.2	Frontespizio de l' <i>Indice di Esperienze Naturali nel Palazzo di Pietro Gaetano Grifoni</i> di Carlo Alfonso Guadagni	20
2.3	Barometro trasportabile di Guadagni: Frontespizio e schema tecnico	28
2.4	Frontespizio de <i>Prospetto d'un Corso Familiare di Fisica Esperimentale</i> di Carlo Alfonso Guadagni	30
2.5	Ritratto di George Clavering Nassau	33
2.6	Venerina di Giuseppe Ferrini	39
2.7	Tavola IX dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i>	42
3.1	Frontespizio dello <i>Specimen</i>	54
3.2	Mappa schematica degli argomenti trattati nello <i>Specimen</i> . .	60
3.3	Tavola II Illustrazione 21 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Vortice Magnetico	69
3.4	Tavola III Illustrazioni 10 e11 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Ininterruzione dell'emanazione magnetica	70
3.5	Tavola III Illustrazione 2 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Magnetizzazione temporanea	71
3.6	Tavola III Illustrazioni 17 e 18 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Magnetizzazione in lamine di diversa temprà . .	72
3.7	Tavola III Illustrazione 24 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - <i>Concussionem</i>	74
3.8	Tavola IX Illustrazione 6 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Elettroscopio	75
3.9	Tavola IV Illustrazione 1 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - <i>Concussionem</i>	76

3.10	Tavola III Illustrazioni 13, 14 e 28 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Visualizzazione delle Forze	81
3.11	Tavola II Ill.22 e 23 e Tavola III Ill.7 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Isolamento della Forza Magnetica . .	82
3.12	Tavola IV Ill. 2, 3, 4, 5, 6 e 11 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Macchinario Elettrico	84
3.13	Tavola III Illustrazioni 8 e 9 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Polarità	85
3.14	Tavola IX Illustrazione 7 dello <i>Specimen Experimentorum Naturalium</i> - Sistema Planetario	86

Elenco delle tabelle

3.1	Nominalizzazioni Latine nella sezione introduttiva del Principia	46
3.2	Elementi dell'Asse Paradigmatico	47
3.3	Elementi dell'Asse Pragmatico-Retorico sulla Motivazione . . .	48
3.4	Elementi dell'Asse Pragmatico-Retorico sul Destinatario . . .	48
3.5	Elementi caratterizzanti per la creazione di un virtual witness	51
3.6	Sintesi dell'Applicazione degli Assi Pragmatico e Paradigmatico all'Introduzione dello <i>Specimen</i>	59
3.8	Nominalizzazioni Prototipiche negli esperimenti sulla <i>Vis Ma-</i> <i>gnetica</i> e <i>Vis Electrica</i> nello <i>Specimen</i>	65
3.9	Nominalizzazioni di Stato, Qualità e Concetto sulla <i>Vis Ma-</i> <i>gnetica</i> e <i>Vis Electrica</i> nello <i>Specimen</i>	66
3.10	Riscontro dell'Asse Paradigmatico - Vis Magnetica & Vis Electrica	77
3.11	Riepilogo delle Proposizioni sulla <i>Vis Magnetica</i> nello <i>Specimen</i>	79
3.12	Riepilogo delle Proposizioni sulla <i>Vis Electrica</i> nello <i>Specimen</i>	80

Introduzione

La storia della scienza del Settecento è segnata da una profonda e progressiva transizione. Abbandonando un approccio metodologico spesso ancora a dinamiche puramente teoriche e speculative, il mondo accademico e i circoli eruditi iniziarono a preferire le dimostrazioni empiriche come elemento di legittimazione della conoscenza. In questo contesto di cambiamento si inserisce lo “*Specimen Experimentorum Naturalium*” di Carlo Alfonso Guadagni, pubblicato in una prima edizione nel 1764 e in via definitiva nel 1779. L’opera, nata come testo di supporto alle sue lezioni, si rivela essere una fonte di primaria importanza per la comprensione dell’avanzamento scientifico europeo del XVIII secolo. Questo testo ci permette di avere un punto di vista privilegiato per indagare una dinamica cruciale che stava andando a delinearsi in quel tempo: l’evoluzione di una cultura materiale del sapere, che utilizzava l’esperimento come strumento di convalida per quello che era sempre rimasto a livello di teoria. In questo lavoro di tesi perciò, lo “Specimen” non è un semplice repertorio di macchine e di tecniche, ma diventa un documento storiografico che rifletteva le nuove esigenze didattiche della fisica settecentesca e ci permette di analizzare come l’autorità scientifica e la verità delle leggi naturali venissero costruite. Gli obiettivi di questa tesi sono quindi indagare il passaggio dal paradigma di una scienza prevalentemente teorica a una scienza empirica nell’Italia settecentesca e indagare il rapporto tra teoria ed esperimenti nel caso delle branche più all’avanguardia della fisica quali elettricità e magnetismo, all’interno del testo di Guadagni.

Nel primo capitolo ci sarà un focus sui metodi sperimentali della fisica settecentesca, focalizzandosi sull’evoluzione delle dimostrazioni scientifiche. In questo periodo, la scienza ottenne maggiore autonomia e riconoscimenti istituzionali, portandola fuori dalle aule e dai testi d’insegnamento, rendendo indispensabile l’uso di prove materiali. Si vedrà quindi la nascita e il diffondersi dei Gabinetti delle Curiosità, inizialmente associati ai concetti di rarità e meraviglia, fino alla loro progressiva evoluzione in Gabinetti di Fisica: questi non erano più semplici collezioni di strumenti, ma veri e propri laboratori attivi, fondamentali per la sperimentazione e la divulgazione del sapere. Verrà

infine trattato il ruolo cruciale assunto dalla strumentazione scientifica e dei suoi costruttori in questo processo di legittimazione.

Il secondo capitolo si concentra su uno degli autori principali di questo cambiamento: Carlo Alfonso Guadagni. Dopo aver tracciato una sua biografia scientifica e le sue influenze intellettuali e culturali, ci si concentrerà su un aspetto cruciale della sua attività, ovvero il legame con George Nassau Clavering, anche noto come il III conte Cowper. L'aristocratico inglese, grazie alle sue ricchezze e attività di mecenate, allestirà un ricco Gabinetto di Fisica, offrendo a Guadagni la possibilità di gestirlo in qualità di direttore e di poter svolgere le sue lezioni sperimentali, utilizzando strumenti all'avanguardia. Inoltre si andranno a indagare le dinamiche sociali e finanziarie alle quali il progresso scientifico in Toscana doveva sottostare per poter progredire, analizzando il ruolo di Guadagni di educatore e di divulgatore all'interno di questo sistema.

Il terzo capitolo costituisce il cuore dell'analisi. Si procederà con un esame dettagliato dello "Specimen Experimentorum Naturalium", studiandone la struttura, le teorie e i concetti fisici proposti e la selezione degli esperimenti. L'attenzione principale verrà rivolta ai temi della Forza Magnetica ed Elettrica, argomenti divisivi e che iniziavano a mettere in discussione alcuni dei fondamenti epistemici della Fisica del tempo.

Capitolo 1

La Fisica Sperimentale del Settecento

1.1 La curiosità e l'indagine scientifica

Al giorno d'oggi la curiosità è sicuramente considerata una delle principali forze produttive per lo sviluppo della scienza, ma non è sempre stato così. La tradizione cristiana medievale ha condannato la curiosità come un peccato, il desiderio della conoscenza come un pericoloso allontanamento individuale da Dio. In particolare Sant'Agostino la classifica come *concupiscentia oculorum*, concupiscenza degli occhi, una distrazione dell'anima dalla contemplazione divina e portatrice di arroganza, come nel caso degli astronomi che erano soliti farsi vanto delle loro capacità di prevedere i comportamenti dei corpi celesti (Sant'Agostino 1994).

Il primo cambiamento sul concetto di curiosità lo abbiamo da Hobbes, dove la definisce non solo ed esclusivamente come la brama di conoscenza, ma un tratto caratteristico degli uomini che permette di distinguere le persone dagli animali (Hobbes 2001). Questa è anche la base fondamentale per qualunque avanzamento scientifico. Infatti, secondo questa nuova riconcettualizzazione, la curiosità è insaziabile, sempre alla ricerca di nuove scoperte, nuovi saperi, avvicinandosi più al concetto di avidità e avarizia piuttosto che all'iniziale lussuria indicata dalla chiesa.

Pensatori del tempo, come Marin Mersenne, hanno comparato la curiosità all'accumulazione seriale di ricchezze e stranezze, un concetto in grado di risuonare con il periodo storico ed economico della prima parte dell'era moderna (Dear 2020). Questa riabilitazione sociale della curiosità ha portato ad un avvicinamento delle scienze naturali, fra le quali anche la filosofia naturale, al lusso e allo sfarzo e al fenomeno dei Gabinetti delle Curiosità. Tutto quello

che era scientifico veniva indicato proprio come “raro” e “stravagante” e tutti gli oggetti di queste collezioni non erano necessari nella vita di tutti i giorni, ma volti a essere un passatempo fascinoso nel quale poter indulgere (Mersenne 1985). I Gabinetti vengono assemblati da nobili, studiosi e collezionisti, organizzando le collezioni in maniera caotica per esaltare la grande varietà e ricchezza dei loro contenuti.

Il desiderio di possesso dietro alla creazione di queste raccolte diventa un comportamento chiave per i metodi scientifici dell’era moderna. In passato si faceva affidamento al concetto aristotelico di filosofia naturale, focalizzata sullo studio regolare di fenomeni comuni, mentre dal Seicento in poi saranno lo stupore e la curiosità a direzionare l’indagine scientifica verso il nascosto, le rarità e lo straordinario. La scienza moderna nasce da questa spinta verso la rivelazione dell’invisibile. Studiosi come Bacon, Descartes, Boyle e Newton propongono di studiare i meccanismi nascosti e le strutture intrinseche della natura e del cosmo, facendo uso dei sensi e dell’intelletto. Questi diventano infatti gli strumenti prediletti in grado di penetrare i fenomeni, in particolare è con uno “*sguardo curioso*” che si è in grado di raggiungere l’impercettibile piccolezza della natura (Cowley 1667). Per Hobbes e Descartes l’ignoranza diventa una delle principali componenti dello stupore in grado di stimolare la curiosità scientifica, allontanandosi dal suo corrispettivo religioso, dove è invece la base per l’accettazione del miracoloso.

La distinzione tra meraviglia e miracolo diventa un importante elemento concettuale: un evento si considera meraviglioso quando solo alcuni ne conoscono le cause, mentre si parla di miracoli quando nessuno ne conosce le cause originali (Aquinas 1265–1274, Aquinas 1259–1265). In questa maniera gli studiosi erano in grado di separare le curiosità scientifiche dallo stupore religioso, dando solidità e legittimando i loro lavori. La trasformazione del concetto di curiosità, da un’ammirazione passiva alla ricerca attiva del segreto, assieme alle pratiche di collezionismo dei Gabinetti delle Curiosità, hanno giocato un ruolo fondamentale nel plasmare i metodi e le motivazioni della scienza moderna, indicando ciò che era considerato degno d’indagine e fornendo un collegamento tra il mondo del lusso e della conoscenza. Queste nuove condizioni, quali la scelta degli oggetti da indagare e il rapporto che si creava tra il desiderio di possesso e di conoscenza, erano le basi per l’*empirismo* della filosofia naturale del tardo diciassettesimo secolo. Bacon in particolare sottolinea come la meraviglia sia il punto di partenza per le indagini dell’uomo sulla natura, ma il compito della scienza sia proprio quello di dissolverla e trasformarla in comprensione in grado di rendere questi fenomeni prevedibili (Bacon 1620). L’attenta valutazione e la meraviglia derivate dall’osservazione delle collezioni di oggetti non erano quindi sufficienti affinché uno scienziato si mettesse a studiare un determinato fenomeno/oggetto: questi dovevano

diventare delle vere e proprie fissazioni, resistenti a noia o qualunque altra distrazione per poter lavorare nella maniera più rigorosa possibile.

L'empirismo tra seicento e settecento diventa diffidente dei dogmi aristotelici, fino ad allora ampiamente accettati, e cerca di focalizzarsi sulle differenze piuttosto che le somiglianze (Daston 1997). Le classi di fenomeni vengono frammentate in casi individuali e poi ancora in ogni loro parte costituente. I resoconti creati dagli studiosi erano notoriamente minuziosi e prolissi in quanto non sapevano quale potesse essere il dettaglio cruciale o più significativo nella spiegazione di quel particolare fenomeno. Secondo diversi scienziati della Royal Society, come il botanico Nehemiah Grew e pure Robert Hooke, anche l'ordinario doveva essere trattato come straordinario, ma solo a patto che le indagini per questi fenomeni nascessero prima dallo stupore e poi dalla curiosità (Grew 1681, Hooke 1706). Hooke esortava principalmente ad affrontare ogni fenomeno come se fosse il primo incontro con esso, cercando di distaccarsi il più possibile per guardarlo come un osservatore esterno. Questa metodologia aveva l'obiettivo di generare curiosità e siccome l'abitudine e la ripetitività ne erano nemiche, Hooke preferiva spesso avvalersi di principianti e novizi, per avere nuove opinioni e visioni d'insieme, oltre che era solito replicare gli esperimenti sotto varie condizioni, per testarne la validità e poter osservare con nuovi occhi quali fossero i dettagli cruciali e più importanti. Gli scienziati del diciassettesimo secolo accostavano spesso i termini "curioso" con l'"operosità" e l'"attenzione" con la "diligenza". Verso metà settecento, questi erano diventati i criteri morali che distinguevano in maniera netta un serio scolaro da un amatore superficiale, che non era in grado di usare la disciplina per trasformare la "nobile curiosità" in un "lavoro di continua applicazione" (Jaucourt 1754). Sempre Hooke evidenzia un'altra distinzione necessaria per lo sviluppo della scienza: quella tra le élite di curiosi e le masse del volgo. Il filosofo naturale doveva infatti essere in grado di rigettare l'opinione del mondo comune per capire realmente la natura, sostituendo "l'occhio rozzo del popolo" con un "occhio attento e serio".

Nonostante gli storici tendano a descrivere il diciassettesimo secolo come un momento di apertura per quanto riguarda la comunicazione scientifica dove si vedeva il declino della segretezza e dell'elitismo, nella realtà si respirava una situazione complicata. È in questo periodo che si ha un aumento repentino di scambi di informazioni, si tende a uniformare il linguaggio scientifico e il pubblico di riferimento non è più unicamente la nobiltà, ma l'esclusività non viene completamente abbandonata. Al contrario, i filosofi naturali erano un gruppo vasto e variegato, quindi appartenere alla nobiltà risultava essere uno dei pochi, se non l'unico, criterio immediato in grado di permettere il mutuo riconoscimento da parte degli altri membri della comunità.

Il dualismo tra il *curioso* ed il *volgare* rimane un tema persistente a cavallo

tra il Sei e il Settecento, interpretato e utilizzato da alcuni come una strategia di esclusione di determinati sperimentatori di umili origini, come per il caso di Hooke, e quindi il metodo “sistematico” per valutare la bontà dei loro lavori, e da altri, come proprio secondo Hooke, come una questione di metodologia e non di classi sociali.

Verso il 1667, ovvero una decina d’anni dopo i lavori di Hobbes e Descartes, si inizia ad avere la prima separazione tra meraviglia e curiosità, non più in una relazione di causa-effetto. La meraviglia viene associata sempre più all’ignoranza e più che un’ispirazione diventa un ostacolo per il progresso. A metà del Settecento, questa è oramai relegata ad essere il segno distintivo del popolo ignorante, delle donne e dei bambini. Non più una virtù d’aiuto alla scienza, bensì ingenuità (Hume 1955).

1.2 I Gabinetti delle Curiosità

Collezionare oggetti rari e affascinanti è una delle attività più antiche del mondo, ma che ha iniziato a spopolare nell’Europa Rinascimentale con la diffusione dei Gabinetti delle Curiosità. Gli esploratori, al ritorno dai loro viaggi in terre lontane, riportavano artefatti, flora, fauna e meraviglie di ogni tipologia, che aristocratici, scolari e nobili ammassavano come segno del loro status di privilegiati, ostentando la loro ricchezza e il loro intelletto. Le collezioni che si andavano così a creare venivano presentate in camere apposite note come *Wunderkammers* o *Kunstkammers*.

Verso la fine del Sedicesimo secolo circolavano cataloghi e stampe che avevano il compito di documentare queste collezioni, ma anche di diffondere la conoscenza e suscitare l’interesse del pubblico verso le meraviglie del mondo. Inizialmente si raccoglievano esemplari naturali, ma non mancavano reliquie religiose o stranezze come resti umani, animali imbalsamati e artefatti mitologici, come i corni degli unicorni o le uova di drago, che in realtà appartenevano rispettivamente ai narvali e agli struzzi (Galand 2019). Scienza e superstizione si mischiano in diversi Gabinetti d’Europa, come quello del farmacista napoletano Ferrante Imperato o come quello del naturalista britannico John Tradescant, che cercano comunque di distinguere gli oggetti in *naturalia* e *artificialia*, mentre altre collezioni come quella del biologo Ole Worm, incorporano *scientifica*, strumentazione scientifica e invenzioni meccaniche (Amsel-Arieli 2012).

Con la trasformazione strutturale del “fare scienza” del Diciassettesimo secolo, il focus delle collezioni passa dalla meraviglia verso la sistematizzazione del mondo. Le collezioni diventano grandi opere di classificazione di esemplari, ad opera non più solo di singole personalità, ma da vere e proprie istituzioni



Figura 1.1: Xilografia rappresentante il Gabinetto delle curiosità di Ferrante Imperato, *Historia Naturale* 1599

e accademie, che fonderanno le basi per i moderni musei (Bennett e Talas 2013).

1.3 La strumentazione scientifica

Il sedicesimo secolo è un momento di grandi cambiamenti e scoperte. L'Europa arrivava da un lungo periodo di crisi economiche e sociali, guerre ed epidemie, che causarono una grande instabilità e il desiderio di comprendere e controllare il mondo naturale. L'esplorazione geografica e la medicina furono alcune delle sfide pratiche che spinsero gli studiosi verso la creazione e lo sviluppo di nuovi strumenti e metodologie per aiutare la scienza (Gooding, Pinch e Schaffer 1989).

Nonostante il ruolo fondamentale di questi dispositivi, inizialmente non suscitavano grande interesse da parte degli studiosi del tempo. Le principali perplessità riguardavano proprio l'interpretazione della realtà e l'attendibilità dei modelli che questi generavano. Alcuni erano esclusivamente strumenti di misurazione, come per il caso del telescopio o del microscopio, mentre

altri erano dei modelli fisici del mondo, come per le sfere armillari o i planetari. Molte di queste creazioni erano perciò anche strumenti in grado di mostrare e diffondere specifiche teorie scientifiche, andando a rafforzarne il loro immaginario. Una ripercussione diretta di questa dinamica fu lo sviluppo dell'approccio deduttivo e il fiorire della *visione meccanicistica*, dove l'enfasi causale degli eventi andava a ricercarsi nelle esperienze di tutti i giorni. Nessuno strumento era quindi effettivamente superiore rispetto agli altri, ma il loro valore risiedeva nel loro "potere persuasivo", nella loro abilità nel produrre risultati convincenti per la comunità scientifica. Secondo il filosofo Gaston Bachelard, gli strumenti scientifici erano dei "*théorèmes réifiés*", oggetti in grado di materializzare concetti teorici astratti e di generare consenso su determinate teorie. (Bachelard 1934). Altro loro pregio era il riuscire a unire il linguaggio matematico con la realtà concreta.

La strumentazione scientifica assume un ruolo fondamentale anche all'interno dei Gabinetti per evidenziare e celebrare la forza creativa degli uomini e la capacità di misurare il mondo per poterlo controllare e migliorare (Georg Laue 2024).

L'introduzione e l'uso diffuso di questi strumenti cambiarono in modo sostanziale la pratica delle scienze, rendendo la sperimentazione uno degli elementi imprescindibili nell'analisi del mondo.

La componente sperimentale delle scienze è uno degli elementi intrinseci fondamentali per il suo sviluppo e per la trasmissione del sapere. Esperimenti e dimostrazioni riguardanti diversi aspetti del mondo naturale venivano proposti all'interno delle accademie regolarmente, costituendo la parte centrale e più importante delle loro attività, e divennero la norma anche all'interno dei corsi universitari di filosofia naturale durante il diciottesimo secolo.

1.4 I primi Gabinetti di Fisica

Con lo sviluppo di una scienza più materialista ed empirica fondata sul metodo sperimentale, si evidenziò la necessità di separare la filosofia naturale dai dibattiti politici e teologici del tempo per permetterne l'avanzamento.

La prima pubblicazione del *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* di Isaac Newton nel 1687 generò la rottura definitiva con i vecchi modelli di indagine del mondo. Proponendo una trattazione matematica e universale dei fenomeni naturali, l'opera di Newton segnò l'inizio di una nuova era scientifica, regolata da leggi razionali e prevedibili. Il nuovo paradigma andò a influenzare il contesto accademico prima, riuscendo a spodestare le visioni di filosofi come Descartes e Spinoza, e il rapporto tra scienza e religione dopo, specialmente con la pubblicazione della seconda edizione nel 1713 con l'aggiunta del "Ge-

neral Scholium”. Le considerazioni di Newton non erano più solo di natura matematica, tutte le interazioni non erano esclusivamente riducibili alle sole azioni meccaniche tra i corpi, ma erano il riflesso della sapienza di un Dio, così come anche l’armonia e la bellezza del mondo. L’universo newtoniano permetteva la conciliazione tra “metodo” e “divino”, al contrario del meccanicismo cartesiano, dove l’intervento divino era il semplice impulso iniziale e poi la natura seguiva autonomamente grazie a specifiche leggi deterministiche, o dell’estremo determinismo spinoziano, dove Dio e natura coincidevano e tutto doveva sottostare ad un ordine necessario e immutabile. Il newtonianesimo si diffuse perciò proprio grazie alla sua essenza antimaterialista e raggiunse un ampio consenso in tutta Europa.

Il fisico e matematico olandese Burchard de Volder, ispirato da questo nuovo modo di “fare scienza” che aveva conosciuto nei suoi viaggi, creò il primo Gabinetto di Fisica a Leida nel 1675 (Hooijmaijers e Maas 2013). De Volder vide come gli scienziati inglesi utilizzavano apparati sperimentali per stabilire criteri oggettivi ed empirici per l’analisi di fatti ed eventi, senza generare dispute di natura metafisica, al contrario di ciò che accadeva in quegli anni nella comunità olandese. Ispirato da queste pratiche pre-newtoniane, decise di proporre la fondazione del *Theatrum Physicum*, un teatro con lo scopo di insegnare attraverso dimostrazioni sperimentali (Wiesenfeldt 2000). Questo nuovo spazio fu rivoluzionario proprio per l’enfasi data all’osservazione e ai sensi, attività che spesso passavano in secondo piano nella filosofia cartesiana, di cui de Volder era un sostenitore, e che invece favoriva la deduzione razionale (Nyden 2013). L’introduzione di esperimenti poteva quindi sembrare controintuitiva, ma in realtà si rifaceva alla tradizione sperimentale cartesiana olandese dove si andava a ricercare la certezza matematica, e l’osservazione si rivelava un fondamentale strumento pedagogico. Gli esperimenti presentati nel *Theatrum Physicum* erano pensati come strumenti di preparazione morale per fornire una sicurezza empirica iniziale che facilitasse l’accettazione e la successiva costruzione razionale della scienza. L’osservazione non era quindi fine a sé stessa, né in grado di garantire la conoscenza sicura, quanto piuttosto assolvere al ruolo di persuadere e orientare gli studenti verso il metodo corretto d’indagine, rimanendo comunque subordinata al primato della ragione.

Inizialmente de Volder fu professore di logica all’Università di Leida nel 1670, ma iniziò poco dopo a insegnare fisica. Il viaggio che fece in Inghilterra nel 1674 fu particolarmente significativo perché ebbe modo di conoscere personaggi di spicco come Isaac Newton e Robert Boyle, e riuscì a partecipare agli incontri della Royal Society. Le dimostrazioni alle quali partecipò generavano prove materiali irrefutabili, capaci di mettere a tacere contestazioni dogmatiche (Shapin e Schaffer 1985). Nonostante ciò, nei verbali delle riunioni con il Consiglio Universitario di Leida dove si discutevano le richieste di de Volder

per la fondazione del *Theatrum Physicum*, gli esperimenti non venivano introdotti come mezzo per mettere a tacere diatribe di natura dogmatica. Secondo il verbale, de Volder aveva proposto gli esperimenti per mostrare “la verità e la certezza dei postulati e delle teorie presentate agli studenti in *Physica Theoretica*” (Molhuysen 1918). In questa maniera, puntando sull’utilità e la spettacolarità, sperava di attirare studenti da diverse università e scuole da ognidove. De Volder arricchì sin dall’inizio il *Theatrum* di strumenti avanzati, come la pompa ad aria di Musschenbroek che rimarrà in uso per il secolo a seguire.

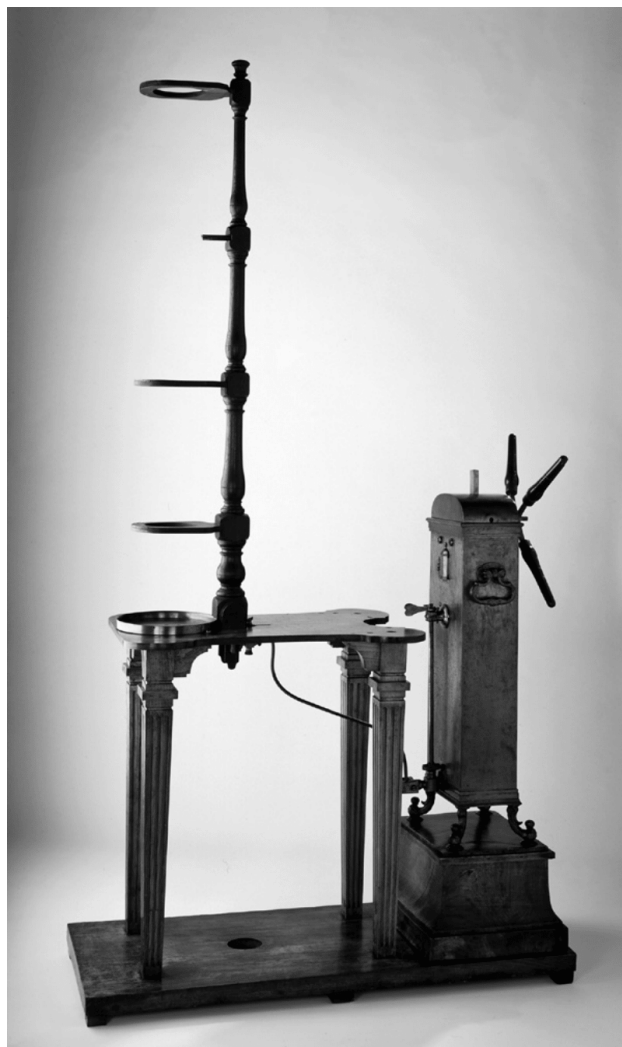


Figura 1.2: Pompa a vuoto a singolo cilindro di Samuel van Musschenbroek, Museum Boerhaave 1675. Hooijmaijers e Maas 2013

Il corso sperimentale di de Volder divenne famoso in tutta Europa e, nel giro dei 30 anni successivi, la sua metodologia venne adottata anche in altre Università olandesi come Utrecht, Harderwijk, Franeker e Groningen (Otterspeer 2005).

Dal 1705, anno del ritiro di de Volder dal mondo accademico, fino al 1724 il *Theatrum Physicum* fu gestito da Wolferd Senguerd, che non riuscì a utilizzarlo in maniera estremamente innovativa come il suo predecessore, e preferì piuttosto svolgere lezioni sperimentali di stampo peripatetico nel suo Gabinetto personale. Senguerd fu scelto in virtù della sua immagine di conservatore che, secondo il Consiglio dell'Università di Leida, era perfetta per controbilanciare il troppo innovativo de Volder. (Wiesenfeldt 2002)

In quegli stessi anni divennero estremamente famosi i corsi privati tenuti da 's Gravesande, seguace di Newton e grande divulgatore delle sue idee. Questi fu infatti il primo a scrivere un libro di testo di stampo newtoniano e contribuì alla diffusione dell'interesse nei confronti della cultura scientifica inglese in Europa (Israel 2001). Alla morte di Senguerd nel 1724 's Gravesande divenne il direttore del *Theatrum Physicum*, enfatizzandone il carattere dimostrativo sviluppando diversi strumenti innovativi da aggiungere alla collezione già pre-esistente. Per lui la serietà e il rigore della scienza dovevano essere equilibrati con il divertimento, perciò non era strano trovare oggetti come Emisferi di Magdeburgo, per poter misurare l'aria, e Proiettori a lanterna che avevano il solo scopo di ammaliare gli studenti.

Uno dei temi principali di 's Gravesande era il riuscire a trovare il “vero sapere senza alcun pregiudizio”. La mente umana aveva molto spesso l'effetto di corrompere gli studi naturali, quindi l'utilizzo del solo ragionamento deduttivo andava disincentivato a favore di un'iniziale osservazione. Altra cosa alla quale bisognava fare attenzione era l'accettazione a priori di determinate argomentazioni semplicemente perché portate avanti da studiosi autorevoli. Questo in particolare era il leitmotiv principale di 's Gravesande che adottò in maniera consistente, anche mettendo in discussione le idee di Newton stesso. Un esempio evidente del suo modo di fare lo abbiamo dal dibattito sulla *vis viva*. 's Gravesande, sulla base di alcuni esperimenti da lui compiuti sulla caduta dei corpi, sostenne la tesi di Leibniz secondo cui la forza di un corpo accelerato cresceva proporzionalmente al quadrato della sua velocità, la *vis viva*, e non secondo la velocità, la *quantitas motus*, come proposto da Newton. Queste affermazioni fecero adirare diversi studiosi, come il Newtoniano Samuel Clark, ma 's Gravesande, noncurante delle critiche sottolineò piuttosto come “i veri Newtoniani non seguono una persona, bensì un metodo: non Leibniz o Newton, sono gli esperimenti ad avere l'ultima parola” (Pater 1998).

Dietro ai modelli che 's Gravesande aveva portato nel *Theatrum* si celavano quindi spesso il desiderio di mostrare e sviscerare alcuni dei più celebri principi

della scienza, come per il caso dell'apparato per la caduta dei corpi o della bilancia idrostatica, ma erano anche un modo per esporre le sue convinzioni religiose, come per il caso delle pompe ad acqua o dei motori a vapore. Secondo lui infatti, Dio aveva creato un mondo governato dall'ordine per l'uomo e i filosofi avevano il compito di portare felicità e benessere al resto dell'umanità indagando i modi migliori per trarre beneficio dalla natura (Pater 1998). Questo modello di scienza andava a scostarsi dai temi portati avanti dai newtoniani, ma sembrava invece vicino al ruolo di 's Gravesande di consulente tecnico statale per la gestione delle acque. Molti degli strumenti che riguardavano l'acqua sembravano quindi prototipi e modelli da brevettare piuttosto che strumenti educativi (Cocquyt 2013).

Il *Theatrum Physicum* perse gradualmente il suo ruolo unicamente didattico e divenne un luogo di spettacolarizzazione del sapere. Scienziati come de Volder e 's Gravesande avevano dimostrato di non essere più semplicemente scolari eruditi che trasmettevano il sapere, ma diventavano dei mediatori tra la scienza e il pubblico, capaci di suscitare meraviglia e interesse attraverso discorsi accessibili a tutti e strumenti in grado di dare forma al pensiero. In questo contesto, a cavallo tra filosofia naturale, pedagogia e intrattenimento, si affermò la figura dello scienziato-dimostratore, protagonista del periodo settecentesco e che arriverà sempre in quegli anni anche nel panorama italiano.

1.5 Gli scienziati-dimostratori

Non più solo pensatori o insegnanti nel mondo accademico, agli scienziati veniva chiesto di diventare mediatori fra la cultura e il pubblico, che poteva comprendere studenti, curiosi o altri intellettuali. In tutta Europa si evidenzia quindi la necessità di cambiare le modalità di trasmissione del sapere.

Dalla fine del Seicento si iniziò ad avere una più ampia diffusione di lezioni pubbliche di filosofia naturale svolte con strumenti e oggetti scientifici raccolti nei Gabinetti di Fisica. Gli esperimenti non erano semplicemente la verifica di intuizioni o l'attuarsi del ragionamento deduttivo, ma venivano organizzati in forma teatrale e spettacolare, diventavano un atto di comunicazione pubblica, mantenendo sempre un occhio verso il loro utilizzo a fini educativi e di persuasione. I primi a portare avanti questa pratica furono i membri della Royal Society e a seguire gli accademici di Oxford e Cambridge, come John Keill e William Whiston, nei primi anni del 1700, dove crearono dei corsi basati sull'uso sistematico di esperimenti (Turner 1996).

Le dimostrazioni non si limitavano al solo mondo accademico, ma spesso erano rivolte a un pubblico colto più vasto e in breve tempo si diffuse un'immagine affascinante della scienza. Jean-Antoine Nollet, in particolare, contribuì alla

professionalizzazione del ruolo di scienziato-dimostratore, creando manuali come il “*Leçons de physique expérimentale*”, un’opera in sei volumi che andava a comprendere circa 350 esperimenti e che univa la sfera didattica al rigore e alla solidità sperimentale (Torlais 1954). Parole, gestualità e atmosfera andavano perciò ad arricchire l’esperienza scientifica, trasformandola in uno spettacolo colto e raffinato e, nel caso dei nobili e degli aristocratici, diventava un’alternativa ad altre attività di svago come il teatro o l’opera.

Nonostante ciò, la strumentazione veniva comunque realizzata con la precisione e la funzionalità come caratteristiche principali, piuttosto che la bellezza o l’aggiunta di ornamenti per renderli esteticamente apprezzabili, come ricordato da Nollet stesso nel “*Programme*” (Nollet 1738) delle sue lezioni di fisica sperimentale. In questa maniera si riuscì perciò a stimolare la crescita della manifattura specializzata anche in paesi come la Francia, dove i costruttori non avevano gli stessi riconoscimenti che ricevevano in Inghilterra, Germania o in Olanda e non riuscivano a ottenere le materie prime necessarie per la creazione di questi strumenti (Brenni 2002). Questa diffusione di una cultura materiale della scienza raggiungerà nel tempo un numero sempre maggiore di interessati e diverrà la norma in tutto il resto d’Europa (Brenni 2010).

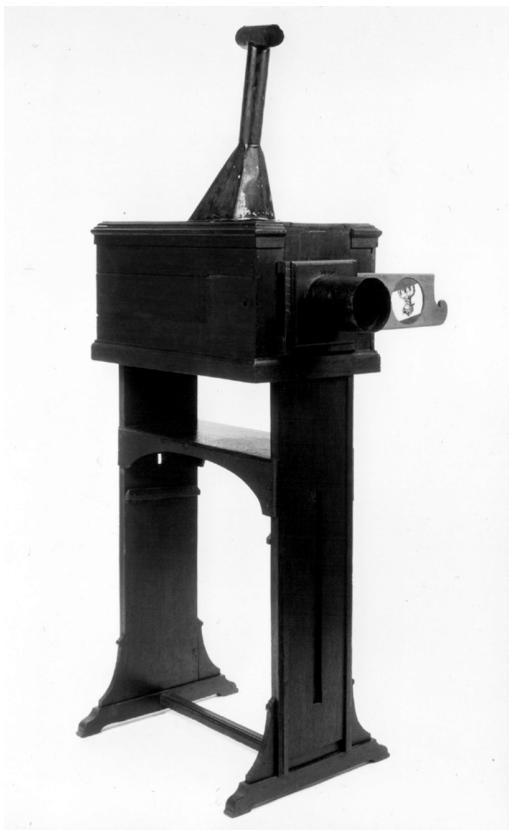


Figura 1.3: Da sinistra a destra, dall'alto verso il basso: Apparato per la caduta libera dei corpi (1722), Bilancia idrostatica (1725-1740 ca.), Lanterna con proiettore (1720) di Jan van Musschenbroek ed Emisfero di Magdeburgo (1675) di Samuel van Musschenbroek, Museum Boerhaave. Hooijmaijers e Maas 2013

Capitolo 2

Carlo Alfonso Guadagni e la gestione del Gabinetto di Fisica di Lord Cowper

2.1 Carlo Alfonso Guadagni

2.1.1 Dalla formazione alla nascita del primo corso

Carlo Alfonso Guadagni è un personaggio circondato dal mistero e del quale non ci sono arrivate molte informazioni.

Nacque il 2 gennaio del 1722 a Firenze, città dove la sua famiglia si stabilì per permettere al padre di svolgere la professione di medico. Le prime tracce che abbiamo dei suoi studi risalgono al 13 novembre 1735, giorno della sua iscrizione all'Università di Pisa nel corso di Medicina e Filosofia. Anche se molto giovane, si laureò ad appena diciotto anni e iniziò subito a esercitare la professione all'ospedale di Santa Maria Nova (Barsanti 1995).

Il suo grande interesse per le scienze venne catalizzato inizialmente verso la botanica, ma dal 1744 virò verso la fisica, che iniziò a insegnare privatamente nella propria casa (Ferrucci n. d.). Grazie all'eredità paterna (poiché il padre morì durante gli studi di Guadagni) e al presunto sostegno del fratello maggiore, Guadagni riuscì ad acquistare un gran numero di strumenti scientifici. Nel 1745 la sua collezione era estremamente ampia e in grado di coprire numerosi argomenti, permettendogli di organizzare un vero e proprio corso di fisica sperimentale (Guadagni 1745). Il corso era tenuto nel Palazzo Guadagni, della nobile famiglia fiorentina, che però non aveva nulla a che fare con lui nonostante l'omonimia del cognome.

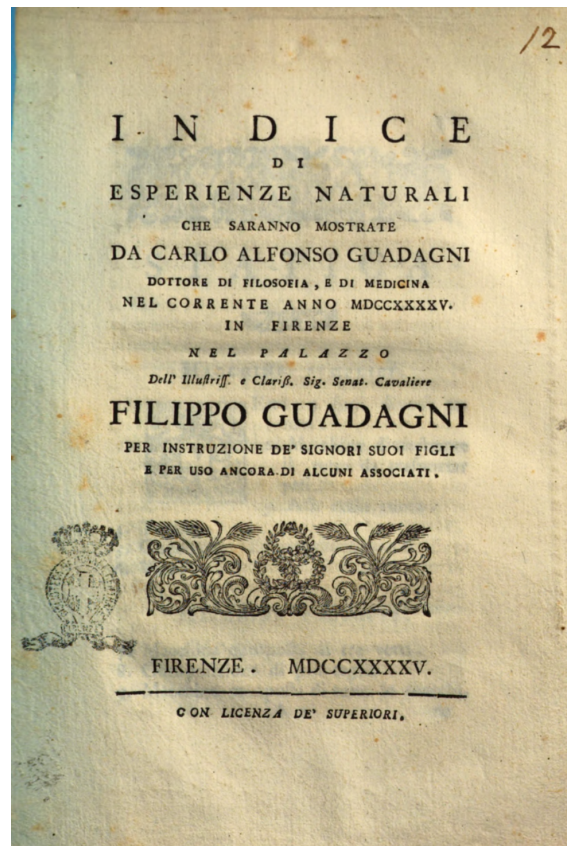


Figura 2.1: Frontespizio de l'*Indice di Esperienze Naturali che saranno mostrate da Carlo Alfonso Guadagni Dottore di Filosofia e di Medicina nel Palazzo dell'Illustriss. e Clariss. Sig. Senatore Cavaliere Filippo Guadagni per Instruzione de' Signori suoi Figli e per uso ancora di alcuni associati* del 1745.

La pubblicazione sui macchinari destinata all'insegnamento descrive la strumentazione in maniera simile all'inventario delle 115 macchine che venderà all'Università nel 1750 e, assieme alle specifiche tecniche, si trovano proposte di esperimenti che verranno poi riutilizzati anche in altri lavori di Guadagni. Il corso trattava principalmente statica e pneumatica, con cenni di ottica, catottrica e diottrica, con 116 inserti numerati in stile lapidario per descrivere esperienze e macchine. La statica veniva suddivisa in macchine semplici e macchine composte e proprio in questa sezione erano riportate anche alcune esperienze di dinamica. Ne riportiamo alcune in esempio:

- Esperienza intorno alla forza, che acquistano i corpi nel cadere.
- Discesa de' gravi sopra piani inclinati.

- Esperienza per far vedere, che la composizione delle forze in differente direzione, talché non sieno opposte fra loro, produce una nuova direzione.
- Macchina che fa vedere il moto, che acquistano i corpi con una data forza.
- Esperienze intorno alla forza centrifuga, una delle quali conferma essere il nostro globo depresso sotto i poli, per mezzo del moto che egli ha intorno al suo proprio asse.
- Esperienza intorno ai pendoli.

Nella parte delle esperienze di idrostatica si evidenzia che Guadagni fosse in possesso di una bilancia idrostatica, dei vasi comunicanti, alcuni idrometri e una fontana di Erone. Mentre nella parte di pneumatica si segnala la presenza di un tubo torricelliano, barometri diversi, un manometro, una Eolipila, una macchina papiniana, degli emisferi di Magdeburgo (indicati come “emisferi di Ottone Guerike”) e una macchina pneumatica. La macchina in questione si suppone che sia del tipo Musschenbroek a due pistoni e nelle tavole viene disegnata di fianco alla macchina a un solo pistone dono di Anna Maria Ludovica de’ Medici. L’acquisto fu sicuramente esoso, ma fu un investimento giustificato, vista la sua particolare versatilità e il gran numero di esperimenti nei quali era possibile farne uso, come:

- Della caduta de’ corpi nel voto.
- Il suono non si propaga nel voto.
- Alcuni corpi assorbono l’aria, come la fiamma della candela, e lo zolfo.
- Metodo per conoscere giustamente la gran quantità d’aria, che è contenuta dalle sostanze animali, vegetabili, e minerali.
- Diverse sorte di termometri, tra’ quali quello di Fahrenheit è il più sensibile.

Alcune delle esperienze ricadevano più nel campo della medicina, sia perchè il corso era pensato al servizio degli studenti aspiranti medici, sia perchè molte spiegazioni in questo ambito venivano ottenute attraverso analogia da esperimenti fisici. Infatti fra le esperienze con utilità ai fini clinici ricordiamo:

- Esperienza d’una vescica con aria rinchiusa, e tenuta a fondo in un liquido per mezzo d’un peso, la quale messa nel voto alza il peso, e viene a galla. Con questo esperimento si spiega il nuoto d’alcuni pesci.

- Altra esperienza intorno all'elasticità dell'aria, dalla quale si può conietturare, che i movimenti del nostro corpo possono dipendere da uno scorciamento, ed allungamento delle fibre carnose de' muscoli.
- Esperienza intorno agli animali nell'aria condensata, i quali nel principio della condensazione non muoiono, perchè l'aria nel loro corpo non rompe i vasi, come succede quando al contrario l'aria si sarefà, anzi ei si fanno più allegri; ma se lungo tempo vi stanno, crescendo sempre la condensazione, alla fine periscono.¹

Agli esperimenti di elettricità e magnetismo non viene assegnato una sezione con un titolo esplicito, ma vengono descritti nella sezione riguardante la macchina pneumatica nella maniera che si riporta di seguito:

- Esperienze elettriche intorno alla gomma, ed alle resine, e ad un tubo di cristallo.
- Esperienze intorno alla comunicazione della virtù elettrica.
- Esperienze del medesimo tubo elettrico, e della luce maggiore, che manda essendo votato d'aria.
- Esperienze intorno ad un globo di cristallo messo sopra la macchina di rotazione.
- Detto globo votato d'aria perde la sua virtù elettrica.
- Esperienza intorno ad un globo di cristallo incrostato mezzo di cera lacca, il quale votato d'aria, e messo sopra la macchina di rotazione d'opaco che è diventata trasparente della gran luce.
- Recupiente della macchina pneumatica votato d'aria col soffricamento d'un corpo.
- Globo di vetro girante nel voto diviene fosforo.
- Mercurio nel voto fa il fosforo.
- Pioggia di mercurio nel voto è lucente.
- Esperienze intorno alla virtù attrattiva e repulsiva di tutti i corpi.

¹Esperienze di questa tipologia erano estremamente comuni nel periodo, ma al giorno d'oggi risultano particolarmente spiacevoli.

Per la parte di ottica vengono proposti esperimenti di rifrazione e riflessione, con specchi concavi e convessi, caustici e della costruzione di microscopi e di telescopi newtoniani e gregoriani, della lanterna magica, di una camera ottica, della ricomposizione della luce newtoniana e un modello di iride artificiale. Questo primo corso ci permette già di avere un'idea chiara della competenza di Guadagni, soprattutto per le dimostrazioni pratiche e la selezione dei materiali e degli strumenti. Dalle discipline classiche (statica, ottica, idrostatica) si spaziava verso temi più moderni (elettricità e magnetismo), regalando una visione olistica della fisica settecentesca e che cercava sempre di essere aggiornata.

2.1.2 La Cattedra di Fisica Sperimentale e il Pensiero Scientifico

Le attività pubbliche svolte da Guadagni riuscirono a mettere in mostra la sua collezione e anche le sue capacità di insegnamento, ponendo le basi per il suo ingresso nel mondo accademico. Infatti, già dal 1738 il provveditore dell'Università di Pisa, il monsignor Gaspare Cerati, stava cercando di sostenere la costituzione di una cattedra di Fisica Sperimentale e Storia Naturale, sottolineando in particolar modo l'importanza di adibire una stanza alle esperienze pratiche, con macchine e strumenti opportuni all'insegnamento. Venuto a conoscenza di Guadagni, il Cerati lo indicava all'Imperatore-Granduca come la persona adatta per l'istituzione della tanto ricercata cattedra di Fisica Sperimentale.

Altre notizie biografiche ci arrivano grazie a un ulteriore catalogo, ovvero l'“Indice di Naturali Esperienze che saranno mostrate da Carlo Alfonso Guadagni dottore di Filosofia, e di Medicina e segretario dell'Accademia Botanica nel corrente anno MDCCXXXVIII in Firenze nel Palazzo dell'Illustriss. Sig. Cavaliere Pietro Gaetano Grifoni patrizio fiorentino, Commendatore della Pisana Abbazia di S.Paolo a Ripa d'Arno e degnissimo socio dell'Accademia Botanica e delle Buone Arti. Per istruzione de' signori suoi figli e per uso ancora di alcuni associati”. Nel titolo viene nominato Pietro Gaetano Grifoni, un socio dell'Accademia Botanica e verso il quale Guadagni rimarrà riconoscente per la sua generosità e aiuto nel poter presentare i suoi lavori nel suo palazzo.

Sempre nel catalogo in questione si trovano le affermazioni del Guadagni sul filosofare e le sue osservazioni intorno al modo da tenersi nel fare le naturali esperienze.

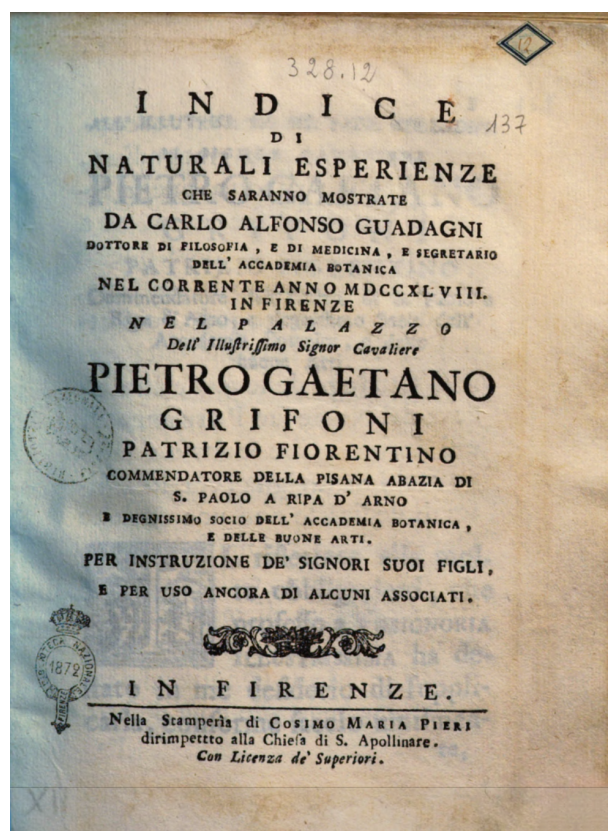


Figura 2.2: Frontespizio de l'*Indice di Naturali Esperienze che saranno mostrate da Carlo Alfonso Guadagni dottore di Filosofia, e di Medicina, e Segretario dell'Accademia Botanica nel Palazzo dell'Illustrissimo Signor Cavaliere Pietro Gaetano Grifoni Patrizio Fiorentino Commendatore della Pisana Abazia di S. Paolo a Ripa d'Arno e Degnissimo Socio dell'Accademia Botanica, e delle Buone Arti. Per Instruzione de' Signori suoi Figli, e per uso ancora di alcuni associati* del 1748.

Di seguito si riportano alcuni fra i passi più interessanti²:

Il vero e ben regolato ordine delle ragionate Esperienze accende primieramente un chiaro lume, e per mezzo di esso ne dimostra il viaggio, incominciando da una prova non casuale, ma ordinata, e da quella poi deducendo, come far sogliono i Geometri giuste, e verissime conseguenze, a nuovi altri esperimenti si accinge. Quell'ordine, cui la ragione istessa richiede, parmi che si possa agevolmente ridurre a tre Capi, quali sono, la Macchina di cui ci

²Citazioni estratte da Caffarelli 1997

vogliamo prevalere; il Corpo che si vuole esaminare, finalmente le circostanze, le quali accompagnano l'Esperienza.

L'indagine scientifica secondo Guadagni può essere portata avanti in maniera mirata solamente se si ha la presenza di tre elementi: il macchinario da usare; un corpo specifico da esaminare, che non deve necessariamente essere un corpo tangibile, e l'esperimento, inteso come una serie di azioni ordinate e causali, volte a mostrare un particolare comportamento del corpo.

Si continua poi proprio a riguardo dei mezzi per poter svolgere le indagini:

Vano il più delle volte sarebbe ogni sforzo, e mal fondato ogni ragionamento, se con diligente premura non si esaminasse la qualità degli Instrumenti, e delle Macchine, delle quali servir ci vogliamo; quindi per corregger i vizi loro, e per supplirne i difetti, volli prima avere un'esatta notizia della costruzione e delle forze medesime, al qual fine ognun vede quanto sia necessario il soccorso delle Macchine [...] Aggiungasi a tutto questo l'osservazione della quantità della materia da esaminarsi, poiché una maggior quantità, di essa farà spesso vedere alcuni effetti, che una minore non ci dimostra [...]

Per quanto non sia uno degli elementi principali indicati, risulta necessaria una preparazione agli esperimenti. Quelle che Guadagni descrive, oggi le chiameremmo *calibrazione e taratura della strumentazione*, azioni senza le quali ogni misurazione risulterebbe inutilizzabile. Interessante notare proprio come queste attività di verifica vengano applicate indistintamente a macchine e strumenti, ma questi non siano considerati alla stessa maniera. La loro disuguaglianza concettuale risiede infatti nel loro diverso utilizzo: gli strumenti sono oggetti al servizio dello studioso, che assolvono al loro ruolo in maniera passiva, tutto il contrario invece delle macchine, che “vengono in soccorso”, prestando un supporto attivo. Si accenna anche all'approvvigionamento di materie prime, fondamentali in determinate quantità per avere degli effetti visibili. Per quanto qui non sia esplicitato, un tema ricorrente nella vita di Guadagni sarà proprio quello della difficoltà nel mantenere operativa una grande quantità di macchinari conseguentemente a una non adeguata remunerazione.

Abbinsi spesso in veduta la gravità dell'Atmosfera, il calor dell'istessa, il luogo, il tempo, la stagione, ed i venti, acciò comprender si possa, se l'esperimento sia universale, oppur sol tanto a un certo luogo, o tempo sia relativo. Il freddo umore sparso per l'Atmosfera diminuisce l'elasticità dell'aria: I corpi elettrici stannosi in alcun

tempo ozioni, in altro fanno solenne pompa di loro forze. Che dirò io della necessità di ripeter più volte l'Esperienza medesima, provando, e riprovando, e di esaminare con varj metodi l'istesso Corpo. Non si può negare, che sia di gran giovamento il leggere nei Libri la descrizione delle Esperienze già fatte da altri, ma l'osservarle co' proprj occhi, i quali più delle dotte carte delmente le rappresentino all'animo, il vedere l'istessa costanza nella produzione dei soliti effetti, oltre di che facilità viepiù l'intelligenza delle medesime, serve altresì di un più accurato riscontro, e di un più sicuro fondamento per investigarne le cause [...]

Le ultime considerazioni riguardano i temi della *ripetibilità* e *riproducibilità*. Portando un esempio specifico, Guadagni spiega come, data una varietà di condizioni, si generino diversi comportamenti nel corpo, andando a modificare l'esperimento stesso. Solo con prove ripetute si potrà ovviare all'incorrere di criticità o risultati incoerenti. Emerge quindi un'idea che oramai era centrale della cultura sperimentale del settecento: la conoscenza non doveva più nascere dalla semplice trasmissione dei fatti, ma dalla possibilità e dalla trasparenza di poter ricreare l'esperienza in grado di mostrare determinati fenomeni. Solo questa ripetibilità, sotto gli occhi dell'osservatore, era in grado di infondere la fiducia necessaria a trasformare gli esperimenti in un sapere certo o comunque alla base di successive investigazioni.

Sempre sul filosofare, le ultime dichiarazioni di Guadagni le ritroviamo in una pubblicazione del 1767. La maniera da lui considerata più adatta per indagare è la seguente:

Ben considerando gli effetti procuri saviamente di rintracciarne le cause, ma poiché il tentare senza alcuna serie, e senza metodo veruno, altro non è sovente, che tra le tenebre senza scorta andar brancolando, ho per questo ridotto a certi capi l'esperienza dei Valentuomini³ provate, e riprovate, e da quelle già conosciute ho procurato, parte col trasferirle a simili, o diverse specie, parte accrescendo, o scemando, o togliendo via la forza loro, di dedurne altre nuove, non gettandomi al caso, ma prendendo per compagno un qualche stabile, e fedel raziocinio.

Per Guadagni il ragionamento è una guida, un ordine che permette di agire in maniera efficace. La costruzione di questo strumento avviene prendendo esempio da precedenti lavori già compiuti da altri sapienti e il suo ruolo diventa il

³I Valentuomini sono per Guadagni gli scienziati membri dell'Accademia del Cimento.

trovare un adattamento a nuove casistiche, variando le forze e le grandezze in gioco, deducendo nuovi elementi costituenti, sempre accompagnato dalla ragione.

Ritornando alle pubblicazioni di Guadagni, anche il nuovo opuscolo è rivolto principalmente agli studenti di medicina e, nella sezione delle macchine semplici, si aggiunge un nuovo argomento:

- Esperienze intorno ad alcuni moti degli Animali, che dipendono da organi, che fanno in essi la funzione di vetti, considerando per vette l'osso, per fulcro un punto nell'articolazione, e per potenza il muscolo.

A seguire la sezione delle macchine composte, appare una nuova sezione, di notevole estensione, intitolata “*Delle proprietà de' corpi in generale, cioè dell'estensione, solidità, divisibilità, mobilità, figurabilità, porosità, attrazione, magnetismo, elettricità*”. Tra le nuove esperienze si trovano:

- Macchina, che dimostra il moto composto.
- Macchina, che conferma la proiezione de' corpi.
- Macchina, che descrive la Parabola.
- Esperienze intorno alla Cicloide.
- Macchina, per mezzo della quale si descrive la Cicloide.
- Altre esperienze intorno alle forze centrifughe, colle quali si spiegano i Fenomeni del sistema Copernicano, del quale se ne darà una distinta idea per mezzo d'una Macchina.
- Macchina, che dimostra come succeda il flusso e reflusso del Mare, spiegato per mezzo dell'attrazione della Luna.

Inoltre vengono dedicate due sezioni specifiche proprio agli esperimenti di magnetismo e di elettricità, di cui riporteremo alcuni a seguire:

- Esperienze, che dimostrano a quanto si estenda l'atmosfera attraente della Calamita.
- Esperienza intorno alla mutazione de' poli di due Aghi magnetici messi l'uno sopra l'altro.
- Esperienza intorno alla forza magnetica, che passa a traverso all'acqua, cristallo, marmo, metallo, vento e alla fiamma.

- Esperienza intorno ad un tubo di cristallo voto d'aria, toccando con esso qualche corpo elettrico, subito detto tubo si riempie di luce.
- Il medesimo effetto succede in una gran palla di cristallo che sia ben vota d'aria, se nel tempo in cui una persone è elettrica, tocchi la palla con un dito, subito detta palla diventa lucente.

Anche le esperienze della sezione di *Idrostatica*, *Pneumatica* e *Ottica* sono ampliate e contengono una sottosezione con focus sulla gravità intitolata *Esperienze varie che fan vedere la gravità dell'aria e gli effetti che ella produce*. Per quanto riguarda proprio l'ottica riportiamo alcuni esperimenti:

- Macchine, che misura le refrazione di differenti liquidi.
- Macchina, che fa vedere le malattie degli occhi, cagionate però dalla troppa, o poca convessità de' medesimi, e modo di correggerle per mezzo di lenti.
- Esperienza dimostrante, che la luce è atta a muovere sensibilmente un dato corpo.
- Microscopio solare, che rappresenta l'immagine nel muro. Osservazioni che si faranno per mezzo del medesimo intorno agli insetti, piante marine, terrestri, ed acquatiche, rene e liquidi, ecc. Si farà vedere ancora la circolazione del sangue negli Animali nei vasi meseraici.

Guadagni viene nominato professore di Fisica Sperimentale all'Università di Pisa nel 1748, con uno stipendio base di 100 ducati, un'aggiunta di ulteriori 25 ducati per la manutenzione delle macchine di sua proprietà per le esperienze, e altri 25 ducati per l'affitto della sua casa⁴. Le macchine di riferimento per l'insegnamento universitario sono quelle indicate nel documento "Inventario delle Macchine che esistono appo il Dottor Carlo Alfonso Guadagni, che possono servire per uso dell'Università di Pisa, e che appartengono alla Statica, Idrostatica, Pneumatica, Magnetismo, Ottica, ed Elettricità". Si tratta di un elenco di 115 oggetti con descrizioni estremamente dettagliate e del valore complessivo di 907 ducati e 3 soldi. In un successivo rescritto dell'Archivio di Stato pisano, viene approvato l'acquisto delle "*macchine di fisica nella maniera proposta e che s'ingrandiscano le due cammere attinenti al Giardino de Semplici*"⁵. Le macchine alle quali si fa riferimento sono quasi certamente quelle di Guadagni, di cui disponeva già dall'inizio dell'insegnamento e che aveva perciò acquistato e/o fatto costruire ben prima di ottenere la cattedra

⁴ASPi, Università di Pisa, filza 2, G5, c. 1r. Archivio di Stato di Pisa n. d.(c))

⁵ASPi, Università di Pisa, filza 2, G5, c. 96v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(d))

per essere utilizzate nei corsi tenuti a Firenze. L'acquisto per l'Università era stato finalizzato dal Cancelliere dello Studio, il Dottor Giovanni Lorenzo Meazzuoli, come indicato nella seguente annotazione⁶:

“L'Università dello Studio della città di Pisa comprò dal Dr. Carlo Guadagni di Firenze centoquindici macchine diverse ad uso dell'Esperienze Fisiche. P. Il prezzo di scudi novecentosette e s[oldi] 3.
- In esecuzione di benigno rescritto di S.M.I. rom detto li 6 maggio 1750.”

Il quadro generale sull'attività Universitaria di Guadagni lo abbiamo grazie al documento di “ISTRUZIONE DA CONSEGNARSI AL SIG.re DR CARLO GUADAGNI NEL PRINCIPIO DELLA SECONDA TERZERIA DEL 1749 E 50.”⁷ che si riporta di seguito.

Per ubbidire ai comandi di S.M.I. espressi nel Motuproprio del 1749 sono stati stabiliti dal Provveditore Generale dello Studio li punti seguenti per dare il necessario regolamento alla nuova Cattedra di Fisica sperimentale, che la medesima Maestà si è degnata di introdurre nella predetta Università.

Primo. Dovrà fare in casa il corso ragionato e metodico della Fisica sperimentale, e sarà bene che questo non sia ristretto in un solo anno scolastico, ma possa occupare due anni simili.

2°. Per le lezioni di casa, come altresì per l'esposizione delle Esperienze saranno destinati due giorni della settimana, cioè il lunedì ed il giovedì, un'ora avanti il Mezzogiorno, onde resteranno la domenica ed il mercoledì, come giorni destinati alle preparazioni necessarie.

3°. Per promuovere maggiormente il profitto degli scolari, dovrà il professore, avanti di far l'esperienze, dettare brevemente un'esposizione dei principi e delle dottrine, dalle quali dipendono e che illustrano predette esperienze.

4°. Per contribuire poi anche alla conservazione delle pubbliche funzioni che costituiscono il più decoroso apparato dell'Università, dovrà il Professore medesimo fare le sue lezioni pubbliche in Sapienza nel martedì e venerdì all'ora prima del giorno sopra qualche parte assai utile della Storia

⁶ASPi, Gabella del Studio, filza 148, c. 73. Archivio di Stato di Pisa n. d.(a))

⁷ASPi, Università di Pisa, Serie A III, filza 1, cc. 15r-25v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(b))

Naturale, secondo la proposizione fattane a S.M.I. e dalla medesima espressamente approvata. Si aggiunge che essendo tutti i venerdì del mese di marzo segnati nel Diario in qualità di vacanze, sarà in obbligo del professore per tutto il corso del predetto mese di fare le lezioni pubbliche nel sabato susseguente alla medesima ora.

Avendo destinato S.M.I. Scudi 25 l'anno per l'uso delle esperienze, ciò s'intenderà per quelle spese che sono ordinariamente necessarie in alcuni generi d'esperienze. Secondo: per il risarcimento delle macchine acquistate dalla medesima M.I. in beneficio dell'Università; terzo: per la costruzione di qualche macchina nuova di poca valuta e per altri corredi della Scuola dell'Esperienze. In caso poi che per pubblica utilità si ricerchi qualche altra macchina, ovvero ordigno di maggior valore, potrà il professore dare al Provveditore dello Studio un disegno e specificazione di quanto stimerà necessario, coll'indicare all'incirca la spesa, acciò possa impetrare da S.M. la permissione d'aggiungere la somma che si stimerà conveniente. Per la buona esecuzione di questo regolamento si stima a proposito che il professore tenga un conto a parte e specifico de' predetti Scudi 25.

Capiamo perciò che le lezioni erano vincolate da un calendario ben definito, diviso in lezioni pubbliche e private da svolgere nella sua casa, oltre che l'iter da seguire per richiedere la costruzione di nuovi macchinari o la ricerca di pezzi sostitutivi o più aggiornati. Il documento riporta che la priorità dell'insegnamento era la dimostrazione empirica, ovvero il momento centrale di tutta la didattica. Erano necessarie giornate specifiche (la domenica e il mercoledì) affinché l'insegnante, nonché dimostratore e curatore, potesse garantire la massima efficacia possibile e avesse tutti i materiali e strumenti necessari. Questa sistematicità, voluta dal *Motuproprio*, testimonia il chiaro supporto istituzionale e l'impegno per l'aggiornamento costante della strumentazione, essenziale per mantenere il corso al passo con gli sviluppi della fisica europea.

Fra alcuni degli acquisti di macchine fatti dall'Università⁸ troviamo un piano inclinato, probabilmente ideato da Guadagni stesso e che viene così descritto:

Macchina lunga più di otto braccia, con tre sostegni e meccanismi producenti il suono con n.4 palle d'ottone per l'esperienze appartenenti alla caduta dei corpi. Questa macchina che trovasi

⁸ASPi, Università di Pisa, filza 2, G9, cc. 734r-734v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(e))

parimenti descritta in questo inventario sotto il n.16 è stata rifatta dal suddetto Dr. Guadagni.

La nomina a Professore Ordinario di Guadagni arriva nell'ottobre 1757 e la sua fama di dimostratore di pregio sembra trovare un ottimo riscontro tra diversi scienziati, come indicato in una lettera⁹ che Felice Fontana indirizza a Laura Bassi nel marzo 1759:

Ultimamente sono stato dal Signor Dottor Guadagni, ove si sono elettrizzati più aghi, i quali hanno assai bene ricevuto il magnetismo. Il quadro Franciniano, che venne adoperato, e che era rotondo, non avea più di mezzo piede di diametro in tutto, e la parte di mezzo, e dorata, n'era di quattro pollici. Le scintille, che si cavavano, erano delle più vivaci e attive, e forse maggiori di quelle, che V.S.Ill.ma può ottenere col suo gran quadro. Ho veduto che ciò dipende, parte per essere il quadro d'un vetro sottilissimo, e parte ancora, perchè si riscaldava assai bene con bragie ardenti prima di caricarlo. Si fecero alcune altre sperienze con un altro quadro parimenti circolare, e indorato a Zone concentriche sotto e sopra. Aveano mezzo pollice di larghezza tutte le Zone, e d'altrettanto n'erano l'una dall'altra distanti. Il centro finiva in un circolo d'un pollice e mezzo di diametro, il quale comunicava colla spranga, e veniva ad un tratto caricato. Ebbi un grandissimo piacere nel vedere, come il quadro si carica, e scarica da per sè. Uscivano le scintille con gran fischio, e impeto dal circolo di mezzo, e passavano ad un tratto alla prima Zona, e da questa alle più prossime, talchè al caricarsi dell'una, l'altra si scarica, e per lo contrario ecc.

Da un'altra lettera di Fontana, rivolta all'astronomo Giuseppe Antonio Slop(Fontana 1764–1804), sappiamo che questi non era in un rapporto d'amicizia con Guadagni: “Sappiatemi dire come il Guadagni fa indorare gli specchi per la elettricità, cioè di che si serve perchè l'oro si attacchi al vetro” , evidenziando quindi la stima nei suoi confronti in quanto studioso, e il desiderio di riprodurre i suoi esperimenti.

Non si hanno informazioni personali su Guadagni fino al novembre 1763, quando ricevette un aumento di stipendio di 30 scudi “a condizione che dia ogn'Anno trenta lezioni pubbliche, e faccia stampare alla fine del presente Anno Scolastico il Corso della Fisica Sperimentale”¹⁰. Attenendosi al rescritto,

⁹Illustri Italiani e Stranieri 1885

¹⁰ASPi, Università di Pisa, filza 2, G6, c. 119r-119v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(i))

venne pubblicato lo *Specimen Experimentorum Naturalium, quae singulis annis in illustri pisana academia exhibere solet CAROLUS ALPHONSUS GUADAGNIUS*, di cui venne riprodotta la seconda edizione, più completa e formale, nel 1779 (Guadagni 1779).



Figura 2.3: (a) Frontespizio della *Lettera* del dott. Carlo Alfonso Guadagni all' *Illustrissimo Signor Cavaliere Pietro Gaetano Grifoni* *Sopra una nuova struttura d'un Barometro Portatile* del 1767; (b) Schema del barometro trasportabile. Tratto dalla Misc. 515.1 della Biblioteca Universitaria di Pisa.

Nel 1767 ci fu una nuova pubblicazione (Guadagni 1767) riguardo la descrizione di un nuovo barometro che, grazie a una struttura più sicura e maneggevole degli standard del tempo, permetteva di essere trasportato facilmente e senza pericolo. Lo strumento in questione era stato utilizzato in varie località della Toscana ed era stato portato anche in alcuni viaggi particolarmente lunghi, a Dublino, in Moscovita e in Egitto dove era stato adoperato per ottenere le Effemeridi Meteorologiche dal giorno 20 Maggio dell'anno 1763 fino al 6 Settembre del 1765.

Il barometro era costituito da "un tubo di ottimo cristallo ed eguale da per tutto, e dritto, del diametro di due linee del piede Parigino, e lungo trenta-cinque pollici", e un cubo di legno con una zona scavata, chiamata il bagno del barometro, dove andava messo il mercurio. Guadagni fornisce precise

indicazioni per la sua costruzione, insieme a tavole con i disegni, l'intera procedura di montaggio e smontaggio e le accortezze da tenere per preservarne al meglio lo stato. Dalla lettera a Grifoni traspare il suo grande senso pratico e la sensibilità nel voler salvaguardare i macchinari più fragili, ma utili.

Un'ulteriore pubblicazione di Guadagni (Guadagni 1770) è un corso in otto lezioni, estremamente dettagliate, comprendente l'introduzione del corso tenuto a Palazzo Grifoni nel 1748. Importante notare come questa sia una delle poche pubblicazioni dove nel titolo viene accennato al suo ruolo di medico nell'Ospedale di Santa Maria Nuova, attività alla quale non rinuncerà mai e che verrà confermata anche da Fabroni nella sua biografia e in un trascritto degli Affari dell'Università, dove veniva reso noto a Fabroni che il Granduca aveva permesso a Guadagni di posticipare la sua partenza da Firenze per poter assistere la consorte del Cavalier Grifoni prossima al parto (Occhialini 1914).

2.1.3 Gli ultimi anni

Un'importante problematica che Guadagni affronterà durante la sua carriera sarà la sua salute. Risale infatti al 1774 una richiesta¹¹ fatta da lui al Granduca Leopoldo, di spostare le trenta lezioni del corso di Fisica Sperimentale alle ultime due terzerie del 1774, ovvero da maggio a dicembre, per degli incomodi di salute ai quali l'aria pisana non avrebbe giovato. Il Granduca, per decidere se accordargli la richiesta, chiese consiglio al provveditore Angiolo Fabroni, che espresse dissenso date le ripetute assenze di Guadagni nel giro di diversi anni.

Nel dicembre 1791, l'ormai vecchio Guadagni, ottenne finalmente un aiuto. La scelta venne fatta dal provveditore Fabroni e ricadde su Leopoldo Vaccà Berlinghieri. Guadagni aveva oramai concluso la sua carriera scientifica ed era diventato membro di diverse istituzioni, come l'Accademia Fiorentina degli Apatisti, l'Accademia della Crusca, dei Georgofili, di Cortona, l'Accademia Cesarea Leopoldina e la Royal Society.

Nonostante il prestigio e la fama che Guadagni aveva acquisito però, la sua gestione del Gabinetto di Fisica era stata costantemente messa alla prova dalle difficoltà finanziarie nel poter mantenere la strumentazione e dal cercare nuove macchine per rendere più competitivo il corso universitario. Negli anni

¹¹ASPi, Università di Pisa, filza 2, G6, c. 732. Archivio di Stato di Pisa n. d.(j))

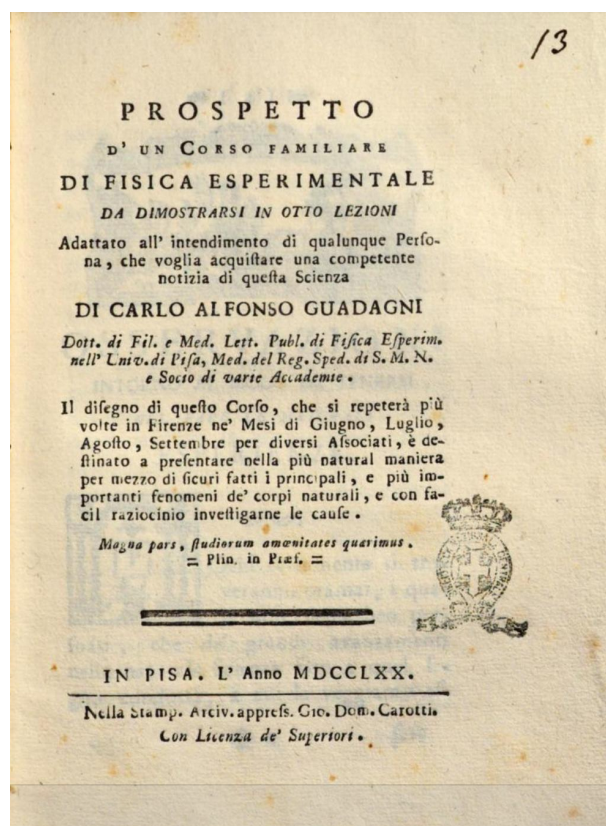


Figura 2.4: Frontespizio de *Prospetto d'un Corso Familiare di Fisica Esperimentale da dimostrarsi in Otto Lezioni di Carlo Alfonso Guadagni* del 1770. Nel titolo troviamo specificato il ruolo di Guadagni di medico e la sua appartenenza a diverse Accademie scientifiche.

fece numerose richieste¹² di aumenti della dote annuale, ma si trovò anche a dover pagare con i propri soldi. La continua insufficienza di fondi bloccò completamente gli investimenti per oltre vent'anni, fino al 1792, quando la gestione del Gabinetto venne assegnata a Vaccà Berlinghieri, e venne preso in carico l'acquisto di alcuni macchinari della collezione. In quella circostanza Guadagni chiese al Provveditore di fare inventariare tutti i suoi strumenti utilizzati durante le lezioni, suggerendone l'acquisto da parte dell'Università¹³. Nella nota del 3 dicembre 1792¹⁴ vengono riportati 51 oggetti, alcuni semplici

¹²ASPi, Università di Pisa, filza 2, G8, cc. 359r, 539r, 552v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(k))

¹³ASPi, Università di Pisa, filza 2, G11, cc. 522r-522v. Archivio di Stato di Pisa n. d.(g))

¹⁴ASPi, Università di Pisa, filza 2, G11, cc. 522r, 524v, 539r. Archivio di Stato di Pisa n. d.(f))

come vasi, fornelli, padellette, e 16 macchinari di Guadagni. La valutazione fatta dal perito Tommaso Andreoli era per un totale di 177 scudi e nel gennaio 1793 l'Università fece l'acquisto per il Gabinetto al prezzo corrispondente della perizia.

Il principe concedette finalmente a Guadagni la giubilazione nel 1795, una pensione di 430 scudi annui a sua discrezione. Anche dopo questo traguardo, inviò un'ulteriore supplica formale¹⁵, reclamando l'indennizzo di pagamenti a lui ancora dovuti e il pagamento del canone di affitto della sua abitazione privata a Pisa, usata per conservare le macchine e alcuni esperimenti. Nel febbraio 1801, Carlo Alfonso Guadagni morì a causa di una rapida pleurite e, anche dopo la sua scomparsa, le controversie finanziarie non cessarono. Essendo morto il 1° febbraio, ovvero quindici giorni prima della conclusione della terza e perciò prima della maturazione della pensione, non vennero pagate le somme, richieste dall'esecutore testamentario Francesco Giunti per poter saldare le spese dell'ultima malattia e per la cerimonia funebre. La conclusione di questo episodio finale della vita di Guadagni riassume in maniera emblematica le estreme difficoltà finanziarie e burocratiche che gli scienziati erano costretti ad affrontare nel Settecento.

2.1.4 L'eredità scientifica di Guadagni

Nonostante il declino della sua carriera accademica pisana, Guadagni era riuscito a ritagliarsi uno spazio importante nel mondo accademico europeo, principalmente come dimostratore, come conferma l'incontro con Alessandro Volta nel 1780. Il viaggio di Volta, organizzato dal governatore della Lombardia Carlo conte di Firmian, aveva l'obiettivo di permettere al celebre scienziato di osservare il funzionamento dei Gabinetti di Fisica Sperimentale della Toscana (Volta 1949). Nelle relazioni che questi rispedisce al conte c'erano cenni al Gabinetto del Granduca, ma anche a quello privato di Lord Cowper, di cui Guadagni era il responsabile, esaltandone l'attualità e la qualità della strumentazione scientifica.

Non una, ma più mattine si passarono intiere a vedere il Gabinetto del Gran Duca assistiti dal celebratissimo Abate FONTANA, e quello di Milord Cowper, diretto dal Professore GUADAGNI, con cui si fecero anche molte sperienze, parte colle sue Macchine, ossia di Milord, elegantissime, e lavorate per la massima porzione in Inghilterra, e parte con alcune mie di nuova invenzione, che portai meco, e che lascerò in mano del sunnominato Professore Guadagni a richiesta di Milord medesimo, che ne vuol ricavare i disegni

¹⁵ASPi, Università di Pisa, filza 2, G12, c. 612. Archivio di Stato di Pisa n. d.(h))

e farle eseguire per il suo nobilissimo Gabinetto, come già fece d'altre mie, che gli comunicai alcuni anni prima.

Le parole di Volta confermavano l'alto livello dei macchinari e il ruolo attivo dei Gabinetti come luogo di innovazione e ricerca. Per quanto non venne indicato nessun commento riguardo il Gabinetto di Fisica universitario, il nome di Guadagni apparve spesso nella corrispondenza di Volta¹⁶, segno che questi aveva un'opinione positiva di lui e infatti, nel 1791 lo propose come membro della Società Italiana delle Scienze, poi Accademia dei XL.

In definitiva, la testimonianza di Volta chiarisce che l'eccellenza scientifica di Guadagni era ormai legata non tanto alla cattedra pisana, quanto alla qualità della strumentazione privata. Le macchine del Gabinetto di Cowper, descritte come "elegantissime, e lavorate per la massima porzione in Inghilterra", stabiliscono la chiara superiorità di questa collezione nel panorama toscano. È dunque essenziale rivolgere l'attenzione alla figura di Lord Cowper e al contesto del mecenatismo fiorentino che permise l'esistenza e l'aggiornamento di un Gabinetto di tale livello.

2.2 Lord Cowper e il Mecenatismo Toscano

Il committente di questa eccellenza manifatturiera era George Nassau Clavering, III Conte Cowper (1738-1789) e figura emblematica del mecenatismo anglo-fiorentino del tempo (Gibson 1987).

Poco più che ventenne, era giunto in Toscana nel luglio 1759¹⁷ per il tradizionale Grand Tour (Belsey 1997), il viaggio formativo che i giovani figli dell'aristocrazia britannica intraprendevano una volta completati gli studi e prima di prendere impegni e responsabilità consone al loro ruolo. Quella che era quindi iniziata come una semplice consuetudine, una parentesi formativa nella vita dell'élites inglese, divenne per lui una scelta di vita e infatti non rimise piede in Inghilterra per i successivi trent'anni. Ritornò in patria solo una volta, nel 1786, con l'intento di richiedere a Re Giorgio III la carica di rappresentante inglese del Granducato. La richiesta non venne accolta, probabilmente perchè, data la sua lunga permanenza, Cowper era ormai considerato "quasi fiorentino".

Milord scelse di stabilirsi permanentemente a Firenze e, grazie alle amicizie

¹⁶A. Volta, *Epistolario* (1949), lettere nn. 221, 274, 328, 339, 373, 404, 406, 897.

¹⁷Le date del viaggio di Cowper (tra l'11 gennaio 1757 e il 4 maggio 1760) si trovano in un diario tenuto dal suo tutore, Jean Chastellain: Hertfordshire Record Office, Panshanger collection, D/EP F308.



Figura 2.5: Ritratto di George Clavering Nassau, lord Forwich, terzo conte di Cowper. Olio su tela di Anton Raphael Mengs (1770-1773).

con personaggi di rilievo come il Granduca Pietro Leopoldo, divenne uno dei più importanti mecenati della città, con interesse sia nelle arti tanto che nelle scienze. Nonostante le pressioni familiari per rientrare in patria¹⁸, Cowper non assecondò la famiglia, supportato da una ingente fortuna ereditata nel 1754 da parte del nonno materno il Conte di Grantham, che gli permise di proiettarsi immediatamente al centro della società aristocratica fiorentina. In quel contesto, le risorse finanziarie si traducevano immediatamente in prestigio e influenza e il suo stile di vita sfarzoso era un assetto necessario per la sua ascesa nella società. Le attività sociali che Cowper organizzava non erano semplicemente mondanità, ma una strategia deliberata per costruire ed elevare la sua reputazione e rete di relazioni (Fiorelli Malesci e Coco 2017), assieme anche alla moglie Lady Hannah Anna Gore¹⁹. Nel palazzo Baldinucci

¹⁸Nel dicembre 1759 era stato eletto Membro del Parlamento di Hertford, ma l'assenza prolungata dall'Inghilterra causò la perdita del seggio (Walpole 1954).

¹⁹Lady Hannah Anna Gore, figlia del pittore Charles Gore. La famiglia Gore arrivò a Firenze nel 1774, dove l'incontro con Lord Cowper era inevitabile vista la sua attività di patrono dell'arte e della musica. Il matrimonio con Anna fu celebrato nel 1775 e già l'anno dopo si vociferava di una possibile separazione tra i due. Le dicerie più scandalose

e nelle Ville Palmieri e Coppoli venivano spesso allestite feste e ricevimenti, con intrattenimenti e accademie musicali, dove anche egli stesso si diletta, ottenendo sempre un forte impatto e un encomiabile riscontro, regolarmente riportati nella *Gazzetta Toscana*²⁰.

Prima di lui, Sir Horace Mann (1706-1786) che era l'Inviato Britannico, era stato il punto di riferimento per tutti gli inglesi di passaggio a Firenze per quasi mezzo secolo (Doran 1876). Cowper però, grazie alle sue risorse, fu in grado di creare un centro d'interesse parallelo e spesso rivale di quello di Mann, focalizzandosi più sulla manifestazione della ricchezza e dello sfarzo anziché sulla diplomazia. Questa rete di relazioni si estendeva probabilmente anche al circolo massonico, di cui Mann stesso era parte, e al quale si ipotizza che pure Cowper ne fosse un affiliato, date le sue amicizie con altri personaggi noti per le loro simpatie per la Massoneria²¹, fra i quali anche Carlo Alfonso Guadagni (Ellis e Gibbin 2022).

L'ambizione di Cowper di superare i suoi rivali raggiunse l'apice nel 1778, con l'ottenimento del titolo di Principe del Sacro Romano Impero, assumendo il nome di Principe di Nassau de Auverquerque e, successivamente con la nomina a Cavaliere dell'Ordine di Sant'Uberto di Bavaria. Sebbene circolassero voci maliziose riguardo a questi titoli, che venivano attribuiti alla sua "docilità maritale" nei confronti della condotta della moglie, grazie alle cariche ottenute solidificò la sua posizione a Corte, conferendogli un prestigio senza pari tra gli stranieri residenti a Firenze.

Sul fronte culturale, Cowper si affermò come un collezionista d'arte di fama europea, con una prestigiosa galleria che comprendeva i lavori di maestri italiani classici e autori contemporanei (Libson e Yarker 2022). Fu inoltre un generoso patrono di artisti, musicisti e letterati britannici, facendo da intermediario culturale e raccomandando molti dei loro lavori direttamente al

indicavano Lady Cowper come la prima amante aperta del Granduca Pietro Leopoldo. Questa storia fu sfruttata da diversi contemporanei per criticare la condotta privata del Granduca che pubblicamente ostentava un'estrema austerità morale (Becattini 2022). La coppia ebbe tre figli, dei quali il Granduca fu padrino.

²⁰*Gazzetta Toscana* 1768. Per le feste da lui organizzate, "Gazzetta Toscana", in part. n. 17, 23 aprile 1768, p. 79; n. 28, 10 luglio 1773, p. 100; n. 24, 11 giugno 1774, p. 93; n. 43, 22 ottobre 1774, p. 169; n. 49, 3 dicembre 1774, p. 193; n. 28, 15 luglio 1775, p. 110; n. 35, 30 agosto 1777, p. 138; n. 37, 13 settembre 1777, p. 147; n. 33, 12 agosto 1780, p. 130; n. 13, 30 marzo 1782, pp. 49-50; n. 21, 25 maggio 1782, p. 83; n. 49, 6 dicembre 1783 p. 194; n. 44, 30 ottobre 1784, p. 173; n. 30, 23 luglio 1785, p. 117; n. 32, 6 agosto 1785, p. 127; n. 44, 29 ottobre 1785, p. 174.

²¹Altre persone simpatizzanti per la Massoneria indicate da Ellis e Gibbins erano: il medico personale di Cowper, Alessandro Bicchierai, il drammaturgo Ranieri de' Calzabigi e il pittore Johan Zoffany.

Granduca (Gibson 1987).

L'impegno più significativo e duraturo di Lord Cowper fu, tuttavia, quello dedicato alla scienza sperimentale. Le influenze illuministe del periodo proponevano la diffusione del sapere attraverso l'esperienza e Cowper diede vita a un celebre e innovativo Gabinetto di Fisica allestito nel suo palazzo in Via Ghibellina. L'eccellenza del Gabinetto stava principalmente nella dotazione strumentale, nella quale Cowper investì ingenti capitali per acquistare i più recenti e sofisticati macchinari disponibili sul mercato, arrivando direttamente a importarli dai migliori costruttori di Londra. Lo sforzo fece sì che il suo Gabinetto divenne un importante polo del progresso tecnologico, anche a livello internazionale.

La gestione e dirigenza di questo laboratorio privato venne affidata a Carlo Alfonso Guadagni, già considerato un esperto dimostratore nel panorama fiorentino. La collaborazione tra i due andò oltre un semplice rapporto di lavoro e si trasformò in una profonda stima e amicizia. In una lettera del febbraio 1780 (Moloney 1961) che Lord Cowper scrisse ad Alessandro Volta, parlò di Guadagni così:

il mio buon amico dottore Carlo Alfonso Guadagni che ha la bontà di dirigere il mio Gabinetto è stato molto sensibile all'elogio che Voss.a Ill.a fa del suo libro: è bravo sperimentatore e Uomo di somma probità ed onoratezza, e l'amo di tutto il core; ha poca fortuna, perchè è uomo quiete e niente intrigante; pensa a se e prende il mondo per il suo verso: quel piccolo ajuto che gli posso somministrare, fa sì, che è ingiustamente invidiato...

Questa citazione rivela il legame di fiducia fra i due e, al contempo, l'intento di Cowper nel sostenere economicamente uno scienziato di grande valore, ma di "poca fortuna". Guadagni, dirigendo il Gabinetto Cowper, poté continuare le sue attività di divulgazione sperimentale anche al di fuori dell'ambito universitario pisano, dove non era strano attirare le invidie di altri personaggi. Fu proprio l'intervento dell'inglese a permettergli di usufruire di permessi diretti da Pietro Leopoldo affinché potesse assentarsi da Pisa per lunghi periodi per poter condurre esperimenti nel laboratorio fiorentino.

Il ruolo di mecenate scientifico che Lord Cowper aveva assunto, grazie anche soprattutto alla competenza di Guadagni, fece in modo che il suo Gabinetto di Fisica fu incluso nell'itinerario ufficiale dei Principi ereditari di Russia, in viaggio con lo pseudonimo di conti del nord, durante la loro visita a Firenze del 1782.

Nel giro di pochi anni, Firenze fu scossa dalla morte prima di Horace Mann nel 1786 e di Lord Cowper nel 1789, segnando la fine di un'epoca. I due aristocratici avevano fornito alla città un modello di sociabilità cosmopolita, creando un luogo di scambio e promozione di alto livello culturale e civile. L'influenza di Cowper, tra mecenatismo artistico, collezionismo d'avanguardia e patrocinio scientifico, lo ha reso uno dei protagonisti indiscussi del Settecento fiorentino.

2.3 Il Gabinetto di Lord Cowper

Il trasloco di Lord Cowper nel Palazzo Baldinucci di Via Ghibellina, la sua sede definitiva²², avvenne nel 1772 e si dimostrò essere il luogo perfetto per installare un Gabinetto Scientifico, come già molti stavano facendo in città, fra i quali il Granduca. I lavori di progettazione e realizzazione inizieranno però più avanti, tra il 1777 e '78 (anni in cui si suppone che Guadagni iniziasse a frequentare il palazzo, proprio per rendere operativo il Gabinetto) e si protrarranno per i successivi otto anni (Münter 1937).

L'ubicazione precisa del Gabinetto antecedentemente al trasferimento del 1783 non è nota con certezza. Grazie ad alcune fatture del tappeziere Bianchi si pensa che inizialmente fosse situato in un piano superiore rispetto al piano nobile, dato che i lavori fatti erano indicati per le "Stanze n[u]ove su alto"²³. Questa posizione fu confermata anche dal Grand Tourist Richard Colt Hoare, nei suoi appunti personali, dove affermava che "Lord Cowpers house is well worth seeing: the upper story of it is fitted up for making experiments in electricity, hydrostatics, optics [...] each has its separate room[...]"²⁴. Dal luglio 1783 però venne sistemato in alcune sale della casa di Ottaviano Targioni Tozzetti, sempre situata in via Ghibellina e confinante con palazzo Baldinucci²⁵.

Il Gabinetto fu visitato da diversi personaggi che lo descrissero in maniera entusiasta, fra i quali il gesuita Juan Andrés(1740-1817), fervente soste-

²²Lo stile di vita che Lord Cowper aveva adottato era principalmente basato sullo sfarzo e il vanto delle proprie ricchezze, tanto che non fu mai proprietario delle sue residenze, bensì rimase costantemente in locazione.

²³Hertfordshire Archives and Local Studies (HALS), Fondo DE/P/AF177, fattura di Bianchi, nn. 127, 145, 146, 149, 188. Si veda anche HALS, Fondo DE/P/AF190, c. 18, fattura di Bianchi.

²⁴Testimonianza in R.C. HOARE, inediti appunti di opere d'arte in Italia, c. 80r. Per la collocazione e i dettagli completi Hoare [1788-1789].

²⁵Ellis e Gibbin suppongono che Lord Cowper avesse fatto aprire un varco fra i due palazzi per permettere il passaggio diretto.

nitore della scienza moderna basata sul metodo sperimentale, che in una lettera(Andrés 2008) scrisse:

Ma il miglior gabinetto di fisica sperimentale, il più eccellente fra tutti quelli privati, si trova a casa di Milord Cowper, cavaliere inglese stabilitosi da più di trent'anni a Firenze [...]. Non ho mai visto in Italia macchine non dico superiori ma neppure paragonabili a quelle splendide, complesse e precise di Cowper. Infatti anche se nel Gabinetto granducale ve ne sono di più in questo o quel settore, e non ne mancano di somiglianti, senza dubbio non c'è confronto né per numero né per qualità, e in tutte quelle di milord si ravvisa maggior perfezione e precisione.

L'altro Gabinetto che Andrés aveva avuto modo di visitare era quello della Specola di Firenze, gestito da l'abate Felice Fontana. Questo Gabinetto era un modello completamente opposto rispetto a quello proposto da Lord Cowper. La Specola era infatti un'istituzione pubblica, concepita al fine di istruire il pubblico e incentivare il sapere scientifico, in netto contrasto con l'intento puramente privato dell'inglese. Il provveditore Fabroni indicava esplicitamente che i giovani aristocratici dovessero fare esercizi pratici di fisica sulle macchine del Real Museo, ma Fontana era restio a istituire corsi al suo interno, nonostante fosse comunque del parere che nel processo cognitivo non ci dovesse essere separazione tra teoria e pratica. Al Museo aveva perciò affiancato diversi laboratori, dove gli artigiani fabbricavano e riparavano strumenti scientifici, creavano modelli in legno e cere, imbalsamavano animali, cercando di renderlo quindi un fulcro dello sviluppo scientifico per stimolarne lo studio e la volontà di apprendimento.

Al contrario, nel Gabinetto di Lord Cowper, venivano tenuti i famosi corsi estivi di fisica sperimentale di Guadagni²⁶. In questi corsi, Guadagni univa le dimostrazioni fisiche a quelle matematiche, diventando divulgatore dei principali scienziati suoi contemporanei fra i quali s'Gravesande (1688-1742), van Musschenbroek (1692-1761) e James Ferguson (1710-1776), di cui era riuscito a reperire i testi di astronomia e fisica sperimentale, da lui considerati

²⁶I corsi estivi di Guadagni furono tenuti nel Gabinetto di Milord dal settembre 1778: "Lord Cowper avendo gentilmente offerto al Sig. Dottor Carlo Alfonso Guadagni [...] il poter fare il corso delle sue esperienze fisiche nella sua propria abitazione in Via Ghibellina con servirsi di tutti gl'istrumenti del suo ricco Gabinetto, il medesimo Sig. Dottore profittando di tale esibizione ha cominciata la sua prima lezione li 10 settembre per proseguirle successivamente nel tempo delle presenti vacanze scolastiche". «Gazzetta universale», 1778, n. 73, p. 583. Anonimo 1778.

i più bei testi in termini di chiarezza e facilità delle spiegazioni²⁷.

Mary Berry (1763-1852), una viaggiatrice che visitò il Gabinetto di Palazzo Baldinucci nel giugno 1784, lo descrisse invece sinteticamente come: “un appartamento composto da cinque piccole stanze elegantemente riempite con gli strumenti migliori per condurre esperimenti in tutti i diversi rami della filosofia naturale; una è dedicata all’elettricità, la seconda è un laboratorio, la terza è utilizzata per l’ottica, una quarta per esperimenti idraulici e la quinta per quelli sull’aria” (Berry 1865). Infatti, un’altra informazione poco nota è quali fossero gli esperimenti condotti all’interno del Gabinetto. Quello che si sa per certo è che alla sua inaugurazione venne eseguita la dissezione di un cadavere fornito dal dottor Targioni Tozzetti (Sheail 2020) e fra i lavori di ristrutturazione venne prevista la costruzione di un camino per rimuovere i fumi degli esperimenti chimici²⁸. Qualche dettaglio in più sulle attività svolte lo abbiamo da Münter, che scrisse ammirato (Münter 1937):

24 [gennaio 1785] da Mylord Cowper, vidi alcuni dei suoi dipinti e il suo Gabinetto scientifico. La cosa più interessante era una figura femminile lavorata in cera, il cui corpo poteva essere completamente smontato e, tolto un pezzo dopo l’altro e scoperto l’utero, era possibile scorgere la formazione del feto. La statua costa 200 zecchini. Erano presenti anche altre parti del corpo in cera, e in particolare aveva organi di senso; aveva un vero e proprio apparato elettrico, una pompa ad aria, le macchine meccaniche di [Edward] Nairne e di [Thomas] Bugge. Una stanza appositamente destinata all’ottica, tutta l’intera apparecchiatura per il magnetismo e per la tormalina e, fra le altre cose, un magnete naturale molto grande, nel cui raggio d’azione il ferro diventava fortemente magnetico. Tutto questo il Lord lo ha messo insieme in 7-8 anni. Le collezioni di pompe ad aria sono magnifiche. Ha una sua macchina a compressione e orologi con meccanismi dentati per mostrare facilmente gli esperimenti del suono e della luce nel vuoto. C’è tanto anche sulla meteorologia. L’eudimetro, la macchina per la misurazione dell’intensità delle vibrazioni. Molto carini sono, nella

²⁷BLL, Add. Ms 23729, c. 26. Lettera di Guadagni a John Strange, Firenze 3 agosto 1761. Guadagni giudicava i libri di Ferguson come «le più belle opere che io abbia trovato in astronomia ed in fisica sperimentale p<er>la chiarezza e facilità che io ci ho trovato nella spiegazione dei fenomeni». Guadagni 1761

²⁸HALS, DE/P/AF238: ricevuta n. 294 del fascicolo di spese gestito da Stracchini, datata 25 novembre 1783, emessa degli speziali Francesco e Pietro Giuntini dove era indicato un “laboratorio chimico portatile corredato in tutte le sue parti” allestito dai due. Giuntini 1783.

pompa ad aria, il puntatore che indica il numero di pompaggi e, nella macchina a compressione, un tubo di mercurio. L'atmosfera può essere compressa fino a tre volte, in tal modo il tubo si riempie di mercurio e non si può più continuare a pompare ulteriormente senza causare un'esplosione.

La statua di cera alla quale viene fatto riferimento è una “Venere” scomponibile ideata da Alessandro Bicchierai, il medico personale di Cowper, per poter studiare l'anatomia femminile e della gravidanza, che oggi è esposta a Bologna nel Museo di Palazzo Poggi. Fu eseguita dallo scultore Giuseppe Ferrini nel 1780, ed è un esemplare anteriore a quello analogo presente nel Reale Museo di Fisica di Firenze, come si evince dalle ricevute di pagamento della collezione Cowper²⁹, fra le quali figurano anche ulteriori cere anatomiche degli organi di senso.



Figura 2.6: Statua anatomica in cera di donna giacente detta “Venerina”, di Giuseppe Ferrini (1780-1782). Bologna, Museo di Palazzo Poggi.

Una delle descrizioni più dettagliate del Gabinetto la dobbiamo a Bieliński:

Ha un Gabinetto di strumenti che per un particolare è superbo: nella prima stanza si trovano tutti gli strumenti dell'elettricità, eseguiti dai migliori artigiani d'Inghilterra: la teoria del conduttore di Franklin e il fulmine che fa esplodere una casa, una macchina

²⁹HALS, DE/P/AF238/68, ricevuta n. 156 (fascicolo di spese Stracchini) emessa da Giuseppe Ferrini il 10 ottobre 1780, per la realizzazione di «una statua in cera esprimente una Venere da dividersi in varie sezioni». Ferrini 1780.

per accendere una candela con l'aria infiammabile, e l'elettricità applicabile alla parte malata dei corpi in una macchina inventata nuova. La stanza della meccanica contiene macchine differenti molto curiose, fra queste quella con cui ciascuno si può pesare e misurare, macchina semplice ma molto curiosa. Nella stessa stanza si trova una collezione di belle farfalle: vi si trova il famoso scarabeo cinese che guardato attraverso una lente al sole, sembra un agglomerato delle più belle pietre preziose. Nella stanza dell'aria troverete diverse macchine idrauliche, una macchina pneumatica che estrae l'aria, una che la comprime e una per ottenere l'aria infiammabile etc. La stanza dell'ottica è tutta nera e mi si assicura che il microscopio solare riflette anche gli oggetti opachi. Nella stanza della chimica trovate un laboratorio completo e per l'anatomia una donna in cera, come quella della Galleria [cioè il Real Museo di Fisica], gli organi dei sensi, e le parti costituenti la differenza dei sessi diversi. Insomma, ogni particolare non può avere un Gabinetto più bello.

Vista perciò la grande varietà di collezioni presenti nel Gabinetto (che spaziavano dalle macchine pneumatiche alle cere anatomiche, fino alle collezioni entomologiche), si trattava di un luogo abitualmente frequentato da diversi personaggi della società fiorentina interessati alla filosofia naturale. Uno fra questi era il già nominato medico Alessandro Bicchierai, che con Lord Cowper instaurò un profondo legame di amicizia. Negli anni infatti, tra i due c'era stato un grande scambio di favori e piaceri, fra i quali il titolo di Professore Onorario di Fisica, concesso al medico nel 1769 grazie all'influenza di Cowper nella corte di Pietro Leopoldo³⁰. Nel testamento di Milord, redatto il 22 agosto 1788, furono aggiunti dei codicilli³¹ dove si faceva riferimento proprio al medico che veniva generosamente ricordato: "I give a like annuity or rent charge of fifty pounds per annum to my good friend Dr. Alexander Bicchierri [sic] professor di fisica all'univ. di Pisa during his natural life". Nel tempo Bicchierai ebbe la possibilità di usufruire della fornitissima e sempre aggiornata libreria di Milord, nonostante lui stesso possedesse un'altrettanto ricca collezione³² e un suo Gabinetto scientifico personale, dove dal 1775 e per i successivi 22 anni poté portare avanti osservazioni meteorologiche con termometro, igrometro e anemometro. Si dedicò inoltre all'analisi pneumatica,

³⁰HALS, DE/P/F310/104. Lettera di Franz Rosenberg Orsini a Cowper dove si comunica della decisione del Granduca Rosenberg Orsini 1769)

³¹HALS, DE/P/T1154

³²Alla morte di Bicchierai alcuni dei testi della sua collezione furono inseriti nella biblioteca di Girolamo dei Bardi. Vadalà 2017

seguendo i maggiori scienziati europei del tempo. Per questi studi utilizzò alcuni strumenti presenti nel Gabinetto di Milord, fra i quali l'apparato del duca di Chaulnes³³ per lo studio quantitativo dei gas, e un eudimetro³⁴. Questi studi confluirono poi nel trattato "Dei bagni di Montecatini"³⁵, sotto commissione del Granduca Pietro Leopoldo intento a patrocinare attività rivolte ai saperi utili per favorire lo sfruttamento delle risorse termali toscane. Le vaste conoscenze anatomiche di Bicchierai ebbero un'applicazione diretta nel Gabinetto con l'ideazione della Venere anatomica, la statua in cera ammirata da Münter e Bieliński. Le notizie del coinvolgimento del medico le abbiamo grazie a una lettera riportata nell' "Elogio di Alessandro Bicchierai" (Uccelli 1798)³⁶, che Bicchierai scrisse a René-Nicolas Dufriche Desgenettes (1762-1837), professore a Parigi nell'all'École de Médecine, sottolineando anche l'esecuzione di Giuseppe Ferrini.

Altro personaggio ricorrente all'interno del Gabinetto era il custode e macchinista Giuseppe Stracchini, di incerte origini, ma con un'ottima predisposizione per il disegno, tanto da venir richiesto il suo parere per l'acquisto di un Guercino per Lord Cowper³⁷. Fra i suoi compiti figurava il registro della contabilità del laboratorio e capitava che si occupasse delle commissioni di alcuni macchinari: tra il 1777-1778, Stracchini mantenne una corrispondenza con alcuni costruttori italiani, tutti occupati nel realizzare degli strumenti su commissione di Cowper e con la consulenza di Guadagni. Tra di loro troviamo Domenico Palmieri (da Milano), Francesco Malacrida (autodefinito

³³Secondo la descrizione nell'inventario post mortem del 1790 del Gabinetto di fisica di Lord Cowper: «Una cassa di noce composta di due pezzi [...] contenenti l'apparecchio del Duca Chaulnes per l'arie fattizie tanto per l'acqua, quanto per il mercurio».

³⁴L'eudimetro utilizzato da Bicchierai per i suoi studi era stato costruito con la metodologia di Felice Fontana. Quello presente nel Gabinetto di Cowper non si sa se fosse un modello di Fontana o di Volta

³⁵Per un esame dell'opera del Bicchierai in questione, sottolineando il suo aggiornamento riguardo alla chimica pneumatica affrontato nella seconda sezione del Trattato, cfr. ABBRI 1985. Per gli interessi meteorologici di Bicchierai, si veda VERGARI 2006. In ambito medico, Bicchierai fu anche censore delle opere fisiche e mediche e medico personale del granduca Ferdinando III.

³⁶«La Statua in cera che ivi [nel Reale Museo di Fisica di Firenze] trovasi rappresentante il Sistema nervoso, e quella decomponibile che dimostra la Gravidanza non sono originali. La prima è copiata da una che io stesso feci eseguire da un certo Giuseppe Ferrini abilissimo artista oggi dimorante a Palermo cui noi dobbiamo la restaurazione di quest'arte. La seconda [la Venere] è copia di un'altra eseguita sotto la mia direzione dall'istesso artefice per Mylord Cowper, e passata all'Istituto di Bologna, che acquistò tutto il Gabinetto del nominato Sig. dopo la di lui morte»

³⁷HALS, DE/P/F319. Le due lettere di Camillo Businari a Giuseppe Stracchini, 18 agosto e 4 settembre 1778, riguardano la ricerca di un dipinto del Guercino. Businari 1778.

“barometraro”) e fra Mariano Morini(da Modena), persone fondamentali per i primi strumenti utilizzabili del Gabinetto³⁸.

Quando nel 1779 fu pubblicato lo “Specimen Experimentorum Naturalium” di Guadagni, Stracchini partecipò nella realizzazione della tavola IX, che illustrava le nuove esperienze di elettricità e aerometria.

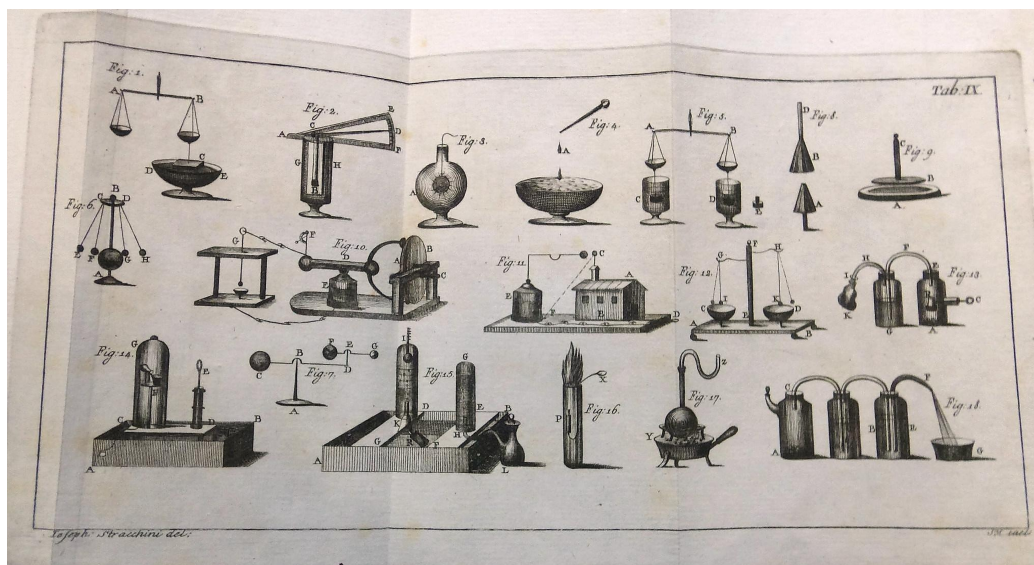


Figura 2.7: Tavola IX (disegni di G. Stracchini) dello Specimen experimentarum naturalium (1779), Carlo Alfonso Guadagni. Bologna, Biblioteca del Dipartimento di Fisica e Astronomia.

La vita del Gabinetto di Via Ghibellina si concluse con la morte di Lord Cowper nel dicembre 1789. Contrariamente alle voci che circolavano a Firenze, secondo le quali Milord avrebbe donato parte del suo museo al Granduca, così non fu³⁹. Chi riuscì ad aggiudicarsi infatti il bottino fu la città di Bologna: il cardinale Andrea Gioannetti (1722-1800), acquistò e poi donò alla città l'intera biblioteca e tutti gli strumenti del Gabinetto scientifico di Cowper(Dragoni 1995).

La trattativa con il procuratore e gli eredi di Cowper si svolse in maniera estremamente rapida, nel giro di pochi mesi: trattativa, inventariazione, contratto, imballaggio e spedizione. La collezione fu donata all'Istituto delle Scienze di Bologna il 20 dicembre 1790, per la somma di “Zecchini Millecinquecentoquaranta Fiorentini in moneta d'argento”, un prezzo estremamente

³⁸HALS, DE/P/F319 L'epistolario fra Giuseppe Stracchini e i costruttori nominati è contenuto nel fascicolo indicato. Stracchini n. d.

³⁹Archivio di Stato di Firenze, IRC 2146, ad annum 1789, a di 22 dicembre (senza paginazione).

appetibile, soprattutto data la ricchezza e la preziosità dell'intero assortimento⁴⁰. Il mancato acquisto da parte del Regio Museo fiorentino però non deve sorprendere, in quanto, proprio in quell'anno, era in atto una importante riorganizzazione nell'amministrazione dell'istituzione granducale, con la sostanziale giubilazione di Fontana e l'ascesa del vicedirettore Giovanni Fabbroni. Le nuove linee guida⁴¹ imponevano di evitare la duplicazione di strumenti e libri, come misura per contenere i costi, e la ricca collezione di Cowper rischiava di costituire un inutile raddoppio di quanto già posseduto alla Specola.

Il documento d'acquisto bolognese indicava 446 voci, oltre a un elenco di libri scientifici⁴². Principalmente c'erano strumenti di fisica, materiali scientifici destinati alla Sala di architettura militare, a quella di Anatomia e all'astronomia, una sezione di meteorologia che comprendeva oltre quaranta termometri di varie scale, nove barometri e quattro igrometri. La selezione di macchine di pregiata fattura e di rinomati costruttori inglesi divenne un pilastro della strumentazione scientifica dell'Università di Bologna.

⁴⁰Si ricorda che la sola Venere di cera costò 200 zecchini Münter 1937.

⁴¹Contardi 2000

⁴²Si veda l'inventario *Die 20 Mensis Decembris Donatio Celebris Musei Cowper Instituto Scientiarum et Artium Bononie ab E.mo et R.mo D.no Cardinale Andrea Gioanetti Bononie Archiepiscopo*, conservato in: Archivio di Stato di Bologna. Assunteria di Istituto, Diversorum, B. 10, n. 14.

Capitolo 3

Analisi dello Specimen Experimentorum Naturalium

3.1 Metodologia di analisi

3.1.1 Obiettivi e scelta del corpus

Per poter valutare un testo di fisica come lo Specimen è necessario utilizzare un approccio che tenga conto di diversi elementi: linguaggio, contesto storico-scientifico e il metodo scientifico.

La selezione di esperimenti scelti per l'analisi si concentra sui temi dell'Elettricità e Magnetismo. Questa è una scelta motivata dal loro ruolo cruciale nel panorama scientifico del Settecento, perchè segnavano un momento di transizione tra la filosofia naturale e la fisica moderna. La Meccanica Classica era oramai una “scienza certa”, consolidata dal newtonianesimo, al contrario invece dell'Elettromagnetismo⁴³, la nuova frontiera della fisica. Guadagni era molto attento infatti a integrare anche le più recenti scoperte nel suo piano didattico e si rendeva necessario l'impiego di strumentazioni nuove e innovative, sempre a conferma del crescente interesse per la componente sperimentale-dimostrativa nell'istruzione. Queste due aree della fisica segnano uno dei primi passi per il superamento del Meccanicismo: gli esperimenti a riguardo mostravano uno dei casi più eclatanti e problematici della fisica del tempo, ovvero l'*actio in distans*, l'azione a distanza di Newton. Infine, la trattazione di Elettricità e Magnetismo nel testo mostra un'aspetto estremamente attuale, la capacità di collegare la realtà artificiale del laboratorio scientifico con i fenomeni naturali visibili su larga scala. Focalizzando l'analisi su questi

⁴³L'unificazione tra i due fenomeni arriverà però nell'Ottocento grazie al contributo di Maxwell.

esperimenti si riesce perciò ad avere un punto di vista privilegiato riguardo alle sfide epistemologiche della filosofia naturale settecentesca, mantenendo anche un occhio vivo sulle modalità didattiche del tempo.

3.1.2 Framework di lavoro per l'analisi linguistica

Nel paragrafo 3.2.2 si discuterà del linguaggio adoperato per lo Specimen. Nel Settecento, la lingua della scienza era ancora il latino, ma grazie alla naturale evoluzione temporale alla quale sono soggette le lingue, già a partire dal periodo rinascimentale si era delineato un cambiamento significativo (Sacré e Papy 2012). La formazione di scienziati e umanisti era avvenuta in un contesto bilingue che aveva avuto ripercussioni anche sulla loro produzione tecnica e artistica (Ramminger 2010). Per far fronte a questa dualità lessicale, gli autori dovevano spesso inventare o adattare termini volgari nella loro lingua madre o, al contrario, latinizzare concetti contemporanei che trovavano origine nella lingua volgare. L'ideale rimaneva comunque raggiungere uno stile e una ricercatezza classica, imitando principalmente autori come Cicerone o Virgilio, anche quando si trattava di argomenti moderni quali la botanica, l'astronomia e la fisica, per i quali la lingua non aveva vocaboli adatti (Duris 2009, Eddy 2010). Gli autori Neo-Latini avevano perciò creato uno stile unico, trasferendo strutture sintattiche, ritmi e figure retoriche della loro lingua madre volgare al latino.

L'utilizzo di *metafore grammaticali* nel processo di **nominalizzazione**⁴⁴ è una delle caratteristiche più importanti della produzione scritta scientifica, che si pensa sia iniziata e poi diffusa grazie a Newton nel tardo 17esimo secolo (Banks 2005). La metafora grammaticale è un meccanismo linguistico dove una classe di parole (forma grammaticale) viene usata per esprimere il significato tipicamente associato a una diversa classe (funzione semantica):

Entità → Nome

Processo → Verbo

Qualità → Aggettivo

Un esempio pratico lo possiamo vedere nel *Lemma II* dei “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*” (Newton 1687) con i termini:

multiplicāre → *Multiplicatio*

⁴⁴Trasformazione in nome di un elemento linguistico di qualunque natura e categoria.

ovvero la trasformazione di un'azione in una entità (classe grammaticale reale: nome; funzione semantica: processo), conferendole solidità e fattualità fissa. In tabella si riportano altri esempi significativi presi sempre dal *Principia*:

Tabella 3.1: Nominalizzazioni Latine nella sezione introduttiva del *Principia*

Tipologia	Metafore grammaticali			
	Termine Latino	Origine Latina	Funzione semantica	Funz.grammaticale
Nominaliz. Prototipica	<i>Motus</i>	<i>movēre</i>	Processo di movimento	Nome
	<i>Divisio</i>	<i>dividēre</i>	Processo di divisione	Nome
	<i>Extractio</i>	<i>extrahēre</i>	Processo di estrazione	Nome
	<i>Inventio</i>	<i>invenīre</i>	Processo di invenzione/scoperta	Nome
	<i>Fluxio</i>	<i>fluēre</i>	Processo di flusso/scorrimento	Nome
	<i>Velocitas</i>	<i>velox</i>	Qualità di essere veloce	Nome
Nominaliz. Astratta	<i>Methodus</i>	<i>procedēre</i>	Modalità di azione	Nome
Nominaliz. Logica	<i>Ratio</i>	<i>rēri</i>	Processo di ragionamento	Nome

Nello Specimen l'analisi si andrà perciò a concentrare sulla struttura complessiva dell'opera, andando a controllare la costruzione delle frasi, la scelta lessicale, e quindi il tono generale utilizzato da Guadagni, e si ricercherà l'utilizzo di metafore grammaticali tipiche dei testi scientifici newtoniani.

3.1.3 Framework di lavoro per l'analisi del contesto storico-scientifico

Nel paragrafo 3.2.3 si discuterà del contesto storico-scientifico nel quale viene scritto lo Specimen. Per poter comprendere il lavoro e le teorie esposte in uno scritto scientifico è importante concentrarsi sul concetto di *comunità scientifica* e come questa si vada a riflettere e definisca determinate pratiche testuali e discorsive. Infatti si tratta di una comunità *autodefinente* e *autoregolatrice*, dove vengono formulati in maniera esplicita criteri, obiettivi comuni e lessico

(Swales 1990). Il rapporto tra la comunità scientifica di riferimento e i testi generati però non è esplicitamente verificabile attraverso questi ultimi, ma è per definizione inaccessibile (Myers 2022). Un riscontro di questa dimensione la si riesce ad avere solitamente andando a visualizzare le bozze e i commenti dei lavori, ma nel caso di opere storiche, dove quello che abbiamo a disposizione è solamente una versione finale, bisogna utilizzare un diverso approccio. La ricerca si può organizzare su due piani (Valle 1997): quello delle **pratiche paradigmatiche**, ovvero si va a valutare il contenuto e l'organizzazione epistemologica del testo classificando il modo in cui si relaziona al sapere collettivo del periodo di riferimento, e quello **pragmatico-retorico**, ovvero focalizzandoci sulle strategie retoriche utilizzate per giustificare l'esistenza di un testo e il rivolgersi alla comunità. Nello specifico, per il primo si individueranno i principi fondamentali e le assunzioni di base per valutare la struttura e la coerenza interna degli argomenti. Per il secondo piano invece si andranno ed evidenziare i punti di forza e le eventuali criticità dell'opera, valutandone la rilevanza e l'originalità nel contesto scientifico contemporaneo dell'autore. Si riportano nelle tabelle 3.2, 3.3 e 3.4 di seguito i criteri specifici generali per l'analisi.

Tabella 3.2: Elementi dell'Asse Paradigmatico

Asse Paradigmatico	
Categoria di Analisi	Elementi Ricercati
Ambito Tematico	Range di argomenti accettati nel contesto storico.
Sistematicità	Posizionamento del problema e delle conclusioni all'interno di un quadro di conoscenza esistente (o assente).
Posizione anti-teorica	Dichiarazioni esplicite di rifiuto di interpretare, teorizzare o fare speculazioni.

Tabella 3.3: Elementi dell'Asse Pragmatico-Retorico sulla Motivazione

Asse Pragmatico-Retorico: Motivazione		
Tipo di giustificazione	Focus Retorico	Implicazione Pragmatica
Implicita	Cortesia, dovere o caso fortuito	Il testo non ha bisogno di essere giustificato esplicitamente con uno scopo: il lettore sa che l'autore sta adempiendo al suo dovere sociale/personale
Esplicita	Occupazione di una nicchia del sapere	Quando il destinatario è astratto, l'autore deve giustificare in maniera esplicita l'importanza del suo contributo.

Tabella 3.4: Elementi dell'Asse Pragmatico-Retorico sul Destinatario

Asse Pragmatico-Retorico: Destinatario		
Fase Retorica	Comunità/Destinatario	Caratteristiche Pragmatiche
Inizio (primo '700)	Le società scientifiche come gruppi di individui	Il destinatario è spesso una persona specifica (Presidente, Fellow). La comunicazione è vista come un dovere personale o un gesto di gratitudine/amicizia.
Intermedia ('700 avanzato)	Le società come organizzazioni scientifiche astratte	La retorica si rivolge all'istituzione stessa, riconoscendone il ruolo formale, ma senza l'intimità personale.
Tarda ('800)	La comunità disciplinare astratta	Il destinatario diventa la comunità di esperti in una disciplina specifica, non più il generico membro dell'accademia. I testi scientifici si scrivono per la scienza.

3.1.4 Framework di lavoro per l'analisi metodologica-tecnica

Nel paragrafo 3.2.4 si discuterà della struttura tecnica e metodologica utilizzata per presentare gli esperimenti nello Specimen. Per avere una validazione epistemica degli esperimenti si incentrerà l'analisi sul concetto di *virtual witnessing* (Shapin e Schaffer 1985), ovvero l'insieme di tecniche retoriche e stilistiche che creano nel lettore un'immagine mentale vivida di un esperimento,

convincendolo ad accettare l'evento come se lo avesse visto con i propri occhi. Questo meccanismo fu essenziale alla base della disputa tra Robert Boyle e Thomas Hobbes nel 1661 riguardo alla creazione del vuoto e, di conseguenza, sull'utilizzo di strumenti materiali nell'indagine della natura (Vidali 2019). La verità intrinseca di un esperimento viene accettata dal grande pubblico grazie alla costruzione sociale e letterale della sua credibilità. La sfida più grande nel contesto della filosofia naturale nel Seicento, e a seguire anche nel Settecento con la nascita della divulgazione scientifica, era rendere le nuove conoscenze pubbliche e inattaccabili. Questa validazione avviene attraverso l'interazione di tre **tecnologie**⁴⁵ che, lavorando insieme, creano l'illusione di un fatto come **elemento dato e non manipolato**. Più nel dettaglio, queste tecnologie sono:

1. Tecnologia Materiale (l'Apparato)
Riguarda la costruzione e le operazioni della strumentazione fisica. La funzione principale è oggettivante: l'apparato strumentale è il mezzo che si interpone tra l'osservatore e la realtà, permettendo di fattorizzare l'agente umano dal risultato.
2. Tecnologia Sociale (la Comunità)
Riguarda le convenzioni morali e di condotta che stabiliscono chi può essere un testimone affidabile e chi viene escluso. La sua funzione è collettivizzante: l'esperimento deve essere presentato come un'impresa collettiva, dove la validità deriva dall'assenso volontario di tutti i membri della comunità interessata.
3. Tecnologia Letteraria (il Resoconto)
Riguarda lo stile di scrittura e come viene strutturata la spiegazione. La sua funzione è quella trasmissiva e mimetica: consiste nel creare una rappresentazione densa di dettagli circostanziali che possano mimare l'immediatezza della visione, estendendo il ruolo di testimone a chiunque legga.

Per quanto riguarda lo Specimen, l'analisi si concentrerà sulla gestione della narrazione sperimentale con riferimento alle tecnologie, dimostrando come i dettagli metodologici servano a fini retorici. L'indagine non si limiterà alla constatazione dei dati, ma mira a decostruire il processo con cui Guadagni ha trasformato osservazioni private in conoscenza pubblica e credibile. I punti d'interesse saranno:

- A. Tecnologia Materiale e Prosa Oggettivante: Si esaminerà la funzione mimetica della prosa per creare il virtual witnessing. Si andrà quindi a

⁴⁵Intese come strumenti per la produzione di conoscenza.

quantificare la presenza di dettagli circostanziali e di descrizioni ricche o minute degli apparati e delle procedure. Questi dettagli saranno poi valutati in relazione alla loro capacità di scongiurare la sfiducia del lettore. Si analizzerà anche l'uso delle illustrazioni, se forniscano un supporto naturalistico, e non solo schematico, essenziale alla prosa.

- B. Tecnologia Letteraria e Tono Epistemico: Si analizzerà il tono morale adoperato per stabilire l'autorità del dato. Ci si focalizzerà in particolare sul modo in cui Guadagni utilizza il linguaggio per differenziare l'esposizione di dati empirici (dove ci si aspetta un alto grado di confidenza e l'uso di forme nominalizzate) dalla proposta di spiegazioni causali (dove è richiesto un tono più dubbioso), marcando così la distinzione cruciale tra il dato osservato, ovvero il fatto, e l'interpretazione, ovvero la teoria.
- C. Tecnologia Sociale e Gestione della Credibilità: Si esamineranno le strategie utilizzate per affermare l'oggettività collettiva. Si analizzerà come vengono gestiti i limiti e gli insuccessi che si manifestano nel testo, interpretando le ammissioni di difficoltà come atti di onestà morale con il fine di rafforzare la credibilità dell'autore. Infine, si studieranno i riferimenti ad altri sperimentatori e l'uso di voci collettive (come il pronome "noi"), verificando se l'autorità scientifica viene utilizzata come validazione eterodossa, ovvero altri scienziati come "testimoni", per inquadrare la scoperta come un prodotto della comunità.

L'applicazione del framework del virtual witnessing non si limita perciò al fornire solamente una descrizione delle pratiche di Guadagni, ma permette di analizzare l'opera come una precisa risposta metodologica alle sfide epistemologiche dell'empirismo e come la costruzione retorica dell'esperimento fosse uno strumento cruciale per la didattica nell'ambiente accademico del Settecento. Si riporta di seguito una sintesi degli elementi cardine di questa analisi nella Tabella 3.5.

Tabella 3.5: Elementi caratterizzanti per la creazione di un virtual witness

Funzioni Epistemiche e Retoriche delle Tecnologie			
Tecnologia	Funzione Epistemica Primaria	Obiettivo di Analisi	Elementi Testuali da Verificare
Materiale	Oggettivazione del Fatto: fattorizzare l'agente umano per attribuire il risultato alla macchina	Prosa Oggettivante	Prolissità Descrittiva: Quantificazione e analisi dei dettagli costruttivi degli apparati e delle procedure. Verifica dell'uso delle illustrazioni
Sociale	Collettivizzazione del Consenso: Garantire l'assenso della comunità attraverso le convenzioni morali e di condotta	Gestione della Credibilità	Tono Morale: Ammissione di limiti/insuccessi come atti di onestà morale per aumentare la credibilità. Presenza dell'uso del "noi"
Letteraria	Moltiplicazione dei Testimoni: Trasformare il lettore in testimone virtuale attraverso la mimesi della visione	Tono Epistemico	Distinzione Fatto/Teoria: Tono di confidenza o dubbio per differenziare i dati osservati dalle interpretazioni. Verifica dell'uso di forme nominalizzate per fissare la fattualità dei dati

3.2 Analisi applicata

3.2.1 Introduzione generale dell'opera

Lo *Specimen Experimentorum Naturalium* lo possiamo considerare come la sintesi alla carriera di Guadagni. Si tratta della sua ultima pubblicazione e le ragioni che lo spinsero alla sua pubblicazione sono indicate chiaramente nella prefazione, riportata di seguito:

Aud multis te morabor, Amice Lector. Concisam hanc Praelectionum mearum epitomen summis tantum capitibus delibatis edere constitui, ut auditorum meorum desiderio satisfacerem, et eorum commodis, utilitatique consulerem. Ita enim tempus, quod ipsi dictata excipiendo insumebant, majori experimentorum copiae exhibendae tribuetur.

Non ti intratterrò a lungo, Amico Lettore. Ho deciso di pubblicare questa sintesi concisa delle mie Lezioni, trattando solo gli argomenti principali, sia per soddisfare il desiderio dei miei ascoltatori, sia per favorire i loro interessi e la loro utilità. Infatti, in questo modo, il tempo che essi impiegavano a prendere appunti dettati potrà essere dedicato a presentare una maggiore quantità di esperimenti.

Pleraque a sapientissimis Viris praeclare inventa hoc libello continentur, quae sane ei omittenda non erant, cui mandatum est, ut juvenes Philosophiae Experimentalis studio inflammatos instituat: non pauca tamen reperies a me tum in parandis faciliore, tutiorique structurâ machinis, tum, in novis capiendis experimentis excogitata.

La maggior parte delle nozioni, splendidamente scoperte da Uomini molto saggi, sono contenute in questo libretto e non dovevano affatto essere omesse da colui che ha il compito di istruire i giovani infiammati dallo studio della Filosofia Sperimentale. Tuttavia, troverai non poche cose ideate da me, sia nel preparare strumenti con una costruzione più facile e sicura, sia nell'escogitare nuovi esperimenti.

La scelta di rivolgersi direttamente all'*Amico Lettore* suggerisce una **fase retorica intermedia** tipica del Settecento avanzato, dove si cerca di convogliare un tono di cortesia accademica, in quanto il gruppo di riferimento è certamente parte di una comunità scientifica, con un certo grado di intimità personale, tipica del contesto di apprendimento. Viene indicata poi una giustificazione al testo di tipo **implicita** (cortesia, dovere), nonostante sia espressa chiaramente. Il testo aveva perciò l'obiettivo di essere un supporto all'insegnamento, per permettere una ottimizzazione dei tempi dell'insegnante, così come degli studenti: in questa maniera, avendo un testo aggiornato e comprensivo di ogni dettaglio, si poteva aumentare il numero di esperienze da portare a lezione e si permetteva a tutti quanti di prestare maggiore attenzione durante le dimostrazioni. La selezione di esperimenti portata comprende sia esperienze classiche "splendidamente scoperte da Uomini molto saggi", come anche esperienze migliorate o ideate interamente da Guadagni stesso. Con la pubblicazione del testo, Guadagni adempie al suo **dovere sociale/personale** di istruttore, un'implicazione di tipo pragmatico tipica di una comunità scientifica non ancora totalmente astratta.

Quum autem non ea solum, quae hic sunt descripta, sed et alia complura singulis Praelectionibus exhibere consueverim, in hoc libello Specimen inscribere placuit; neque enim ut omnia singillatim prosequeretur, proposita brevis patiebatur: quare et in ipso nonnulla sunt acroamatica, vivamque adeo vocem docentis desiderant.

Ea vero potissimum selegi experimenta quae longiore morâ opus non habent, sed brevi temporis spatio capiuntur, et possunt a pluribus uno eodemque tempore conspici. Quae demum hic habentur, uti nec doctioribus, ita nec prorsus Geometriae, et Physicae imperitis a me scripta esse iudicabis.

Poiché ero solito presentare non solo le cose qui descritte, ma anche molte altre in ciascuna Lezione, ho deciso di intitolare questo libretto "Saggio"; infatti, la brevità che mi ero proposto non mi permetteva di trattare ogni cosa singolarmente. Per questo motivo, anche nel libro stesso, alcune parti sono acroamatiche⁴⁶ e perciò richiedono la viva voce del docente.

Ho selezionato soprattutto gli esperimenti che non hanno bisogno di una lunga attesa, ma che si realizzano in un breve spazio di tempo e che possono essere osservati da più persone nello stesso momento. Infine, giudicherai che le cose qui contenute non sono state scritte da me né per i più dotti, né per coloro che sono del tutto inesperti di Geometria e Fisica.

In questa seconda parte della prefazione si nota immediatamente la posizione di Guadagni riguardo all'insegnamento: la selezione di esperimenti comprende quelli che sono più facilmente realizzabili in termini di tempo, che permettano ad un vasto gruppo di assistervi e di comprenderli abbastanza rapidamente. Questo fatto ci mostra in maniera immediata come il testo nasca direttamente dalla pratica delle lezioni, ma non pretenda comunque di sostituire l'insegnamento dal vivo, e si evidenzia l'orientamento di una didattica di natura fortemente empirica. Viene inoltre chiarito con precisione il pubblico principale di riferimento e il livello che gli viene richiesto per poter usufruire in maniera efficace del manuale: né per esperti, né per persone non averse alla geometria e alla fisica.

Segue una introduzione tecnica riguardo l'inquadramento epistemologico della fisica nell'opera:

I. Scientia quae circa omnia corpora, eorumque proprietates versatur, quaeque Physica appellari solet, Observationibus, Experimentis, Ratio-cinatione innititur.

I. La Scienza che riguarda tutti i corpi e le loro proprietà, e che è solita essere chiamata Fisica, si fonda su Osservazioni, Esperimenti e Ragionamento.

Secondo Guadagni quindi, la Fisica si basa su tre elementi imprescindibili: **Osservazione**, **Sperimentazione** e **Ragionamento**, come abbiamo visto

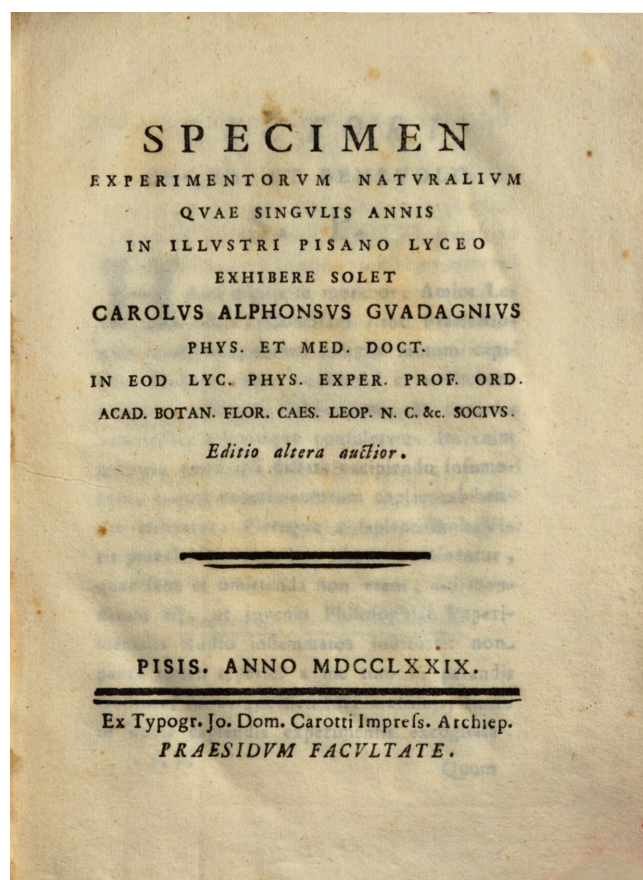


Figura 3.1: Frontespizio dello *Specimen Experimentorum Naturalium* edito nel 1779.

essere tipico della cultura scientifica del Settecento. In questa maniera si riesce a stabilire fin dall'inizio una componente base della **sistematicità** del testo, inquadrando l'opera all'interno del quadro metodologico newtoniano. Nei punti a seguire vengono date ulteriori specifiche per queste azioni. Per quanto riguarda l'**osservazione** ci si cura di esaminare ciò che la natura produce in maniera spontanea, mentre, al contrario, l'**esperimento** ci permette di esplorare le azioni naturali stimulate attraverso l'arte, cioè strumenti e/o dispositivi artificiali. Questa distinzione permetteva perciò di sottolineare la duplice modalità di accesso ai fenomeni, forze naturali e leggi fondamentali, con un'azione naturale o intervenendo per renderne più chiari gli effetti. A partire da queste due fonti di conoscenza, Guadagni introduce il ruolo della **ratiocinatio**, che viene identificata proprio grazie a Newton. Si poteva parlare di metodo analitico, partendo dagli esperimenti e dalle osservazioni raggiungendo le conclusioni tramite induzione, e di metodo sintetico, partendo

dalle conclusioni come principi e andando a spiegare i fenomeni a ritroso:

V. Recte, ac sapienter methodum, & regulas ratiocinandi sic tradit Newtonus:

“Quemadmodum in Mathematica, ita etiam in Physica, investigatio rerum difficilium ea methodo, quae vocatur analytica, semper antecedere debet eam, quae appellatur synthetica. Methodus analytica est, experimenta capere, phaenomena observare; indeque conclusiones generales inductione inferre, nec ex adverso ullas objectiones admittere, nisi quae vel ab experimentis, vel ab aliis certis veritatibus desumantur. Hypotheses enim in Philosophia, quae circa experimenta versatur, pro nihilo sunt habendae. Et quanquam ex observationibus & experimentis colligere inductione non sit utique generalia demonstrare; haec tamen ratiocinandi methodus optima est, quam ferat natura rerum; tantoque firmior existimari debet illatio, quanto inductione sit generalior. Quod si ex phaenomenis nihil, quod contra opponi possit, exoritur; conclusio inferri poterit universalis. Et si quando in experiundo postea reperiatur aliquid, quod a parte contraria faciat; tum demum non sine istis exceptionibus affirmetur conclusio oportebit. Hac analysi licebit, ex rebus compositis ratiocinatione colligere simplices; ex motibus, vires moventes; & in univsum, ex effectis causas; ex causisque particularibus, generales; donec ad generalissimas tandem sit devenitum.

V. Newton espone correttamente e saggiamente il metodo e le regole del ragionamento in questo modo:

“Come in Matematica, così anche in Fisica, l’indagine delle cose difficili con il metodo che viene chiamato analitico deve sempre precedere quello che viene chiamato sintetico. Il metodo analitico consiste nel fare esperimenti, osservare i fenomeni; e da lì trarre conclusioni generali per induzione, e non ammettere obiezioni contrarie, se non quelle che derivano da esperimenti o da altre verità certe. Infatti, le ipotesi nella Filosofia, che riguarda gli esperimenti, sono da considerarsi come nulla. E sebbene raccogliere conclusioni generali per induzione dalle osservazioni e dagli esperimenti non sia affatto dimostrarle, tuttavia questo metodo di ragionamento è il migliore che la natura delle cose permetta; e l’inferenza deve essere considerata tanto più solida quanto più generale è l’induzione. E se dai fenomeni non sorge nulla che possa essere opposto, la conclusione potrà essere universale. E se, in seguito, nell’esperimentare si trovasse qualcosa che agisce dalla parte contraria, allora la conclusione dovrà essere affermata con l’inclusione di tali eccezioni. Con questa analisi sarà possibile raccogliere, tramite il ragionamento, le cose semplici dalle composte; le forze motrici dai movimenti; e, in generale, le cause dagli effetti; e le cause generali da quelle particolari; finché non si giunga infine alle cause più generali.

Atque haec quidem est methodus analytica. Synthetica est, causas investigatas, & comprobatas assumere pro principiis, eorumque ope explicare phaenomena ex iisdem orta, istaque explicationes comprobare."

E questo è, in verità, il metodo analitico. Il metodo sintetico consiste nell'assumere le cause indagate e comprovate come principi, e con il loro aiuto spiegare i fenomeni che da esse scaturiscono, e comprovare tali spiegazioni."

Guadagni in questa maniera pone la metodologia newtoniana come una norma per la ricerca scientifica e, a conferma di ciò, riporta le famose *Regulae Philosophandi* di Newton.

VI. Newtonianae philosophandi regulae sunt.

VI. Le regole del filosofare di Newton sono:

- I. Causas rerum naturalium non plures admitti debere, quàm quae & verae sint, & earum Phaenomenis explicandis sufficiant.*
- II. Ideoque Effectuum naturalium ejusdem generis eadem sunt Causae.*
- III. Qualitates corporum, quae intendi & remitti nequeunt, quaeque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt.*
- IV. Propositiones, & conclusiones ab experimentis deductae pro veris, & accuratis habendae sunt [licet contrarium hypothesis quaelibet statuatur], iisdemque firmiter inhaerendum, donec phaenomena alia ipsas vel accuratiores, vel exceptioni obnoxias ostenderint.*

- I. Non si devono ammettere per le cause delle cose naturali più di quelle che siano sia vere, sia sufficienti a spiegare i loro Fenomeni.
- II. Pertanto, gli effetti naturali dello stesso genere hanno le stesse Cause.
- III. Le qualità dei corpi che non possono essere aumentate o diminuite e che appartengono a tutti i corpi sui quali è possibile istituire esperimenti, devono essere considerate come qualità dei corpi universali.
- IV. Le proposizioni e le conclusioni dedotte dagli esperimenti devono essere considerate come vere e accurate [anche se qualsiasi ipotesi affermi il contrario], e bisogna aderire fermamente ad esse, finché altri fenomeni non le abbiano mostrate o più accurate, o soggette a eccezioni.

L'intera struttura dello Specimen è quindi fondata non sulla speculazione, ma sull'osservazione controllata e sulla verifica sperimentale. Le conclusioni degli esperimenti rimarranno valide fintantoché l'osservazione di un qualunque ulteriore fenomeno renda necessaria una revisione. Questa citazione va a rafforzare la **sistematicità** del testo, stabilendo il sapere newtoniano come consolidato e, con l'adesione alla regola *IV*, che va a svalutare le ipotesi non derivate dagli esperimenti, si introduce anche un elemento di **posizione anti-teorica**. A riguardo di ciò, è presente una critica alle ipotesi non verificate:

X. Itaque vel ipsas a doctissimis Viris confictas hypotheses deferere juverit, quippe, ut Verulamius ait, non est fingendum, aut excogitandum, sed inve-niendum quid natura faciat, aut ferat. Quare non immerito propositum nobis est non opinionum commenta referre, quae delet dies, sed experimenta physica non verbis tantum indicare, sed & conficere, & fidelibus oculis exhibere.

X. Perciò converrà abbandonare anche le ipotesi elaborate dai Dottissimi, poiché, come dice Verulamio (Bacone), non bisogna fingere o escogitare, ma scoprire cosa la natura faccia o permetta. Per cui, non a torto, il nostro obiettivo è non riportare invenzioni di opinioni, che il tempo annulla, ma indicare e anche allestire e mostrare con occhi fedeli gli esperimenti fisici non solo con le parole.

Indifferentemente da chi abbia elaborato determinate ipotesi, bisognerà abbandonarle se non verificabili attraverso degli esperimenti, unica nostra fonte di fiducia. La fisica deve basarsi solo ed esclusivamente su dati empirici pubblici e replicabili. Lo scienziato, riportando le idee baconiane, deve scoprire la natura e dare spiegazioni durature nel tempo. La critica alle ipotesi, con il supporto della citazione di Bacone, è la manifestazione più esplicita della **posizione anti-teorica** di Guadagni.

A seguire viene proposta una classificazione degli esperimenti, che possono essere distinti in *meccanici* e *chimici*:

Ubi explicandis viribus legibusque naturae satis erit machinis uti, nempe instrumentis, quae ita constructa sunt, ut eorum ope gravissima onera, ingentesque moles vi parva moveantur, artificii utemur Mechanicis.
Ubi opus erit dissolutione corporum in partes, ut vocant, integrantes, vel resolutione in partes constitutivas, vel compositione, vel imitatione mixtionum, ac resolutionum naturalium, Chemica experimenta adhibebimus.

Useremo artifici Meccanici dove sarà sufficiente usare macchine, ossia strumenti costruiti in modo che con il loro aiuto carichi pesantissimi e grandi masse siano mossi con poca forza, per spiegare le forze e le leggi della natura. Adopereremo esperimenti Chimici dove sarà necessario la dissoluzione dei corpi in parti, come le chiamano, integranti, o la risoluzione in parti costitutive, o la composizione, o l'imitazione di miscele e risoluzioni naturali.

Questa distinzione ci rivela che la *meccanica* era la scienza delle macchine e delle forze, mentre la *chimica* riguardava la composizione e la scomposizione dei corpi. La presenza di entrambe le branche definisce l' **ambito tematico** accettato nel contesto storico-scientifico di Guadagni, evidenziando come la fisica fosse già nel Settecento inquadrata in un contesto più ampio, integrando fenomeni macroscopici dei moti con quelli microscopici legati alla materia.

Si conclude infine l'introduzione dello Specimen presentando la struttura della fisica sperimentale in quattro sezioni principali: Meccanica, Idrostatica, Aerometria e Ottica. Questa classificazione era esattamente derivata dall'impostazione dei corsi universitari, rappresentando i settori di maggiore interesse, e ad ognuna viene dedicata una trattazione specifica.

MECCANICA

Quello che riguarda lo studio dei moti, prodotti da macchine o per mezzo diretto di forze.

IDROSTATICA

Quello che riguarda i fluidi e le loro proprietà.

AEROMETRIA

Focus sull'aria e sulle sue proprietà, che permettono di mostrare effetti come la gravità e la condensazione.

OTTICA

Esplorazione di come la visione si realizza per mezzo della luce e dei raggi con diversi comportamenti.

Si riportano di seguito una tabella riassuntiva generale dell'analisi sul contesto storico-scientifico dello *Specimen* e una mappa dell'organizzazione strutturale complessiva.

Tabella 3.6: Sintesi dell'Applicazione degli Assi Pragmatico e Paradigmatico all'Introduzione dello *Specimen*

Risultati Analisi (Sezione Introduttiva)			
Asse di Analisi	Categoria	Elementi Chiave (Risultato Analisi)	Riferimento Testuale/Punto
Pragmatico - Retorico	Destinatario	Fase Retorica Intermedia (pubblico colto ma non specialista).	<i>Amice Lector</i> e “né per i più dotti, né per coloro che sono del tutto inesperti...”
Pragmatico - Retorico	Motivazione	Giustificazione Implicita (Dovere sociale/personale di istruttore). Obiettivo di ottimizzazione didattica.	“...per soddisfare il desiderio dei miei ascoltatori...” (Prefazione 1° Blocco)
Paradigmatico	Sistematicità	Adozione esplicita del Metodo Newtoniano.	"Osservazioni, Esperimenti, Ragionamento" (Intro Tecnica I, V, VI)
Paradigmatico	Posizione Anti-Teorica	Rigetto delle ipotesi non verificate e adesione alla filosofia empirica.	“Hypotheses enim... pro nihilo sunt habendae” e citazione di Verulamio (Intro Tecnica V, VI, X)
Paradigmatico	Ambito Tematico	Inclusione di Meccanica (moti/forze) e Chimica (composizione dei corpi).	Distinzione tra <i>artificiis utemur Mechanicis</i> e <i>Chemica experimenta adhibebimus</i> (Intro Tecnica Dopo X)

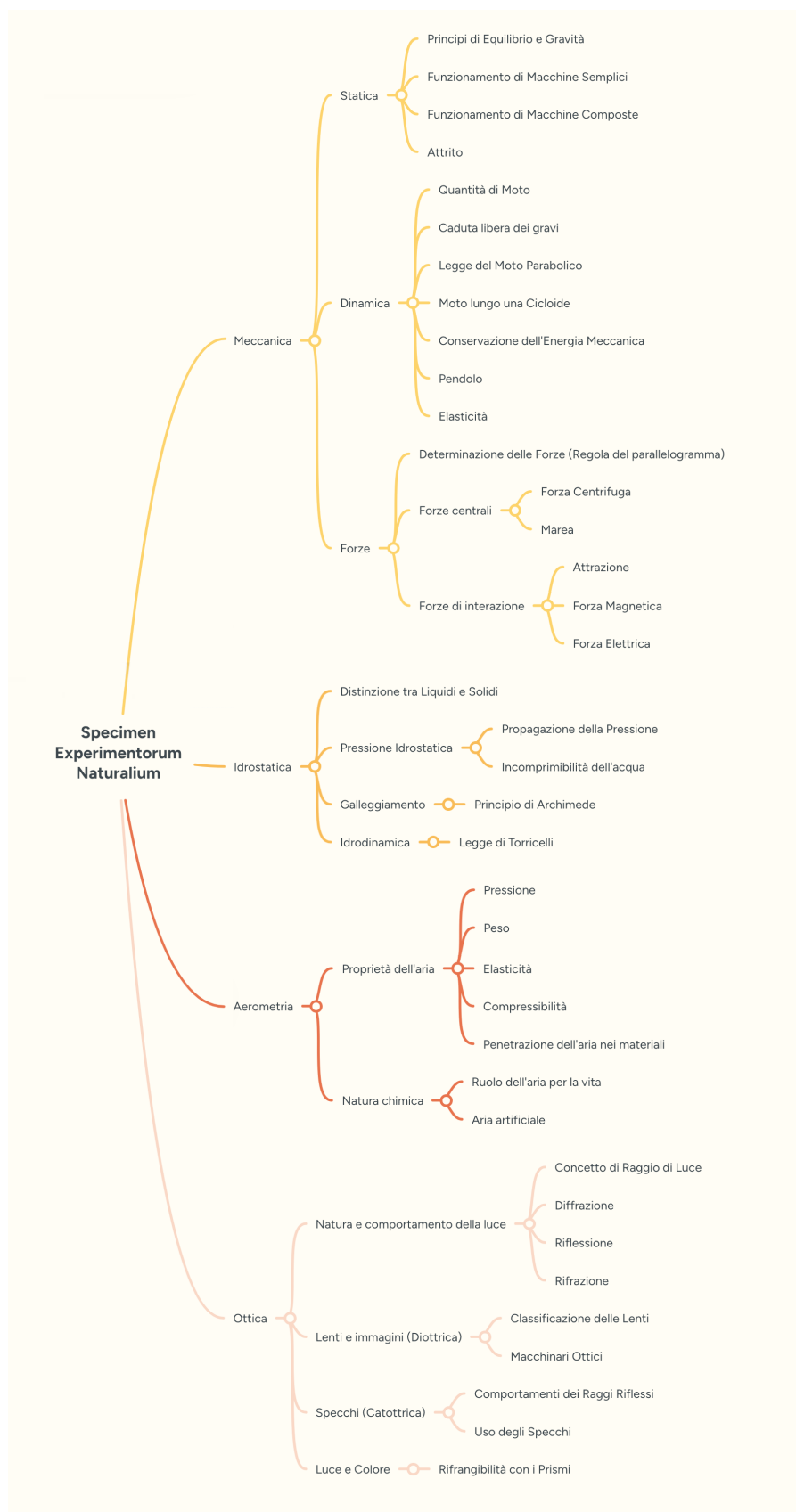


Figura 3.2: Mappa schematica degli argomenti trattati nello *Specimen*

3.2.2 Linguaggio

Lo *Specimen* è diviso in quattro sezioni principali, le *Pars*, e la trattazione di Elettricità e Magnetismo avviene all'interno della *Prima Pars*, con due sottosezioni apposite che concludono la Meccanica e le Forze Fondamentali. La struttura complessiva del testo è il tratto distintivo di tutta l'opera e viene riportata identica anche per queste sottosezioni: tutto è diviso in piccole unità numerate con cifre romane, come a seguire una scomposizione analitica delle situazioni proposte. La modularità riflette un approccio scientifico dove il sapere viene scomposto in assiomi discreti che procedono secondo inferenza logica, prendendo perciò la forma di un catalogo di enunciati. Il testo alterna, esattamente in ordine:

- Definizione e/o Legge Generale
- Esperimenti per la verifica empirica

Questo pattern va a creare immediatamente una struttura logica che, a partire dal principio teorico, passa alla dimostrazione e verifica pratica, esattamente secondo il metodo empirico del tempo. Ogni esperimento poi è a sua volta descritto con estrema minuzia e presenta una struttura interna ricorrente:

- Impostazione iniziale:
Vengono introdotti i materiali e gli oggetti necessari e come disporli spazialmente, anche attraverso il riferimento alle figure nelle tabelle conclusive del trattato. Si utilizzano in maniera predominante forme impersonali e congiuntivi passivi come istruzioni.
- Azione:
Si descrive la manipolazione che produce il fenomeno da studiare. Utilizzo di proposizioni condizionali e temporali.
- Osservazione:
Viene fornita la descrizione del fenomeno come risultato dell'azione compiuta precedentemente. Uso di verbi di movimento o di stato per indicare il risultato nella proposizione principale, e uso di avverbi per indicare il contrario.
- Generalizzazione:
Dal caso specifico si cerca di trovare una connessione ai principi precedenti con una generalizzazione. Si esplicita il valore euristico dell'esperimento riaffermando la validità dell'enunciato dato in precedenza utilizzando frasi con locuzioni di conseguenza.

La struttura permette che ogni esperimento sia contemporaneamente auto-esplicativo, ma vada ad arricchire il testo nella sua interezza. Si riportano due esempi pratici dell'uso di questo schema espositivo. Il primo è l'*Esperimento III* in *CLXIII* sul concetto di attrazione e repulsione dei poli magnetici.

Impostazione	<i>Spargatur ferrea scobs circa quatuor magnetes AB, CD, EF, GH (Tab. III. Fig. 13, Fig.14), ex quibus duo habeant polos boreos N. N sese invicem prope respicientes, alii duo ita positi, ut polus australis unius respiciat polum borealem alterius,</i>	Si sparga limatura di ferro attorno a quattro magneti AB, CD, EF, GH (Tav. III. Fig. 13. Fig. 14.), di cui due abbiano i poli boreali N. N vicini che si guardano, e gli altri due siano posti in modo che il polo australe di uno guardi il polo boreale dell'altro,
Azione	—	Azione implicita compresa nell'impostazione statica dei materiali
Osservazione	<i>evenit, ut distribuatur eadem ferrea scobs secundum circulationem materiae magneticae, id est S, et N (Fig. 14) sese invicem attrahent: N, N (Fig. 13) sese invicem repellent.</i>	accadrà che la stessa limatura di ferro si distribuirà secondo la circolazione della materia magnetica, cioè S e N (Fig. 14.) si attrarranno a vicenda: N e N (Fig. 13.) si respingeranno a vicenda.
Generalizz.	<i>Ex quo superius dicta phaenomena explicantur.</i>	Da ciò si spiegano i fenomeni detti sopra.

Come si evince da questo esempio, non tutte le fasi sono esplicitate, ma facilmente deducibili, anche grazie alla presenza di una definizione generale di riferimento data in precedenza. Il secondo è invece l'*Esperimento IV* in *CLXXV* sugli elettrofori, ovvero strumenti generatori di carica. Proprio all'inizio si fa riferimento ad una nozione introdotta negli esperimenti precedenti.

Impostazione	<i>Eadem electricitas parebit, si in vas ex quocumque metallo, altum terne dimidium pollicis, infundatur quodcumque resina, aut sulphur, ut in A (Tab. IX. Fig. 9.), superimponatur deinde rotunda metalli lamina B, quae pollicem Ge vale minor, eademque vitreo cylindro C cohæreat.</i>	La stessa elettricità sarà manifesta se in un vaso fatto di qualsiasi metallo, alto circa mezzo pollice, si versa una qualsiasi resina o zolfo, come in A [Tav. IX. Fig. 9.], e vi si sovrappone poi una lamina metallica rotonda B, che sia un pollice più piccola del vaso, e questa aderisca a un cilindro di vetro C.
Azione	<i>Quotiescumque ipsa lamina ad vas applicabitur, mox, cum ea manus attigerit, attolleritur ope ipsius cylindri,</i>	Ogni volta che la lamina stessa viene applicata al vaso, e subito, quando la mano l'ha toccata, viene sollevata con l'aiuto del cilindro stesso,
Osservazione	<i>toties manifesta dabit signa electricitatis magnam excutiens scintillam.</i>	Darà ogni volta manifesti segni di elettricità emettendo una grande scintilla.
Generalizz.	<i>Huiusmodi machinae Electrophori nuncupantur.</i>	Le macchine di questo tipo sono chiamate Elettrofori.

L'intera sintassi del testo è subordinata all'oggettività e alla riproducibilità. La maggior parte delle frasi presentano frequentemente costruzioni impersonali e passive che, unite al tono prescrittivo e a volte dogmatico, fanno spostare il focus dall'esecutore al fenomeno naturale. Quest'assenza dell'autore non è un elemento casuale: serve a creare l'impressione di un protocollo esecutivo universale, dove chiunque ripeta gli esperimenti, otterrà gli stessi medesimi risultati, donando perciò un'autorità inattaccabile alle definizioni enunciate. Il testo mantiene un tono austero e assertivo, dove non sono presenti opinioni personali o espressioni emotive di alcun genere e, grazie alla terminologia estremamente tecnica e precisa, si evitano ambiguità, come ci si aspetta da un manuale accademico.

Il grado di oggettività raggiunto tramite l'uso di una sintassi impersonale trova il suo massimo sviluppo nell'utilizzo delle metafore grammaticali. Queste figure retoriche permettono di trasformare i processi dinamici e le relazioni fisiche in entità concettuali, manipolabili matematicamente e logicamente.

Nello *Specimen* abbiamo due sviluppi principali: l'utilizzo di **nominalizzazioni prototipiche**, ovvero che trasformano le azioni dinamiche o le interazioni fisiche in una "cosa", un oggetto che partecipa nel discorso scientifico, e di **nominalizzazioni di stato**, ovvero che consolidano delle proprietà o una caratteristica concettuale di un nome, rendendolo matematicamente trattabile. I casi specifici identificati nelle proposizioni esaminate sono catalogati nelle Tabelle 3.8 e 3.9. Dal loro esame si ha la conferma che l'uso fatto da Guadagni delle nominalizzazioni non è sporadico, ma si tratta di un pattern linguistico sistematico. Con il loro utilizzo si va a operare una vera e propria trasformazione ontologica dei fenomeni, facendo diventare azioni e qualità in entità concettuali autonome. Si riportano le nominalizzazioni considerate di maggior valore fondativo per il linguaggio scientifico del tempo.

- ***Vis attrahendi e Vis repellendi***

Nella definizione della Forza Magnetica. L'utilizzo del gerundio è cruciale perchè da processo dinamico si parla di una qualità potenziale statica. La *Vis*, la Forza, non viene definita da cosa è, ma da cosa è capace di fare. Questa nominalizzazione è la base assiomatica di tutta la sezione, che mette il lettore/sperimentatore nella condizione di poter misurare empiricamente la Forza.

- ***Concussionem (-sio)***

L'effetto provocato dalla scarica elettrica. La terminazione indica la trasformazione dell'azione dinamica dello scuotimento in uno stato oggettivo, ovvero la scossa, che diventa poi l'unità di misura dell'effetto biologico della scarica. Anche negli esperimenti dove sono coinvolte delle persone, il focus rimane sulla forza prodotta dall'elettricità, mentre l'esperienza corporea diventa un dato scientifico ininfluenza al fine della misura.

- ***Electricitas***

Usata per definire la Forza Elettrica. Da concetto astratto generalizzato si passa alla "qualità di essere elettrico". Avendo acquisito un nome proprio, si ha l'entità teorica dell'elettricità che è indipendente, una "cosa" che si può esercitare, ricevere, misurare, trasmettere. Si riconosce in questo linguaggio la tendenza a vedere l'elettricità come un fluido trattabile.

- ***Effluvia***

Per la trasmissione delle forze. Deriva dal termine fluire ed è una metafora esplicativa. Nella fisica settecentesca è un termine essenziale per

materializzare l'invisibile (l'azione che agisce a distanza). Questo è infatti l'unico sostantivo disponibile al tempo riguardo alla comunicazione delle forze o alla trasmissione dei campi e fornisce un agente teorico per le frasi che rende spiegabili tutti i fenomeni di trasmissione.

Tabella 3.8: Nominalizzazioni Prototipiche negli esperimenti sulla *Vis Magnetica* e *Vis Electrica* nello *Specimen*

Nominalizzazioni Prototipiche - <i>Vis Magnetica</i> e <i>Vis Electrica</i>					
Termine	Origine	Funzione Semantica	Funzione Realizzata	Contesto	Proposizione
<i>attrahendi</i>	attrahĕre	Processo di attrazione	Gerundio — funzione nominale	Magnetico — Elettrico	CXLIX
<i>repellendi</i>	repellĕre	Processo di repulsione	Gerundio — funzione nominale	Magnetico — Elettrico	CXLIX
<i>confluvio (-ium)</i>	confluĕre	Processo di confluenza	Nome — sostantivo <i>-ium</i>	Magnetico	CLX
<i>repulsus (-us)</i>	repellĕre	Processo di repulsione	Nome — sostantivo <i>-us</i>	Magnetico	CLX
<i>percussio (-sio)</i>	percutĕre	Processo di percussione	Nome — sostantivo <i>-sio</i>	Magnetico	CLXX
<i>affrictus (-us)</i>	affricāre	Processo di strofinio/attrito	Nome — sostantivo <i>-us</i>	Magnetico	CLXX
<i>circulationem (-tio)</i>	circulāre	Processo di circolazione	Nome — sostantivo <i>-tio</i>	Magnetico	CLXIII
<i>deviatio (-tio)</i>	deviāre	Processo di deviazione	Nome — sostantivo <i>-tio</i>	Magnetico	CLXXX
<i>concussionem (-sio)</i>	concutĕre	Processo di scuotimento	Nome — sostantivo <i>-sio</i>	Elettrico	CCVI
<i>destillationem (-tio)</i>	destillāre	Processo di distillazione	Nome — sostantivo <i>-tio</i>	Elettrico	CLXXXVIII

- ***Armatūra (-ura)***

Nella descrizione dei poli di un magnete rivestito. Deriva da *armare*/attrezzare e con il suffisso si trasforma un'azione in oggetto funzionale per poter potenziare l'azione dei poli magnetici. Esempio di linguaggio tecnico-sperimentale, dove una componente fisica del setup sperimentare restituisce informazioni sulla sua funzione piuttosto che sulla sua sola descrizione materiale.

- ***Velocitas (-tas)***

Derivato dall'aggettivo *veloce* e viene usato in relazione alla velocità dell'acqua in aumento. L'utilizzo di questo termine mostra la tendenza a descrivere gli effetti con termini che ne concretizzano le qualità. Il concetto è sì astratto, ma matematicamente trattabile, e rafforza l'idea che l'elettricità comunichi un effetto dinamico oggettivo.

Tabella 3.9: Nominalizzazioni di Stato, Qualità e Concetto sulla *Vis Magnetica* e *Vis Electrica* nello *Specimen*

Nominalizzazioni di Stato/Qualità/Concetto - <i>Vis Magnetica</i> e <i>Vis Electrica</i>					
Termine	Origine	Funzione Semantica	Forma Realizzata	Contesto	Proposizione
<i>electricitas (-tas)</i>	electricus	Qualità di essere elettrico	Nome — sostantivo <i>-tas</i>	Elettrico	CLXXXI
<i>vis</i>	vire	Qualità di essere forte — Potere	Nome — sostantivo	Magnetico — Elettrico	CXLIX, CLXXXI
<i>velocitas (-tas)</i>	velox	Qualità di essere veloce	Nome — Sostantivo <i>-tas</i>	Elettrico	CCV
<i>materia (-ia)</i>	mater	Concetto di sostanza — Soggetto	Nome — Sostantivo <i>-ia</i>	Magnetico — Elettrico	CL, CCXV
<i>Armatūra (-ura)</i>	armare	Strumento di aiuto — Processo di armamento	Nome — Sostantivo <i>-ura</i>	Magnetico	CL
<i>effluvia</i>	effluere	Processo di efflusso	Nome — Sostantivo	Magnetico	CLX

3.2.3 Contesto storico-scientifico

L'analisi linguistica ha evidenziato come l'uso estensivo di una sintassi impersonale e di nominalizzazioni servano a ottenere una oggettivazione dei fenomeni e conferire al testo l'autorità di un catalogo assiomatico universale (Ducheyne 2014). Tuttavia, la scelta di determinati termini, quali *effluvia* o *materia*, è un riflesso delle teorie esplicative e delle controversie scientifiche dominanti nel Settecento e non una semplice scelta sintattica. Per comprendere quindi la natura e la rilevanza dello *Specimen* è indispensabile andare a contestualizzare il suo contenuto in questo scenario.

I principali paradigmi del XVIII secolo riguardano l'azione a distanza e l'uso di modelli di fluidi per spiegare i movimenti invisibili delle forze.

Actio in Distan

L'influenza newtoniana è esplicitata più volte nel testo, con l'uso di un meccanismo di azione a distanza, introdotto proprio con il concetto specifico di *effluvia*. Si ricorda che il testo è stato creato in un periodo storico dove l'interpretazione canonica dell'azione delle forze comprendeva un agente intermedio (materiale o immateriale) come veicolo di queste. La tradizione newtoniana in particolare era contraria al vedere l'azione come una proprietà "innata, inerente ed essenziale" della materia, ovvero la visione epicurea⁴⁷, ma era percepita invece come una proprietà superaggiunta, in grado di operare attraverso cause secondarie come i fluidi (Henry 1999).

Il ricorso di Guadagni al concetto di mediazione non è una semplice scelta teorica, ma era una mossa metodologica dettata dalle linee guida dell'empirismo della Royal Society. Con l'uso del paradigma delle cause secondarie, evita di affrontare il problema metafisico delle "cause ultime", alla stessa maniera di Newton che evitò di "fingerare ipotesi" sulla natura della gravità.

La necessità dei mediatori ha radici dirette nelle teorie meccanicistiche precedenti⁴⁸ sull'attrazione del Seicento che, nonostante fossero criticate, stabilirono

⁴⁷L'azione a distanza indicata da Epicuro si avvale della natura stessa della materia. Gli atomi, in quanto dotati di una massa e di moto, non necessitano di altre forze esterne o agenti immateriali (come Dio) per esercitare l'azione di movimento, ovvero gravità. La capacità di attrarsi e muoversi è solo una qualità primaria della materia stessa. Newton era angosciato da questa interpretazione poiché rendeva l'universo un sistema autonomo, in grado di auto-organizzarsi da solo, e che rendeva superflua la presenza di un Dio. (Henry 1999)

⁴⁸Studiosi come William Gilbert (1600) avevano postulato l'esistenza di *effluvia* materiali (molto spesso indicati come *umori* o *bacchette*) che andavano fisicamente a legare i corpi leggeri a quelli elettrificati. Il concetto venne raffinato da Niccolò Cabeo (1629), spiegando l'attrazione non tramite l'adesione, ma attraverso la pressione dell'aria circostante ai corpi, spinta dagli effluvi del corpo eccitato elettricamente (Capecchi 2021, Varvoglis 2014).

che “nessuna forza può agire se non per contatto indiretto” (Capecchi 2021). Nello *Specimen* vediamo l’uso consistente di termini di mediazione, come le *vis magnetica* e la *vis electrica*, che non sono qualità metafisiche intrinseche, ma azioni materiali dinamizzate, o *materia* intesa come causa fisica secondaria per la forza. Guadagni perciò non solo si appoggia alla visione newtoniana, ma si schiera anche a favore di una spiegazione basata sui fluidi materiali. Un esempio di ciò lo abbiamo nella proposizione *CL - Esperimento I* riportata di seguito.

Si supra folium, vel asserculum ABCD (Tab. II. Fig.21), spargatur scobs ferrea EFGH, subtus vero habeatur magnes IK, eadem scobs vorticem efficiet, curvis lineis ab una ad alteram magnetis partem ductis.

Ubi plures inspiciuntur curvae, ibi polus erit septentrionalis. Oppositae (sive eclipticae) lineae magis defingentur, quibus si ad mutuuum contactum applicentur duae ferreae laminae DE, BC, cum multa concurrent magnetica materia, vis magnetis augebitur. Itaque huiusmodi laminis et armatura convocatur auxilium virtutis magneticae, et ab uno ad alterum polum transferatur.

Se sopra ad un foglio, o ad una tavoletta ABCD (Tav. II, Fig. 21), si sparge limatura di ferro EFGH, e sotto si pone una calamita IK, la stessa limatura forma un vortice con linee curve condotte dall’una all’altra parte della calamita. Dove le curve sono più evidenti, lì ci sarà il polo settentrionale, mentre all’opposto ci sarà il meridionale. Nel magnete i poli si indicano con N, S (Tav. III, Fig. 12), poli ai quali se si applicano a mutuo contatto due lamine di ferro DE, BC, lì concorrerà molta materia magnetica e la forza del magnete aumenterà. Pertanto una lamina o un’armatura di questo tipo raccoglie il flusso della forza magnetica e lo trasferisce dall’uno all’altro polo.

La descrizione del *vorticem* formato dalla limatura di ferro è proprio la visualizzazione di un flusso materiale che tenta di indicare la forza magnetica come un meccanismo di contatto meccanico indiretto.

Un altro esempio emblematico è dato dalle proposizioni *CLXV* e *CLXVI* sugli esperimenti utilizzando fiamme e aria condensata (Fig.3.4).

CLXV

Accenso spiritu vini AB (Tab. III. Fig. 10.), cui ex latere uno sit acus magnetica CD in recipiente crystallino posit, ex altero magnes G, qui sex pollices ab acu distet, vel plus, minusve pro ratione vis attractricis magnetis, haec vis in magneticam acumen non impediatur.

CLXV

Dopo aver acceso uno spirito di vino AB (Tav. III, Fig. 10) a un lato del quale vi sia un ago magnetico CD posto in una campana di vetro, mentre all’altro vi sia un magnete G che disti più o meno sei pollici dall’ago, in rapporto alla forza di attrazione del magnete, questa forza non porrà ostacolo al funzionamento dell’ago magnetico.

Entrambi i modelli, anche se con meccanismi differenti, avevano l’obiettivo di materializzare l’azione per evitare di ipotizzare l’uso di una forza metafisica.

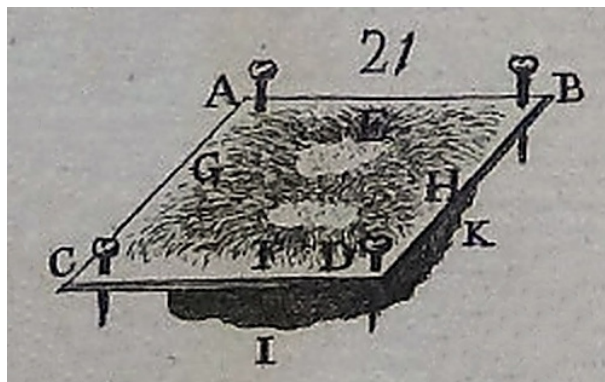


Figura 3.3: Vortice generato dalla limatura di ferro che entra in contatto con un magnete. Illustrazione 21 della Tavola II dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

CLXVI

Si loco flammae ponatur vas AB (Tab. III. Fig. 11.) plenum aëre condensato quantum ope machinae pneumaticae fieri potest; aperto epistomio C, ventus magno impetu erumpens actione magnetis F in acumen DE non impediet.

CLXVI

Se al posto della fiamma si pone un vaso AB (Tav. III, Fig. 11) pieno d'aria condensata al massimo che si può ottenere da una macchina pneumatica, dopo aver aperto il rubinetto C, il vento che irromperà con grande impeto non impedirà l'azione del magnete F sull'ago DE.

In queste proposizioni Guadagni mostra come gli effluvi magnetici riescano a passare indisturbati attraverso le due sostanze, senza deviare il loro effetto. Così si va a delineare una gerarchia tra la *materia magnetica* e la materia ordinaria di cui sono composte le fiamme e l'aria. Didatticamente, ma anche ontologicamente, si tratta di fenomeni a sé stanti che non interagiscono tra loro proprio per natura. Il magnetismo rientra infatti nella cosiddetta *materia sottile*, ovvero fluidi invisibili elastici in grado di passare attraverso la materia grossa⁴⁹. Guadagni però non dà una definizione precisa della forza magnetica, piuttosto la definisce operativamente, mostrando cosa non sia: non è aria, non è fuoco, non viene influenzata dalla meccanica dei fluidi ordinari.

Sempre riguardo alla natura degli effluvi magnetici se ne parla nelle proposizioni CLV e CLXXV.

⁴⁹La materia ordinaria tangibile come: legno, pietra, vetro, aria e acqua.

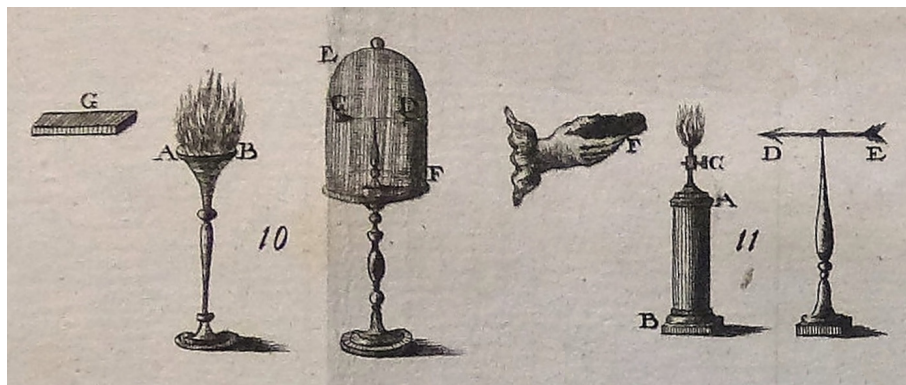


Figura 3.4: Rappresentazione della ininterruzione della forza magnetica attraverso le fiamme e il vento generato da una macchina pneumatica. Illustrazioni 10 e 11 della Tavola III dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

CLV

Si intra actionem EFG magnetis AB (Tab. III. Fig. 2.), cuius aequator sit CD, moveatur ferrum HI, hoc tres globulos ferreos K, L, M attrahet, qui ubi cadent supra magnetis aequatorem CD, rursus ac B versus translati, ferro coniungi poterunt. Extra magneticam actionem ferrum HI attractionem nullam habebit.

CLV

Se si muove un ferro HI al centro dell'azione EFG di un magnete AB (Tav. III, Fig. 2) il cui equatore sia CD, questo ferro attrarrà tre palline di ferro K, L, M che ricadranno dov'erano sull'equatore CD del magnete. Tirati su nuovamente e spostati verso B potranno congiungersi al ferro. Al di fuori dell'azione magnetica, il ferro HI non ha nessuna forza di attrazione.

Viene mostrato che la materia magnetica non fluisca alla stessa maniera in tutti i corpi. In particolare, lo spazio attorno al magnete non viene inteso come semplicemente vuoto, ma piuttosto come un volume attivo. Dimostrando come il ferro perde istantaneamente la sua forza se tolto dal vortice (Fig. 3.5), si dà una prova del fatto che il magnetismo nel ferro non è una proprietà innata, quanto piuttosto uno stato dinamico mantenuto solo dal flusso costante della materia magnetica. Inoltre, il riferimento all'“equatore del magnete” non è casuale. Questo era considerato il punto di equilibrio e di assenza di forza attrattiva, in quanto, secondo le teorie degli effluvi, il flusso era parallelo al magnete e perciò non poteva né entrare né uscire da quella zona. Facendo cadere le palline lì, si metteva in risalto che l'attrazione del ferro dipendeva dalla densità degli effluvi e in quella zona, essendocene meno, cadevano inesorabilmente.

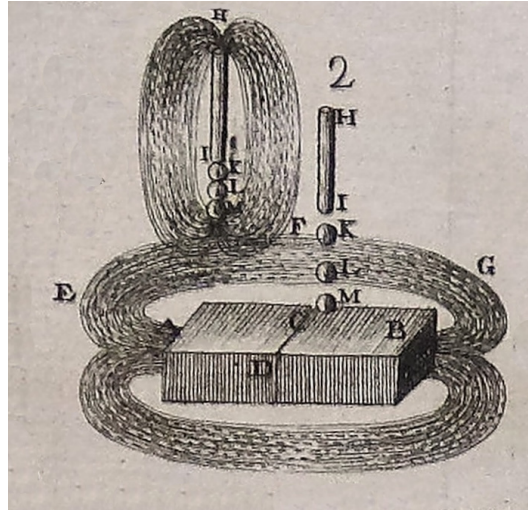


Figura 3.5: Rappresentazione della magnetizzazione temporanea delle sfere indotta dal vortice di materia magnetica. Illustrazione 2 della Tavola III dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

CLXXV

Siot laminae duae chalybeae acqueae EF, GH (Tab. III. Fig. 17, 18.), quarum una EF durissima sit, altera GH minus dura. Utraque superponatur magneti artificiali AB, & magneti artificiali CD, quorum unus alterum attingat, & polus boreus B respiciat polum australem C. Si magnes unus ab altero per eandem lineam dimoveatur, utraque lamina imbuitur magnetica vi. Durior quidem lamina attrahet duplex ferrum; quae vero minus dura est, unum tantummodo ferrum I attrahet. Si invertantur laminae, ut G sit in H, & attingant B, C, illico magneticam vim amittunt, quam recuperant, si ibidem, licet brevi tempore, immorentur.

CLXXV

Si prendano due lamine uguali di acciaio EF, GH (Tav. III, Fig. 17,18), una delle quali EF sia durissima, mentre l'altra GH sia meno dura. Si pongano entrambe su un magnete artificiale AB e un magnete artificiale CD, uno dei quali tocchi l'altro e il polo boreale B corrisponda al polo australe C. Se si scostano i magneti l'uno dall'altro lungo la stessa linea, entrambe le lamine si impregnano di forza magnetica. In realtà quella più dura attrae un ferro doppio I, K, mentre quella che è meno dura attrae soltanto un ferro I. Se si girano le lamine in modo che G sia in H e che B, C si tocchino, lì per lì perdono la forza magnetica che però recuperano se si fermano in quel punto anche se per breve tempo.

In questa proposizione notiamo come il passaggio degli effluvi magnetici non avviene alla stessa maniera nella materia grossa. Infatti, la durezza dell'acciaio non è un fattore neutro che si può ignorare, ma un ostacolo che oppone resistenza all'azione magnetica. Impregnando di forza le lamine si potrà poi vedere come le diverse tempre la trattengano diversamente.

Con questa osservazione, Guadagni elimina la necessità di ipotizzare diverse proprietà per il magnetismo, quanto piuttosto riduce la questione alla semplice densità del materiale. Il manifestarsi di un effetto magnetico sarà derivato dalla capacità del materiale ricevente di immagazzinare più o meno bene il fluido.

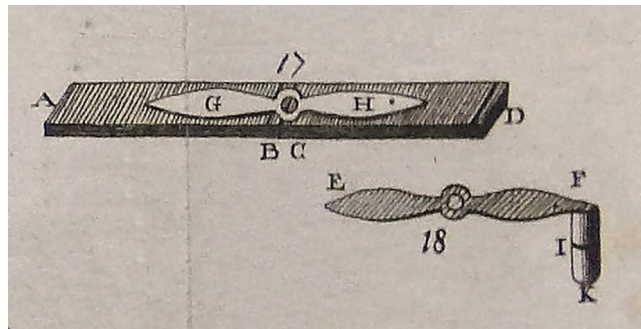


Figura 3.6: Sistema per studiare la ritenzione magnetica in lamine d'acciaio di diversa tempra. Illustrazioni 17 e 18 della Tavola III dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

Modello dei Fluidi Elettrici e Magnetici

Il paradigma dell'*actio in distans* andava a stabilire che i fenomeni magnetici ed elettrici necessitavano di una spiegazione attraverso dei fluidi materiali intermediari. Per entrambe le forze era noto il processo di attrazione per poli o cariche opposti e di repulsione per poli o cariche uguali, tuttavia, con la necessità di avere un fondamento quantitativo newtoniano, si arrivarono a sviluppare modelli diversi per le due grandezze. Per il magnetismo l'approccio era ancora prevalentemente di tipo meccanicistico e descrittivo, come visto nella proposizione *CL*. La materia magnetica veniva intesa come un flusso che circonda i corpi e operava per contatto, seguendo la tradizione degli effluvi. Questo modello, che vedeva i poli come proprietà inseparabili e simmetriche del magnete, non richiedeva una formalizzazione in termini di quantità conservabili o eccesso/difetto per la sua spiegazione. La natura duale della forza magnetica era perciò vista come una proprietà intrinseca del corpo stesso.

La *vis electrica*, invece, evidenziava diverse problematicità legate proprio alle cariche. Il dibattito del tempo vedeva contrapposte due visioni principali:

- il *bifluidismo* (o *teoria dei due fluidi*) di Du Fay e Symmer, che indicava l'esistenza di due fluidi distinti per la mediazione, uno vitreo (prodotto

dallo strofinio del vetro, ovvero carico positivamente) e uno resinoso (prodotto dallo strofinio della resina, ovvero carico negativamente), che si attraevano quando messi a contatto con un fluido diverso, o si respingevano se si mettevano a contatto fluidi uguali;

- il *monofluidismo* di Franklin (1747), che teorizzava l'esistenza di un unico fluido elastico.

Guadagni sembra allinearsi in maniera significativa con il modello di Franklin, come suggerito dall'uso ricorrente del singolare *materia electrica*. Il motivo di questa scelta era dettato da:

1. Quantificazione

Questo modello andava a risolvere la dualità di attrazione e repulsione, definendo la carica come “eccesso”(positiva) o “difetto”(negativa) del fluido. Si poteva perciò trattare l'elettricità come una quantità algebrica, misurabile e che era in grado di conservarsi.

2. Rigorosità Scientifica

Il monofluidismo si inseriva bene nella metodologia newtoniana e nell'empirismo del Settecento in quanto permetteva la formulazione di leggi matematiche.

Il modello di Franklin è una possibile chiave di lettura concettuale per gli esperimenti sull'elettricità di Guadagni, come si vedrà di seguito.

• Attrazione e Repulsione di Base

Nella proposizione *CLXXXII* si mostra il fenomeno:

*Si electrum, id est succinum
AB (Tab. III. Fig. 24) cuius-
cumque coloris adfrijtum ad-
moveatur levioribus corporibus
CD, haec brevi temporis spatio
ab electo attrahuntur, & repel-
luntur.*

Se si muove, dopo averlo sfrega-
to, un elettro, cioè dell'ambra
AB (Tav. III, Fig. 24) di qua-
lunque colore, verso dei corpi
più leggeri CD, in breve spazio
di tempo questi sono attratti e
respinti dall'elettro.

Questa osservazione, se letta con la lente del monofluidismo, implica che il corpo leggero, dopo essere stato attratto e aver assorbito parte del fluido, viene respinto perché ora presenta un eccesso di *materia electrica* (come stabilito da Franklin). Il fenomeno è spiegabile anche con gli altri paradigmi, ma in questa maniera si riesce ad avere una quantificazione della carica più esplicita che negli altri casi.

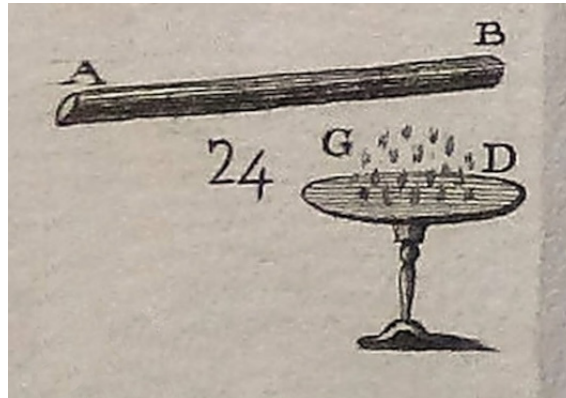


Figura 3.7: Rappresentazione dell'effetto dell'attrazione e repulsione ottenuta per strofinio in dell'ambra. Illustrazione 24 della Tavola III dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

- **Misura della Forza**

L'esperimento *CXCIX* descrive un rudimentale elettroscopio:

Electrica vi instructo ligneo globo A (Tab. IX. Fig. 6.), cui junctus sit virteus tubus AB, & in B agglutinatum sit planum ligneum CD, ex quo pendeant filorum ope globuli suberet E, F, G, H, atrollentur ipsi, de recedent a globo A pro ratione electricae vis, quam globus idem A accipiet.

Dopo aver caricato con la forza elettrica un globo di legno A (Tav. IX, Fig. 6) congiunto ad un tubo di vetro AB, con un piano di legno CD incollato in B dal quale pendano, per mezzo di fili, delle sfere di sughero E, F, G, H, queste si avvicineranno e allontaneranno dal globo A a causa della forza elettrica che lo stesso globo avrà acquistato.

Vediamo come Guadagni interpreti la repulsione non come un semplice fatto qualitativo (come Nollet), ma come una forza misurabile, che varia in base alla quantità di fluido accumulato sul globo. Il focus viene spostato dalla causa metafisica all'effetto quantificabile.

- **Conservazione della Carica**

La prova più convincente a favore del fluido come quantità massiva e conservabile è data dall'esperimento nella proposizione *CCVI*, dove viene descritto l'effetto della *concussionem*:

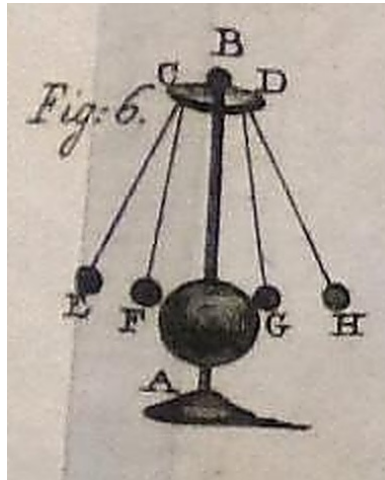


Figura 3.8: Elettroscopio realizzato con un globo di legno e delle sfere di sughero pendenti da un tubo di vetro. Illustrazione 6 della Tavola IX dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

Si manu D (Tab. IV. Fig. 1.) quis teneat catenam FE, cuius altera pars circumdet lagenam vitream A B scoebe metallica, vel aqua plenam; ab extremitate virgae electricae LK pendeat metallicum filum LA, & in lagena ipsa immergatur; ac idem homo MD manum prehendar alterius hominis G, qui manum H admoveat virgae electricae LK, & scintillam cliat: uterque eodem tempore vehementem patietur in articulis, tendinibus, & cartilaginibus concussionem nem. Eundem effectum etiam ducunt, & amplius homines experiuntur.

Se qualcuno tiene con la mano D (Tav. IV, Fig. 1) una catena FE, la cui altra estremità è posta intorno ad una bottiglia di vetro piena di limatura metallica o d'acqua, e dall'estremità di un'asta elettrica LK pende un filo metallico LA immerso nella stessa bottiglia, se l'uomo MD prende per mano un altro uomo G che muove la sua mano H verso l'asta elettrica LK, si provoca una scintilla: entrambi nello stesso momento soffriranno un colpo violento nelle articolazioni, nei tendini e nelle cartilagini. Lo stesso effetto sarà sperimentato anche da duecento e più uomini.

Nonostante non venga esplicitamente nominata, lo strumento che viene descritto, la bottiglia riempita di conduttore e circondata da un conduttore esterno, svolge la funzione di una bottiglia di Leida. La scarica elettrica produce una scossa estremamente potente che riesce ad essere avvertita da diverse persone. La capacità dello strumento di immagazzinare una certa *materia electrica* in una quantità tale da

generare un effetto di così ampia portata, è la prova del modello di Franklin: la carica non scompare né viene dissipata, ma si conserva e viene poi rilasciata in forma di una energia misurabile.

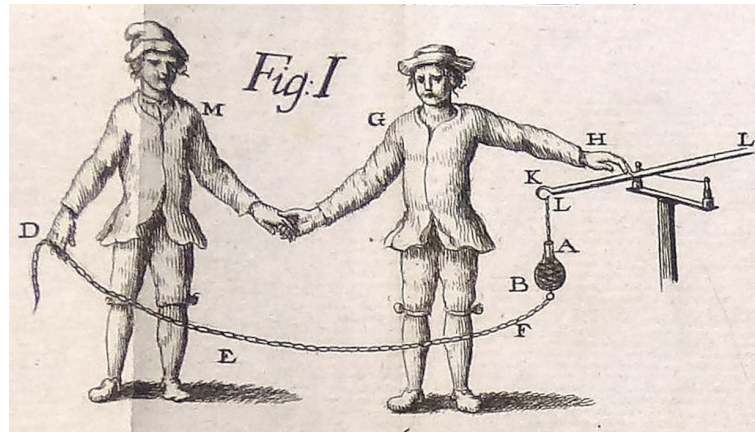


Figura 3.9: Rappresentazione del setup per l'esperimento della proposizione CCVI. La bottiglia di vetro AB (equivalente a una bottiglia di Leida), è collegata tramite catene per dimostrare la scarica elettrica in un circuito umano. Illustrazione 1 della Tavola IV dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

Con l'adozione di questo paradigma, tutti i concetti che Guadagni propone sono intesi come “fatti di esperienza” dimostrati dagli esperimenti. L'obiettivo primario non è la speculazione sull'essenza metafisica del fluido, ma l'osservazione del suo funzionamento, della sua fenomenologia quantificabile e delle sue leggi.

Asse Paradigmatico

L'exkursus sul paradigma settecentesco alla base del Magnetismo e dell'Elettricità porta quindi a un preciso inquadramento dell'Asse Paradigmatico dello *Specimen* riportata in Tabella 3.10.

Essendo un testo rivolto all'insegnamento, non sono indicati fenomeni inediti, ma si cercava di esplorare in maniera puntuale i fenomeni classici e anche le scoperte del tempo. Guadagni, con l'utilizzo di una rigorosa sistematicità concettuale che opera da base nel testo, si mette al completo servizio del discente, garantendone la comprensione. Inoltre, l'approccio newtoniano permette di avere un modello di scienza autorevole e depurato dalle speculazioni. Il risultato è un manuale che trasmette i fatti, ma va anche a legittimare

il paradigma scientifico corretto, formando lo studente al rigoroso metodo empirico.

Tabella 3.10: Riscontro dell'Asse Paradigmatico - *Vis Magnetica & Vis Electrica*

Asse Paradigmatico - <i>Vis Magnetica & Vis Electrica</i>	
Categoria di Analisi	Riscontro nello Specimen
Ambito Tematico	Focus sulla sola fenomenologia descrivibile per via matematica e catalogabile. Il Magnetismo e l'Elettricità vengono inquadrati nel paradigma dei fluidi mediatori, ma viene esclusa attivamente un'indagine sulla loro natura metafisica, ovvero le cause ultime, trattando solo gli effetti operativi, ovvero le cause secondarie.
Sistematicità	Approccio assiomatico. Tentativo di inglobare le conoscenze del periodo in un sistema di Proposizione e Definizioni. Probabile adozione del modello del Monofluidismo di Franklin in quanto coerente con il riscontro sperimentale e quantificabile per poter costruire un sistema di leggi valide universalmente.
Posizione Anti-Teorica	Esplicitata nelle metodologie. Rifiuto di discutere le cause ultime (per quale motivo è presente una forza magnetica/elettrica) a favore delle cause secondarie (il fluido mediatore). L'utilizzo degli <i>effluvia</i> e della <i>materia electrica</i> è la manifestazione del rifiuto di impostare discorsi metafisici e rimanere nell'ambito fenomenologico.

3.2.4 Metodologia

Per poter avere una panoramica d'insieme riguardo all'influenza che Guadagni sperasse che avesse il suo manuale, è necessario analizzare il processo metodologico utilizzato nella struttura degli esperimenti e le immagini che riusciva a evocare nel lettore. Il focus diventa quindi il processo di legittimazione dell'opera: in che maniera un catalogo di esperimenti al fine didattico, riesce a conferire alle proprie definizioni e spiegazioni l'autorità di essere considerate leggi universali e assiomatiche? Per poter rispondere a ciò, bisogna fare riferimento al framework del *virtual-witness* e delle tecnologie, attraverso il quale si è cercato di entrare nelle pratiche epistemiche che Guadagni ha adoperato per poter ottenere il consenso intorno al suo lavoro e garantire la trasmissione del sapere.

Come già evidenziato nel paragrafo 3.2.2, l'intero testo è basato sulla rigida alternanza tra **Definizione** e **Verifica Empirica**. Nelle Tabelle 3.11 e 3.12 si è riportata una sintesi delle proposizioni per la sezione sulle forze.

Su 30 proposizioni che vanno a costituire le leggi generali per la Forza Magnetica e la Forza Elettrica, ben 22 di queste sono immediatamente seguite da almeno un esperimento esplicativo di supporto. Le restanti proposizioni, che non presentano una ulteriore prova sperimentale, hanno comunque una funzione di riepilogo conclusivo, e vanno ad aumentare la credibilità delle proposizioni precedenti. Da questa struttura risulta chiaro che per Guadagni l'autorità scientifica è una derivazione diretta della ripetizione delle prove empiriche. L'accumulo di queste è infatti il meccanismo che eleva una singola osservazione a legge naturale.

Tecnologia Materiale

La prima fase per la creazione del *virtual witness* è l'**oggettivazione del fatto** attraverso la tecnologia materiale, ovvero la **strumentazione** e i **macchinari**. L'obiettivo è garantire la riproducibilità, ovvero la garanzia che il risultato sia inerente alla natura e alla configurazione dell'apparato e non alla soggettiva destrezza dell'esecutore.

Guadagni riesce in questo intento grazie a due meccanismi retorici ricorrenti:

- A. L'iper-descrizione: Come già visto nella sezione 3.2.2, la prosa esplicativa di Guadagni è caratterizzata da una puntuale prolissità descrittiva. Non è un semplice strumento didattico, ma l'assicurazione della replicabilità. L'utilizzo di coordinate spaziali e riferimenti grafici vanno a trasformare le descrizioni testuali in un preciso protocollo esecutivo, restituendo una visione non ambigua degli apparati.
- B. L'enfasi sulla costruzione: Grande importanza alle misure e alla varietà dei materiali da utilizzare. Quando si entra nelle specifiche tecniche, si cerca di mettere il focus sulla spettacolarità dei risultati e la neutralità delle macchine, trasferendo l'autorità di validazione dei fenomeni agli apparati.

Tabella 3.11: Riepilogo delle Proposizioni sulla *Vis Magnetica* nello *Specimen*

Proposizioni sulla <i>Vis Magnetica</i>			
Sezione	Definizione Generale	N. Esperimenti	Dettagli Esperimenti
CLIX	Definizione <i>Vis Magnetica</i>	2	CL, CLII: formazione dei poli nella limatura di ferro
CLII	Legge dell'Attrazione Reciproca	1	CLIII: il ferro si muove verso un magnete e anche viceversa
CLIV	Magnetismo Indotto Temporaneo	1	CLV: un ferro interposto tra i vortici di un magnete attrae altri globi ferrosi, quando viene rimosso perde questa capacità
CLVI	Comunicazione della Virtù Magnetica	1	CLVII: acquisizione e perdita della forza magnetica tramite strofinio
CLVIII	Orientamento dei Poli	1	CLIX: osservazione di un magnete che raggiunge l'equilibrio orientandosi verso i poli terrestri
CLX	Legge della Repulsione tra Poli Simili	3	CLXI: magneti galleggianti che si respingono e poi uno ruota. CLXII: ago magnetico in un liquido va a respingere un altro ago con polo simile e si gira. CLXIII: attrazione S-N e repulsione N-N nella limatura attorno a dei magneti
CLXIV	Ininterruzione del Moto Magnetico	2	CLXV: le fiamme non impediscono l'azione magnetica. CLXVI: il vento non impedisce l'azione magnetica
CLXVII	Inversione dei Poli in un'Asta Perpendicolare	2	CLXVIII: dimostrazione dell'attrazione e della repulsione di un'asta rispetto a un magnete in posizione perpendicolare. CLXIX: l'urto dell'asta inverte la polarità
CLXX	Cause dell'Induzione	0	Proposizione che riassume i fenomeni noti
CLXXI	Effetto di Concentrazione dell'Effluvio	0	Proposizione autoconsistente senza esperimenti
CLXXII	Costruzione di Magneti Artificiali	5	CLXXIII-CLXXVII: descrizione di tecniche per costruire o rafforzare magneti creati utilizzando aste e lamine
CLXXVIII	Magnetizzazione di Fili collegati	0	Proposizione autoconsistente senza esperimenti
CLXXIX	Non Coincidenza con il Meridiano Terrestre	1	CLXXX: dimostrazione del fenomeno con due aghi posti orizzontalmente e verticalmente

Tabella 3.12: Riepilogo delle Proposizioni sulla *Vis Electrica* nello *Specimen*

Proposizioni sulla <i>Vis Electrica</i>				
Sezione	Definizione Generale	N. Esp.	Dettagli Esperimenti	
CLXXXI	Definizione della <i>Vis Electrica</i>	5	CLXXXII: comportamento dell'ambra se strofinata; CLXXXIII: zolfo fuso; CLXXXIV: induzione di un cono metallico; CLXXXV: elettroforo; CLXXXVI: visualizz. elettricit� in una sfera con dei fili	
CLXXXVII CLXXX-VIII	Corpi con Elettricit� di per s�	1	CLXXXIX: corde di canapa isolate e sfregate con dei cristalli attraggono e respingono delle foglie d'oro	
CXC CXCI	Corpi che Ricevono Elettricit�	3	CXCI: lamina su vetro comunica la carica; CXCI: conduttore e bottiglia di Leida; CXCV: macchi-na elettrica	
CXCIV	Necessit� dell'Isolamento	0	Proposizione autoconsistente	
CXCVII	Lunghezza dei Conduttori	0	Proposizione per generalizzare	
CXCVIII	Flusso Elettrico	2	CXCVIII: globi metallici e campanelli; CXCI: attrazione e repulsione di globi di sughero appesi	
CC	Moto Rotatorio	2	CC: globi di vetro su anelli metallici; CCI: sistema planetario elettrico	
CCII	Vis Attraverso la Fiamma	1	CCIII: il fuoco delle candele non interrompe l'azione elettrica di un'asta su un globo	
CCIV	Flusso dei Liquidi	2	CCV: l'acqua acquista velocit�; CCVI: scariche generano scosse nei tendini e articolazioni	
CCVII	Luce e Infiammabilit�	4	CCVIII: scintille accendono candele; CCIX: uomo isolato accende spirito di vino; CCX: uso di un globo; CCXI: accensione su cristallo	
CCXII	Batteria Elettrica	1	CCXII: effetto distruttivo di una batteria elettrica su diversi materiali	
CCXIII	Fosforescenza nel Vuoto	1	CCXIII: globo e tubo di cristallo fosforizzati se avvicinati a corpo elettrizzato	
CCXIV	Elettricit� del Fulmine	1	CCXIV: asta metallica colpita da fulmine trasmette forza a un globo connesso	
CCXV	Protezione dai Fulmini	0	Spiegazione di come sfruttare il comportamento dei fulmini per protezione	
CCXVI	Effetto sulla Canfora	1	CCXVI: l'azione elettrica sulla canfora genera una brina	

Per quanto riguarda gli esperimenti sulla Forza Magnetica, Guadagni utilizza le descrizioni materiali principalmente per risolvere il paradosso dell'azione a distanza, rendendo gli effluvi tangibili. Più nel dettaglio:

1. Dispositivi di Materializzazione Spaziale: Per la rivelazione degli effluvi e, conseguentemente delle forze, è fondamentale l'utilizzo di determinati materiali che svolgono il ruolo di indicatori passivi:
 - (a) La manifestazione del campo magnetico ed elettrico viene trattata in diversi esperimenti (proposizioni *CL*, *CLX*, *CLXIII*, *CLXXXVI*, *CXCVIII*, *CCI*) facendo uso della limatura di ferro o di fili. Attraverso questo si riesce a tradurre il concetto degli effluvi in forme geometriche visibili. Il riferimento preciso alle figure (Fig.3.3, Fig.3.10), soprattutto per queste proposizioni, è un vincolo imposto al lettore con una specifica visualizzazione del flusso, che diventa oggettiva e non un'interpretazione personale. I magneti sono gli agenti esecutivi, assolvono la funzione di fattorizzare l'agente umano.

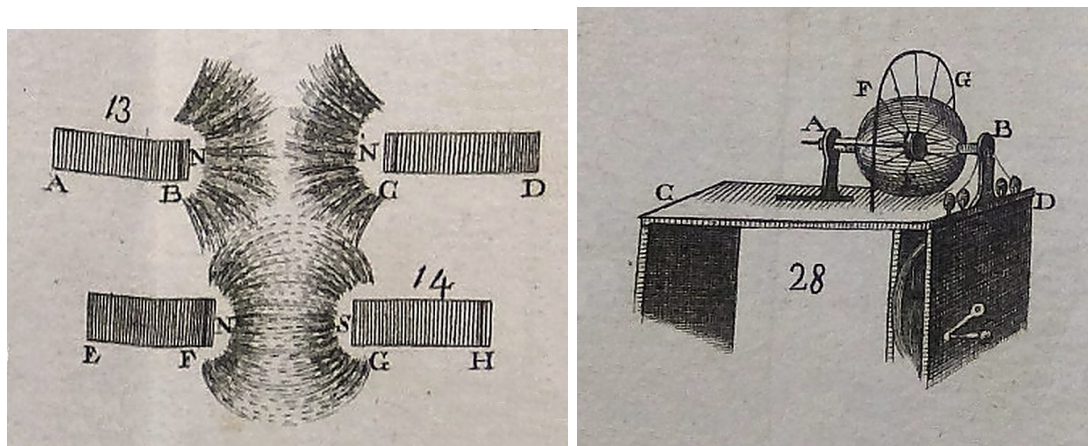


Figura 3.10: Esempi di visualizzazione delle forze nello *Specimen Experimentorum Naturalium*. A sinistra: vortici della forza magnetica visibili tramite la limatura di ferro, illustrazioni 13 e 14 della Tavola III. A destra: visualizzazione della forza elettrica attraverso dei fili di tessuto, illustrazione 28 della Tavola III.

- (b) Per parlare dell'orientamento dei vortici naturali, si fa uso degli aghi magnetici e, nello specifico, viene detto che “si dirigono verso il polo del mondo [...] se posti in equilibrio” (*CLVIII-CLIX*). La

descrizione dello strumento, un ago sospeso, garantisce che l'unica causa del moto sia la forza magnetica del pianeta e, osservando questo fenomeno, si possa quindi parlare di una legge universale riproducibile.

2. Isolamento dell'Azione Magnetica ed Elettrica: Una componente essenziale è andare a dimostrare che l'azione delle forze magnetiche ed elettriche non venga ostacolata da forze di altra natura, convalidando il potere penetrante degli effluvi.

- (a) In diversi esperimenti vengono usati sistemi di isolamento e supporto, come liquidi o piani solidi che facciano da barriera. Soprattutto l'acqua viene usata per far galleggiare magneti e aghi (*CLXII*) e per avere una visualizzazione pura dell'attrazione e della repulsione (Fig.3.11). Non è un elemento passivo, ma una superficie a basso attrito descritta come un isolante meccanico, rafforzando l'idea che la forza magnetica sia l'unica causa del moto in quel particolare setup. Negli esperimenti sull'elettricità (proposizioni *CLXXXV* e *CXCII*) si tendono a preferire materiali come vetri, resina e seta per isolare ed evitare che il fluido elettrico si disperda nell'ambiente circostante. L'utilizzo di questi materiali ha lo scopo di andare a creare situazioni di non interferenza ed evidenza che la verità scientifica, per quanto sia una derivazione naturale, ha necessità di creare degli ambienti controllati.

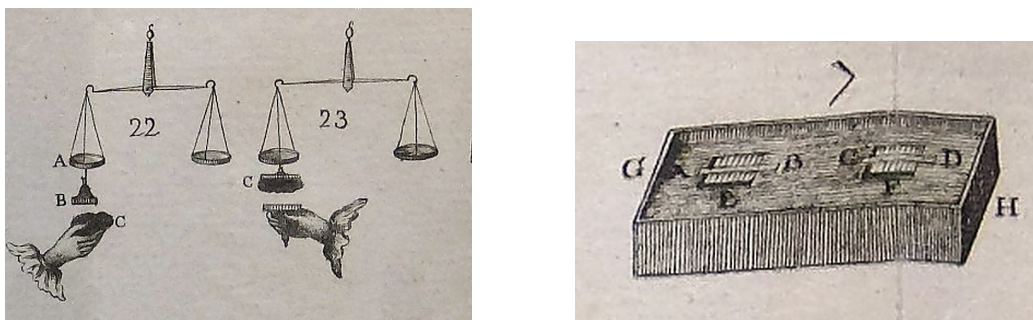


Figura 3.11: Esempi di isolamento della Forza Magnetica nello *Specimen Experimentorum Naturalium*. A sinistra: isolamento attraverso l'uso di una bilancia e dimostrazione dell'effetto dell'attrazione tra un magnete e del ferro, illustrazioni 22 e 23 della Tavola II. A destra: repulsione tra magneti posti sopra delle tavole di sughero galleggianti, illustrazione 7 della Tavola III.

- (b) Vengono portati anche esempi di tecnologia materiale negativa, ovvero esperimenti dove si mostra che alcuni materiali non interagiscono con la forza, come nel caso delle proposizioni *CLXV* e *CLXVI* (Fig. 3.4). Negli esperimenti si mostra come né le fiamme né il vento vadano a infastidire l'azione magnetica. Provare ciò serve a definire la natura generale della forza magnetica e la capacità di penetrazione attraverso i corpi come aria e calore, ovvero distinguendo le forze meccaniche da quelle termiche.
3. Costruzione e Potenzamento Strumentale: Il punto di massima rappresentazione di questa tecnologia l'abbiamo nell'insegnamento a costruire e potenziare tutti i macchinari.
- (a) Nella sezione della proposizione *CLXXII* sulla *Costruzione di Magneti Artificiali* e i cinque esperimenti presentati a cascata *CLXXIII-CLXXVII*, si ha uno spostamento del focus dall'osservazione passiva alla riproducibilità attiva. Viene fornito un protocollo operativo dettagliato per creare o rafforzare magneti, usando *aste* e *lamine*, sulla tecnica per maneggiarli, dando colpi o facendo attenzione alla direzione nella quale strofinarli. In questo modo si trasforma il concetto di magnetismo indotto in una procedura ingegneristica vera e propria. La prolissità di queste sezioni è usata in maniera retorica: garantisce al lettore che la forza è controllabile attraverso una corretta manipolazione. Altro punto riguardo alle costruzioni è dato dai macchinari elettrici (proposizioni *CXCV* e *CXCVIII* Fig.3.12), dove le istruzioni tecniche hanno l'obiettivo di massimizzare le scintille. Se il magnete artificiale e la macchina elettrica funzionano, è grazie al lettore che ha seguito pedissequamente le istruzioni fornite, convalidando l'autorità del testo anche come manuale operativo.
 - (b) Anche la polarità, una proprietà considerata apparentemente intrinseca della materia magnetica, viene in realtà modificata dalle azioni meccaniche, come specificato nella proposizione *CLXIX* (Fig.3.13). La possibilità di compiere quest'azione rende la forza controllabile e non sottoposta a proprietà e leggi esoteriche.
4. Gestione del Rischio: Elemento cruciale della realizzazione materiale degli esperimenti è la dimostrazione della potenza e del pericolo generato da alcuni esperimenti, soprattutto vista la natura distruttiva di alcuni di essi.

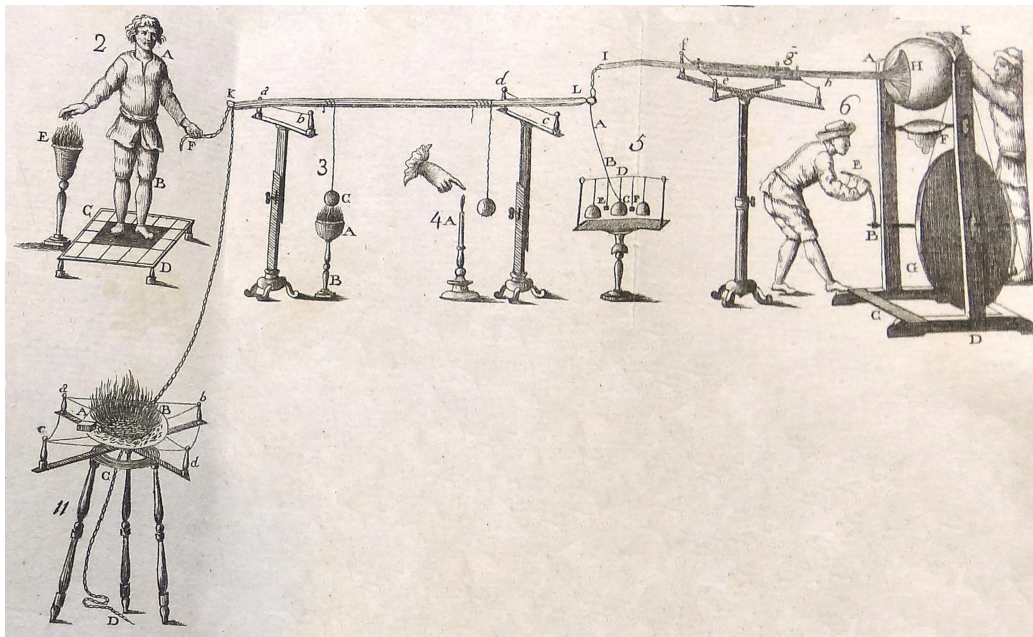


Figura 3.12: Macchina Elettrica (ill.6) che si può costruire a proprio piacimento e funziona con un manubrio rotante. Illustrazioni 2, 3, 4, 5, 6 e 11 della Tavola IV dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

- (a) “Con dei colpi provoca una forza a tal punto violenta che è in grado di incendiare la polvere pirica, uccidere un animale, perforare più fogli di carta uniti in fasci, fondere metalli”, così viene presentata la potenza violenta della Batteria elettrica (*CCXII* Fig.3.12), facendo da monito al lettore desideroso di andare a riprodurla. Un suggerimento più esplicito lo si riceve anche nel caso della proposizione *CCXIV* sulla costruzione di un parafulmine, dove viene ammesso candidamente che “questo esperimento è molto pericoloso”. In esperimenti come questi, la tecnologia materiale assolve al compito di creare un’immagine dalla potenza oggettiva e indiscutibile, sia come monito di cautela, sia come un’ulteriore dimostrazione del controllo scientifico.

Tecnologia Letteraria

La scrittura diventa lo strumento retorico per andare ad aumentare il numero di testimoni virtuali, traducendo la struttura e l’apparato in conoscenza credibile e verosimile. Con il linguaggio si cerca di influenzare e veicolare la prospettiva del lettore per poter stabilire la gerarchia epistemica tra dati e

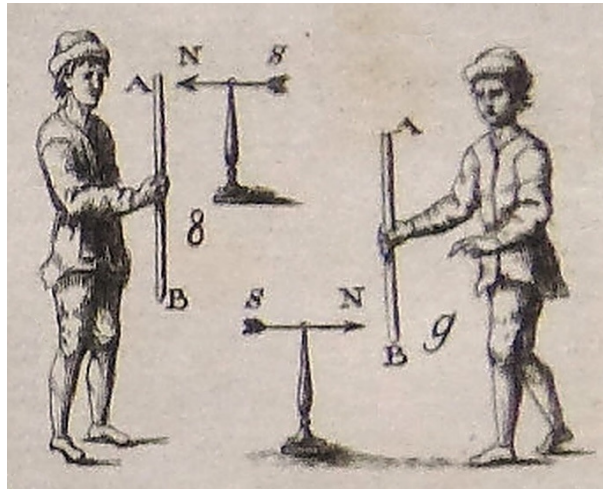


Figura 3.13: Dimostrazione dell'orientamento della polarità nei corpi e sua suscettibilità a seguito di colpi, che generano un'inversione. Illustrazioni 8 e 9 della Tavola III dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

teoria e, conseguentemente, l'autorità del testo. L'obiettivo è però il riuscire a creare una “trasparenza narrativa”, ovvero far passare la lingua in secondo piano, e lasciare parlare la natura liberamente.

- A. L'Eclissi dell'Autore: La strategia principale usata Guadagni nel testo è quella di non avere una voce. Il soggetto grammaticale dello *Specimen* non è mai lo scienziato, ma l'apparato o il fenomeno studiato.
- (a) Uso strategico del Passivo e dell'Impersonale: L'uso estensivo del congiuntivo esortativo con espressioni come “si pongano”, “si sospendano” e del passivo suggeriscono che chiunque segua lo stesso protocollo sperimentale ottenga il medesimo risultato. In questa maniera non si danno delle semplici istruzioni, ma si crea un effetto di inevitabilità. Anche affermare che “la forza [...] si osserva chiaramente”, implica che la visione è un'azione universale e passiva. La verità scientifica non è un costrutto dello scienziato che per primo la osserva, ma è un fenomeno che si impone a chiunque guardi.
 - (b) La nominalizzazione: Come già detto in precedenza, trasformare le azioni dinamiche in sostantivi permette uno studio mirato e quantificabile dei fenomeni, ai quali è possibile aggiungere ulteriori proprietà e caratteristiche derivate dall'osservazione.

- B. Ancoraggio fra Testo e Immagine: All'interno del testo viene riportato un uso costante di deittici spaziali e temporali, coordinate e riferimenti che hanno il compito di vincolare le parole e le figure. Così si impedisce al lettore di andare a immaginare nella maniera sbagliata. Inoltre si porta il lettore a pensare per induzione che, dato che le presentazioni dei fenomeni e dei macchinari sono già ad alti livelli di precisione rappresentativa, i risultati degli esperimenti saranno riportati in modo altrettanto puntuale.

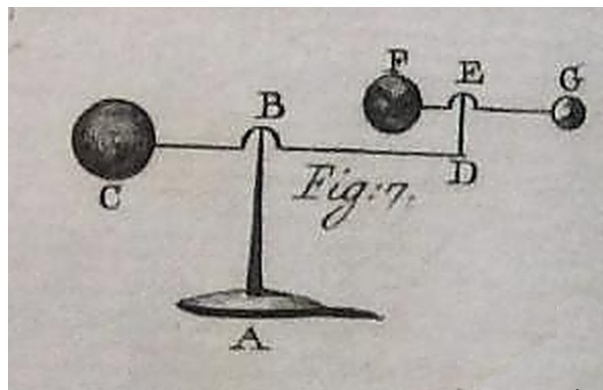


Figura 3.14: Riproduzione di un sistema planetario elettrico a tre corpi: *C* è il Sole, *F* la Terra e *G* la Luna. Illustrazione 7 della Tavola IX dello *Specimen Experimentorum Naturalium*

- C. Iper-Precisione: Nella costruzione della Batteria nella proposizione *CCXII* viene specificata la necessità di “ottanta o cento vasi cilindrici alti due piedi con diametro di mezzo piede, esternamente e internamente ricoperti di metallo per più dei due terzi”. Questa estrema verbosità di Guadagni nelle descrizioni degli esperimenti assolve alla funzione di proteggere la sua credibilità e fargli da scudo contro le critiche di persone poco attente nella riproduzione. Utilizzando questa forma retorica tipica dei manuali tecnici, riesce a elevare lo *Specimen* a protocollo scientifico.
- D. Modestia: La caratteristica più importante per il virtual-witness non deve essere la sua infallibilità, quanto piuttosto la sua onestà. Attraverso espressioni come “e spesso, anche se non sempre” (*CLXXI*) o “esperimento molto pericoloso”, Guadagni si mostra come uno scienziato serio, che ammette che la natura sia volubile. Ammettendo i limiti e le problematiche del fenomeno lo rende più credibile, sottolineando anche che la scienza è il susseguirsi di osservazioni non sempre assolute e a

volte rischiose e, il buon scienziato, è colui che affronta il pericolo per il solo amore della verità, donando al testo un tono eroico e razionale.

E. Ritmo nel Magnetismo e nell'Elettricità: Lo stile di scrittura che Guadagni utilizza per le due sezioni sembra seguire l'“indole” delle due forze:

- (a) Forza Magnetica: Il linguaggio è calmo, dominato da verbi di posizione e orientamento. Il testo va a riflettere la stabilità e l'idea di equilibrio dei poli, descrivendo un mondo ordinato e prevedibile, come la limatura di ferro che “si distribuirà secondo la circolazione della materia magnetica”.
- (b) Forza Elettrica: In questa sezione invece il linguaggio diventa più colorito, compaiono termini come “scintilla”, “colpo violento/impetuoso”, “intensissima elettricità”. Il testo diventa più evocativo e sensoriale, per poter convincere il lettore dell'energia in grado di scuotere un corpo, quasi in maniera onomatopeica per cercare di riprodurre le scosse elettriche.

Tecnologia Sociale

Ultimo tassello per poter andare a validare lo *Specimen* è andare a stabilire la calibrazione del consenso. È importante che Guadagni debba stabilire chi possa avere il diritto di testimoniare, come si deve comportare la comunità di osservatori e in che maniera il sapere prodotto in laboratorio si lega alla struttura sociale esterna.

- A. Il Corpo Collettivo dei Testimoni: Nella proposizione *CCVI*, “duecento e più uomini” diventano parte dell'esperimento proposto. Non si tratta di un dato casuale, quanto di una mossa di validazione dell'esperimento. Per evitare che la testimonianza individuale fosse bollata come semplice suggestione o allucinazione, la simultaneità di duecento corpi che si ritrovano a “soffrire un colpo violento” permette di annullare ogni dubbio. Il consenso non nasce perciò da uno scambio o un dibattito, ma da un assoggettamento fisico di massa: se duecento persone sobbalzano per una scossa insieme, il fenomeno diventa un fatto sociale assicurato. Trasformando i testimoni in parte dell'apparato, questi perdono lo status di osservatori esterni, ma diventano piuttosto dei sensori umani. Con la tecnologia sociale si va a silenziare il singolo a favore della massa.
- B. L'Appropriazione del Volgare come Validazione Sociale: Il ponte tra il laboratorio e il mondo esterno ce lo offre la proposizione *CCXII* sulla

batteria elettrica. Viene infatti introdotta così “suole essere chiamata volgarmente Batteria elettrica.” Invece di introdurre o imporre un nuovo termine, preferisce usare quello che già è parte del linguaggio del volgo. Adottando il nome comune, Guadagni restituisce una cornice scientifica a un’esperienza, o in questo caso un oggetto, già noto alla società. Con questa strategia di appropriazione sociale, la scienza diventa la spiegazione ufficiale di quello che la gente già nomina.

- C. La Gerarchia dell’Esperto: Guadagni va a utilizzare il concetto di rischio per separare “chi sa” da “chi impara”. Come visto nella proposizione *CCXIV* sulla costruzione di un parafulmine, viene espressamente indicato che l’esperimento è “molto pericoloso”. L’autorizzazione a realizzarlo è data quindi solo allo scienziato, unico in grado di gestire la forza della natura. Il lettore in questo caso viene obbligato ad accettare il risultato, perchè l’autore lo ha verificato al posto suo rischiando. L’autorità guadagnata è proporzionale rispetto al rischio corso.
- D. La Distruzione Dimostrativa: Il punto finale della tecnologia sociale è passare dai fatti alla loro funzione. Questo viene mostrato percorrendo due strade principali: una “politica del terrore”, come vediamo nel caso della proposizione *CCXV*, dove si parla di un edificio che “si abatterà diviso in parti”, perchè privo di protezioni dai fulmini, dove questa affermazione ha il fine preciso mostrare un comportamento necessario; e una “politica assicurativa”, dove la scienza è l’espedito per proteggere e che permette di “rendere sicuri gli edifici”. Il consenso della comunità accademica, ma anche civile, non si basa più solo sull’evidenza dei dati, ma sul potenziale d’uso. Accettare il lavoro di Guadagni non significa più solo accettare l’osservazione del fenomeno, ma approvare lo strumento che può portare valore alla società, andando a legare la verità scientifica con l’utilità civica.

3.2.5 Risultati

L’indagine sul corpus degli esperimenti di elettricità e magnetismo dello *Specimen Experimentorum Naturalium* ha permesso di identificare delle regolarità strutturali, epistemiche e retoriche che sono emerse in modo sistematico.

1. La legge naturale come prodotto cumulativo dell’esperienza sperimentale

Un primo risultato rilevante riguarda la modalità con la quale Guadagni costruisce e poi legittima le leggi fisiche nel testo. È presente una rigida alternanza tra definizione generale e verifiche sperimentali, articolate in

una sequenza di proposizioni numerate che frammentano il fenomeno in unità discrete e ordinate. In questa modalità, la legge naturale non si presenta come una deduzione teorica astratta o come un principio fondato su modelli matematici indipendenti dall'esperienza. Al contrario, emerge come un risultato della ripetizione sperimentale, dove ogni nuovo esperimento conferma, rafforza o chiarisce un enunciato precedente. Anche le proposizioni che non hanno una conseguente verifica hanno il compito di andare a consolidare riassumendo i fenomeni. L'autorità epistemica del testo non deriva perciò dall'originalità teorica proposta, ma dalla struttura continua e sistematica sulle esperienze, in maniera coerente con il paradigma sperimentale settecentesco. La legge è un fatto stabile, osservato e reso riproducibile.

2. **Oggettività e trasferimento dell'azione dall'uomo alla macchina**

Il secondo punto d'interesse riguarda la costruzione dell'oggettività sperimentale. Dall'analisi congiunta delle scelte lessicali, la sintassi e le descrizioni degli apparati, si evidenzia un processo di fattorizzazione dell'operatore umano, che viene via via escluso dalle azioni sperimentali. Le procedure sono descritte in forma passiva, impersonale e attraverso l'uso di nominalizzazioni, concentrandosi sui materiali, la disposizione spaziale e il funzionamento degli strumenti, mentre lo sperimentatore sparisce dal ruolo di soggetto epistemico. Macchine e setup sperimentale assumono il ruolo di garanti della verità fenomenologica e quindi gli effetti osservati non sono contingenti a una manipolazione umana. L'oggettività non è perciò una proprietà intrinseca dei fenomeni, ma il risultato di una strategia epistemica, che trasferisce l'agenzia causale dall'uomo agli strumenti e poi alla natura stessa.

3. **Il paradigma monofluidista come chiave di lettura operativa**

Il paradigma del fluido proposto da Franklin risulta coerente con la trattazione proposta da Guadagni degli esperimenti di magnetismo, e ancora di più da quelli sull'elettricità. Sebbene non venga esplicitata mai un'adesione formale a questo modello, l'insieme delle scelte lessicali, sperimentali e descrittive rende la trattazione strutturalmente compatibile a una chiave di lettura monofluidista. In particolare, l'assenza di una distinzione tra fluidi di diversa natura per la descrizione dei fenomeni elettrici in termini di accumulo, trasferimento e scarica e l'uso sistematico del termine singolare *materia electrica*, indicano una concezione dell'elettricità come una quantità conservabile e manipolabile

per eccesso o difetto di fluido elettrico. Metodologicamente parlando, il modello teorico riesce a inserirsi agevolmente nel quadro newtoniano di una scienza fondata su grandezze misurabili, conservazione delle quantità e relazioni matematiche. L'adozione implicita a questo paradigma è perciò coerente con l'impostazione anti-metafisica dello *Specimen*, concentrandosi sulla sola fenomenologia dagli effetti osservabili. È comunque importante che, questa lettura, non implica l'attribuzione a Guadagni di una posizione esclusiva nel dibattito settecentesco a favore per la posizione monofluidista piuttosto che bifluidista. Dall'analisi si è ottenuto un riscontro come possibile chiave di lettura, che riesce a inquadrare una struttura concettuale e a sistematizzare la visione dell'autore per quanto riguarda l'insegnamento dei fenomeni magnetici ed elettrici.

4. Il lettore come testimone epistemicamente vincolato

Anche se nel testo il ruolo dello scienziato passa in secondo piano, quello del lettore è invece molto più rilevante. Nello *Specimen* non si ha solo una descrizione degli esperimenti, ma costituisce una forma di testimonianza scientifica mediata dove il lettore ne prende parte. Andare a moltiplicare i testimoni non significa però dare libertà interpretativa. Al contrario, la presenza sistematica di riferimenti, l'ancoraggio tra il testo e le illustrazioni e le minuziose descrizioni delle configurazioni sperimentali, orientano lo sguardo del lettore, guidandolo verso ciò che deve essere esattamente visto. Non si apre uno spazio interpretativo, ma lo si va a restringere per limitare l'ambiguità e avere una comprensione univoca e standardizzata del fenomeno. Guadagni ottiene quindi un *virtual-witness* che partecipa all'esperienza sperimentale senza poterla reinterpretare erroneamente.

5. Il consenso scientifico come fatto sociale collettivo

L'accettazione di quello che viene trattato nello *Specimen* non è semplicemente una derivazione di natura tecnica o sperimentale, ma viene evidenziata una dimensione dichiaratamente sociale e "tangibile". La presenza di esperimenti che coinvolgono direttamente il corpo umano, con descrizioni sensoriali delle scariche elettriche e l'insistenza sulle pratiche di cautela nella riproduzione, contribuiscono a trasformare l'attività sperimentale in un evento condiviso. Anche il corpo diventa uno strumento di misura e una garanzia di realtà di quello che si osserva. Analogamente, il riferimento a dispositivi di uso ricorrente come i parafulmini, introducono un piano di utilità che va a rafforzare la legittimità del sapere scientifico. La validità non viene dimostrata

solo dalle strutture interne, ma dalla capacità di intervenire nel mondo, generando degli effetti reali nella vita comune. In questa maniera, il modello di consenso è un accordo della comunità che si basa sulle prove sperimentali e trova il modo di integrarle nelle pratiche sociali condivise, moralmente accettate e verificabili pubblicamente.

Con l'unione di questi elementi, possiamo vedere che lo *Specimen* non è una semplice raccolta di esperimenti in linea con le scoperte del tempo, ma un dispositivo epistemico complesso, dove dall'unione tra la sua struttura testuale, retorica e tecnologia sperimentale si va a costruire una determinata immagine della conoscenza fisica.

Conclusioni

Con questa tesi si è indagato il passaggio dal paradigma di una scienza principalmente teorica a una scienza fondata sulla sperimentazione nell'Italia del XVIII secolo, oltre che il rapporto tra la teoria e le esperienze nel caso delle branche più all'avanguardia della fisica, quali l'elettricità e il magnetismo, utilizzando lo *Specimen Experimentorum Naturalium* di Carlo Alfonso Guadagni. In questo contesto, lo *Specimen* non emerge semplicemente come un manuale didattico, ma come il sunto di una pratica sperimentale articolata, radicata all'interno di un preciso contesto istituzionale, sociale ed economico.

In particolare, l'analisi dei Gabinetti delle Curiosità, poi diventati Gabinetti di Fisica, ha sottolineato come questi spazi costituissero dei luoghi privilegiati di produzione e legittimazione del sapere sperimentale. In questo quadro troviamo il Gabinetto di Lord Cowper, un centro di eccellenza sperimentale all'avanguardia nel contesto settecentesco. La disponibilità di una grande varietà di esperimenti e strumenti di pregiata fattura, unita alla possibilità di condurre esperimenti sui fenomeni di crescente interesse, come il magnetismo e l'elettricità, costituì una condizione essenziale per la realizzazione dello *Specimen* di Guadagni. Il testo appare quindi come un'opera strettamente intrecciata a una cultura materiale che ne ha reso possibile l'impianto teorico.

Dall'analisi si è mostrato come la figura di Carlo Alfonso Guadagni non possa essere interpretata come quella di un innovatore teorico in senso stretto, quanto piuttosto un potenziatore del paradigma newtoniano. Più dettagliatamente, il rapporto tra teoria ed esperienza viene inteso come una gerarchizzazione epistemica, dove la seconda assume un ruolo fondativo. La teoria non è il principio per organizzare le esperienze, ma emerge successivamente come loro sistematizzazione, trovando la propria legittimazione negli apparati e nella riproducibilità delle pratiche sperimentali. Di conseguenza, questo stesso approccio epistemico viene adottato per presentare le teorie fisiche sul magnetismo e l'elettricità, seppur inserite in un panorama concettuale già

ricco di dibattiti nel Settecento europeo.

Ridurre però lo *Specimen* a una semplice opera di sintesi divulgativa significherebbe svalutarne la portata epistemica. Quello che più va riconosciuto a Guadagni è infatti la costruzione di un sistema coerente di dispositivi retorici e materiali, attraverso i quali viene attribuita credibilità e autorità al sapere fisico, rendendolo anche pubblicamente valido. In questo modello, la validità delle affermazioni scientifiche viene affidata a un insieme coordinato di pratiche che rendono il fenomeno osservabile e replicabile.

Le descrizioni precise e puntuali di apparati e procedure trasformano il testo in un vero e proprio protocollo operativo, donando oggettività ai risultati ottenuti. Gli esperimenti appaiono così come eventi indipendenti dall'intenzione o dall'interpretazione dello sperimentatore, immagine che viene ulteriormente rafforzata dalle scelte linguistiche e narrative adottate da Guadagni, che guida il lettore verso una specifica comprensione dell'esperienza senza imporsi come autorità.

Sulla base di questa analisi, la funzione didattica dello *Specimen* assume anche un carattere normativo, non limitando il testo alla mera trasmissione dei contenuti, ma contribuendo a definire i criteri attraverso i quali il sapere fisico può essere considerato valido, riproducibile, accessibile e condivisibile.

Bibliografia

- Amsel-Arieli, Melody (ago. 2012). «Cabinets of Curiosity (Wunderkammers)». In: *History Magazine*. Published August/September.
- Andrés, Juan (2008). *Lettere familiari. Corrispondenza di viaggio dall'Italia del Settecento*. A cura di M. Fabbri. 5 voll. Rimini: Panozzo.
- Anonimo (1778). *Gazzetta universale, o sieno notizie istoriche politiche di Europa*. Periodico a stampa.
- Aquinas, Thomas (1259–1265). *Summa Contra Gentiles*. III, 98-107. Typographia Vaticana.
- (1265–1274). *Summa Theologica*. I, 105.6-8. Typographia Vaticana.
- Archivio di Stato di Pisa (n. d.[a]). *Fondo Gabella, unità 148, c. 73*. Archivio di Stato di Pisa (ASPi). Segnatura: Gabella, 148, c. 73.
- (n. d.[b]). *Fondo Università, Sezione A, filza III, cc. 15–25*. Archivio di Stato di Pisa (ASPi). Segnatura: Univ. 2, A, III, 1, cc. 15–25.
- (n. d.[c]). *Fondo Università, Sezione G, Filze di ordini e negozzi, Filza n.3 (1748–1760), Sez. G. 5, carta 1*. Segnatura: Univ. 2, G. 5, c. 1.
- (n. d.[d]). *Fondo Università, Sezione G, Filze di ordini e negozzi, Filza n.3 (1748–1760), Sez. G.. 5, carta 96v*. Segnatura: Univ. 2, G. 5, c. 96v.
- (n. d.[e]). *Fondo Università, Sezione G, Filze di ordini e negozzi, Filza n.3 (1748–1760), Sez. G.. 9, carta 734r-734v*. Segnatura: Univ. 2, G. 9, c. 734r-734v.
- (n. d.[f]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 11, carte 522-524v, 539*. Segnatura: Univ. 2, G. 11, cc. 522-524v, 539.
- (n. d.[g]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 11, carte 522r, 522v*. Segnatura: Univ. 2, G. 11, cc. 522r, 522v.
- (n. d.[h]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 12, carta 612*. Segnatura: Univ. 2, G. 12, c. 612.
- (n. d.[i]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 6, carta 119r-119v*. Segnatura: Univ. 2, G. 6, c. 119r-119v.
- (n. d.[j]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 6, carta 732*. Segnatura: Univ. 2, G. 6, c. 732.

- Archivio di Stato di Pisa (n. d.[k]). *Fondo Università, Sezione G, Ordini e negozi, Filza n. 8, carte 539r, 359v, 552r, 552v*. Segnatura: Univ. 2, G. 8, cc. 539r, 359v, 552r, 552v.
- Bachelard, Gaston (1934). «La formation de l'esprit scientifique». In: *Librairie philosophique J. VRIN*.
- Bacon, Francis (1620). *Novum Organum*. London: John Bill.
- Banks, David (2005). «On the historical origins of nominalized process in scientific text». In: *English for Specific Purposes* 24 (3), pp. 347–357. ISSN: 0889-4906. DOI: 10.1016/j.esp.2004.08.002.
- Barsanti, Danilo (1995). *Lauree dell'Università di Pisa. 1737–1861*. Vol. 1. Pisa, p. 11.
- Becattini, Francesco (2022). *Vita Pubblica E Privata Di Pietro Leopoldo D'austria, Granduca Di Toscana, Poi Imperatore Leopoldo II*. Ristampa di un'opera storica. Charleston, SC: Legare Street Press. ISBN: 9781019322710.
- Belsey, H. (1997). «Cowper, George Nassau». In: *A Dictionary of British and Irish Travellers in Italy 1700-1800*. A cura di John Ingamells. New Haven, CT: Yale University Press, ad vocem.
- Bennett, Jim e Sofia Talas (2013). *Cabinets of Experimental Philosophy in Eighteenth-Century Europe*. Brill. DOI: 10.1163/9789004252974.
- Berry, Mary (1865). *Extracts from the Journals and Correspondence of Miss M. Berry*. A cura di T. Lewis. 3 voll. London: Longmans-Green.
- Brenni, Paolo (2002). «Jean Antoine Nollet and Physics Instruments». In: *The Art of Teaching Physics*. Trad. da Lewis Pyenson. Sillery (Québec): Septentrion, pp. 11–27.
- (dic. 2010). «The Evolution of Teaching Instruments and Their Use Between 1800 and 1930». In: *Science & Education* 21, pp. 191–226. DOI: 10.1007/s11191-010-9326-z.
- Businari, Camillo (1778). *Corrispondenza con Giuseppe Stracchini (18 agosto e 4 settembre 1778)*. Documento d'archivio (Lettere). Segnatura: DE/P/F319. Riguardante la ricerca di un dipinto del Guercino.
- Caffarelli, Roberto Vergara (1990). «Strumenti scientifici tra XVIII e XIX secolo nel Dipartimento di fisica dell'Università di Pisa». In: *Antichi strumenti scientifici a Pisa*. A cura di Carlo Alberto Segnini. Visionato presso IMSS. Pisa: Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, pp. 53–193.
- (1997). «Didattica a Pisa nella seconda metà del '700». In: *Quaderni di Storia della Fisica* I.
- (2000). «Le scienze: fisica, chimica, matematica». In: *Storia dell'Università di Pisa*. A cura di Commissione rettorale per la storia dell'Università di Pisa. Vol. 2. 1737–1861 1. Pisa: Plus, pp. 759–822.

- Capecchi, Danilo (2021). «Epistemology and Science at the Turn of the 18th Century». In: *Epistemology and Natural Philosophy in the 18th Century: The Roots of Modern Physics*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–88. ISBN: 978-3-030-52852-2. DOI: 10.1007/978-3-030-52852-2_1. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-52852-2_1.
- Carranza, N. (1974). *Monsignor Gaspare Cerati provveditore dell'Università di Pisa nel Settecento delle riforme*. Pacini Editore.
- Cocquyt, Tiemen (2013). «Failure, Fraud and Instrument Cabinets: Academic Involvement in the Eighteenth-Century Dutch Water Crisis». In: *Cabinets of Experimental Philosophy in Eighteenth-Century Europe*. A cura di M. Bennett e Sofia Talas. Brill, pp. 79–97.
- Contardi, Simone (2000). «Concezioni museali e collezionismo scientifico nella Toscana settecentesca: l'Imperiale e regio museo di fisica e storia naturale di Firenze». In: *Giuseppe Toaldo e il suo tempo nel bicentenario della morte: scienze e lumi tra Veneto e Europa, Atti del Convegno, Padova, 10-13 novembre 1997*. A cura di Atti del Convegno. Cittadella: Bertinello artigrafiche, pp. 447–462. ISBN: 88-86868-11-1.
- Cowley, Abraham (1667). *History of the Royal Society*. A cura di Jackson I. Cope e Harold Whitmore Jones. 1958^a ed. Dedicatory Ode. St Louis: Washington University Press, n–p.
- Daston, Lorraine (1997). «The Cold Light of Facts and the Facts of Cold Light: Luminescence and the Transformation of the Scientific Fact, 1600-1750». In: *EMF: Studies in Early Modern France* 3, pp. 17–45.
- Dear, Peter (2020). *Marin Mersenne and the Study of Harmony*. Amsterdam University Press.
- Doran, John (1876). *'Mann' and Manners at the Court of Florence, 1740-1786: Founded on the Letters of Horace Mann to Horace Walpole*. Court, salon, and green room v. 2. R. Bentley e son. URL: <https://books.google.it/books?id=MB0NAAAAYAAJ>.
- Dragoni, Giorgio (1995). «Vicende dimenticate del mecenatismo bolognese dell'ultimo '700: l'acquisto di strumentazioni scientifiche di Lord Cowper». In: *Il Carobbio* XI, pp. 68–85.
- Ducheyne, Steffen (2014). «Newton on Action at a Distance». In: *Journal of the History of Philosophy* 52.4, pp. 675–701. DOI: 10.1353/hph.2014.0081. URL: <https://dx.doi.org/10.1353/hph.2014.0081>.
- Duris, Pascal (2009). «Linné et la réforme de la nomenclature anatomique sous la Révolution». In: *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 59.162, pp. 191–206. DOI: 10.1484/J.ARIHS.5.101830. eprint: <https://doi.org/10.1484/J.ARIHS.5.101830>. URL: <https://doi.org/10.1484/J.ARIHS.5.101830>.
- Eddy, M.D. (2010). «Tools for Reordering: Commonplacing and the Space of Words in Linnaeus's *Philosophia Botanica*». In: *Intellectual History*

- Review* 20.2, pp. 227–252. DOI: 10.1080/17496971003783773. eprint: <https://doi.org/10.1080/17496971003783773>. URL: <https://doi.org/10.1080/17496971003783773>.
- Ellis, Charles S. e Paola Gibbin (2022). *Lord Cowper - Un conte inglese a Firenze nell'età dei Lumi*. Italiano. Firenze: Polistampa, p. 408.
- Ferrini, Giuseppe (1780). *Ricevuta per statua in cera esprimente una Venere*. Documento d'archivio (Fondo Cowper). Segnatura: HALS, DE/P/AF238/68, ricevuta n. 156. Datata 10 ottobre 1780.
- Ferrucci, M. (n. d.). «Frammenti del volume IV della Storia dell'Università di Pisa di Monsignor Angiolo Fabroni». In: *Annali delle Università Toscane* XXX (). citato in vol. IV della Storia dell'Università di Pisa, p. 86.
- Fiorelli Malesci, Francesca e Giulia Coco, cur. (2017). *Firenze in salotto. Intrecci culturali dai riti aristocratici del Settecento ai luoghi della socialità moderna*. Edizioni dell'Assemblea. Ricerche. Atti del convegno di studi, Firenze, Museo di Casa Martelli 22 ottobre 2015. Firenze: Consiglio regionale della Toscana.
- Fontana Felice e Slop, Giuseppe Antonio (1764–1804). *Lettere di Felice Fontana a Giuseppe Antonio Slop*. Manoscritto, Biblioteca universitaria di Pisa, MS 166.7.
- Galand, Alexandre (2019). *Mostri & meraviglie. Gabinetti delle curiosità nel tempo. Ediz. a colori*. Franco Cosimo Panini. ISBN: 9788857015330.
- Gazzetta Toscana* (1768). Consultato per diversi numeri tra il 1768 e il 1785.
- Georg Laue (2024). *Introduction to Kunstkammer*. URL: <https://www.kunstkammer.com/images/kunstkammer/Introduction-Kunstkammer-EN.pdf>.
- Gibson, Elizabeth (1987). «Earl Cowper in Florence and His Correspondence with the Italian Opera in London». In: *Music & Letters* 68.3, pp. 235–252. URL: <https://www.jstor.org/stable/736935>.
- Giuntini Francesco, e Figlio (1783). *Ricevuta per Laboratorio chimico portatile*. Documento d'archivio (Fondo Cowper). Segnatura: HALS, DE/P/AF238, ricevuta n. 294 (fascicolo di spese Stracchini). Datata 25 novembre 1783.
- Gooding, David, Trevor Pinch e Simon Schaffer (1989). *The Use of Experiment - Studies in the Natural Sciences*. Cambridge University Press.
- Grew, Nehemiah (1681). *Musaeum Regalis Societatis, or, A catalogue and description of the natural and artificial rarities belonging to the Royal Society and preserved at Gresham Colledge*. Royal Society, London.
- Guadagni, Carlo Alfonso (1745). *Indice di esperienze naturali che saranno mostrate da Carlo Alfonso Guadagni dottore di filosofia e di medicina nel corrente anno MDCCLXXXV in Firenze nel palazzo dell'Illustriss. e Clariss. Sig. Senat. Cavaliere Filippo Guadagni per istruzione de' signori suoi*

- figli e per uso ancora di alcuni associati*. Documento storico manoscritto o stampato. Firenze.
- Guadagni, Carlo Alfonso (1761). *Lettera a Strange, Firenze 3 agosto 1761*. Manoscritto (Lettera d'archivio). Segnatura: Add. Ms 23729, c. 26. Riguardante i libri di Ferguson.
- (1767). *Lettera del dott. Carlo Alfonso Guadagni professore di Fisica Esperimentale nell'Università di Pisa, Medico del R. Spedale di S. Maria Nuova, Socio dell'Accademia Botanica di Firenze, e della R. Società di Londra & C, All'Illustriss. Sig. Cavaliere Pietro Gaetano Grifoni Patrizio fiorentino, Commendatore della Pisana Abbazia di S. Paolo a Ripa d'Arno, socio dell'Accademia delle Buone Arti, e della Soc. Botanica di Firenze & C SOPRA UNA NUOVA STRUTTURA D'UN BAROMETRO PORTATILE*. Pisa: Carotti.
- (1770). *PROSPETTO D'UN CORSO FAMILIARE DI FISICA ESPERIMENTALE DA DIMOSTRARSI IN OTTO LEZIONI: Adattato all'intendimento di qualunque Persona, che voglia acquistare una competente notizia di questa scienza*. Pisa: Carotti.
- (1779). *Specimen experimentorum naturalium quae singulis annis in illustri Pisano lyceo exhibere solet Carolus Alphonsus Guadagnius*. Editio altera auctior. 198, [2] p., IX c. di tav. ripieg. : ill. calcogr. ; 4. Segn.: [A]4 B-2B4. Pisis: ex typogr. Jo. Dom. Carotti impress. archiep.
- Henry, John (1999). «Isaac Newton and the Problem of Action at a Distance». In: *Revista de Filozofie KRISIS* 08-09, pp. 30–46.
- Hoare, Richard Colt ([1788–1789]). *Inediti appunti di opere d'arte in Italia*. Manoscritto (Add. 4155, part II). Fonte consultata per la testimonianza sul Gabinetto Cowper. Cambridge.
- Hobbes, Thomas (2001). *Leviathan*. Original work published 1651. Cambridge University Press.
- Hooijmaijers, Hans e Ad Maas (2013). «Entrepreneurs in Experiments: The Leiden Cabinet of Physics and the Motives of Its Founders (1675–1742)». In: *Cabinets of Experimental Philosophy in Eighteenth-Century Europe*. A cura di Jim A. Bennett e Sofia Talas. Leiden: Brill, pp. 27–47.
- Hooke, Robert (1706). «A General Scheme, or Idea of the Present State of Natural Philosophy». In.
- Hume, David (1955). «On Miracles». In: *An Enquiry Concerning Human Understanding*. A cura di Charles W. Hendel. Prima edizione: 1748. Indianapolis: Library of Liberal Arts, pp. 114–133.
- Illustri Italiani e Stranieri (1885). *Lettere inedite alla celebre Laura Bassi scritte da illustri italiani e stranieri*. Bologna, pp. 211–212.
- Israel, Jonathan I. (2001). *Radical Enlightenment: Philosophy and the Making of Modernity 1650–1750*. Oxford: Oxford University Press, pp. 555–568.

- Jaucourt, Chevalier de (1754). «Curiosité». In: *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. A cura di Denis Diderot e Jean le Rond d'Alembert. Vol. 4. Paris: Briasson, David, Le Breton, Durand, p. 578.
- Libson, Lowell e Jonny Yarker (2022). *Hamilton, Hugh Douglas. George 3rd Earl Cowper*. Saggio pubblicato online, consultabile in occasione della London Art Week. URL: <https://londonartweek.co.uk/wp-content/uploads/2022/06/20/Lowell-Libson-Jonny-Yarker-Ltd.-Hamilton-Hugh-Douglas-George-3rd-Earl-Cowper.pdf>.
- Mersenne, Marin (1985). *Questions inouïes*. Edizione originale pubblicata nel 1634. Fayard.
- Molhuysen, Philip Christiaan (1918). *Bronnen tot de geschiedenis der Leidsche Universiteit. 1574-[1811]*. Vol. 3. The Hague: M. Nijhoff, p. 298. URL: https://books.google.com/books/about/Bronnen_tot_de_geschiedenis_der_Leidsche.html?id=Y_BKAAAAYAAJ.
- Moloney, Brian (1961). «THE THIRD EARL COWPER: AN ENGLISH PATRON OF SCIENCE IN EIGHTEENTH CENTURY FLORENCE AND HIS CORRESPONDENCE WITH ALESSANDRO VOLTA». In: *Italian Studies* 16.1, pp. 1–34. DOI: 10.1179/its.1961.16.1.1.
- Münter, Friedrich (1937). *Aus den Tagebüchern Friedrich Münters. Wander- und Lehrjahre eines Dänischen Gelehrten*. A cura di O. Andreasen. 3 voll. A cura di O. Andreasen. Traduzioni di Ferdinando Abbri. Kopenhagen-Leipzig: Haase-Harassowitz.
- Myers, Greg (2022). *Writing Biology: Texts in the Social Construction of Scientific Knowledge*. Originariamente pubblicato nel 1990 da University of Wisconsin Press. The WAC Clearinghouse. URL: <https://wacclearinghouse.org/books/landmarks/myers/>.
- Newton, Isaac (1687). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Opera originale in latino. London: Royal Society.
- Nollet, Jean Antoine (1738). *Programme, ou, Idée générale d'un cours de physique expérimentale, avec un catalogue raisonné des instrumens qui servent aux expériences*. Chez P.G. Le Mercier. URL: <https://books.google.it/books?id=CO84AAAAMAAJ>.
- Nyden, Tammy (2013). «De Volder's Cartesian Physics and Experimental Pedagogy». In: *Cartesian Empiricisms*. A cura di Mihnea Dobre Tammy Nyden. Springer.
- Occhialini, Augusto (1914). *Notizie sull'Istituto di fisica sperimentale dello Studio Pisano: raccolte nel settantesimo anno dalla fondazione ; venticinquesimo di insegnamento del direttore Angelo Battelli*. Pisa: F. Mariotti.

- Otterspeer, Willem (2005). *De vesting van de macht: De Leidse universiteit, 1673–1775. Groepsportret met dame II*. Amsterdam: Amsterdam University Press, p. 55.
- Pater, Cees De, cur. (1998). *Willem Jacob 's Gravesande: welzijn, wetenschap en wijsbegeerte*. Baarn: Ten Have.
- Ramming, Johann (2010). «Humanists and the vernacular: Creating the Terminology for a Bilingual Universe». In: *Latin and the Vernaculars in Early Modern Europe*. A cura di Trine Arlund Hass e Johann Ramming. Vol. 6. Renaissanceforum. Aarhus, pp. 1–22.
- Rosenberg Orsini, Franz (1769). *Lettera a Lord Cowper, Pisa 6 febbraio 1769*. Manoscritto (Lettera d'archivio). Segnatura: DE/P/F310/104. Riguardante la nomina di Alessandro Bicchierai.
- Sacré, Dirk e Jan Papy (2012). «Neo-Latin». In: *The Year's Work in Modern Language Studies* 72, pp. 1–10. ISSN: 0071-9318. DOI: 10.5699/yearworkmodlang.72.2010.0001. URL: <https://www.jstor.org/stable/10.5699/yearworkmodlang.72.2010.0001>.
- Sant'Agostino (1994). *Confessioni*. Originale 396-398. Rizzoli Editore.
- Shapin, Steven e Simon Schaffer (1985). *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Include una traduzione di Thomas Hobbes, *Dialogus Physicus de Natura Aeris*, a cura di Simon Schaffer. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Sheail, Paul (2020). *The third Earl Cowper and his Florentine household, 1760-90*. 2 voll. Hertford: Hertfordshire Record Society.
- Stracchini Giuseppe, e altri (n. d.). *Epistolario fra Giuseppe Stracchini e i costruttori nominati*. Documento d'archivio (Epistolario). Segnatura: DE/P/F319.
- Swales, John M. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Torlais, Jean (1954). *Un physicien au siècle des Lumières: l'abbé Nollet, 1700–1770*. Préface de Léon Binet. Paris: SIPUCO.
- Turner, Gerard L'E. (1996). *The Practice of Science in the Nineteenth Century: Teaching and Research Apparatus in the Teyler Museum*. Haarlem: Teyler Museum.
- Uccelli, G. G. (1798). *Elogio di Alessandro Bicchierai. Letto nella Regia Accademia Fiorentina nella Pubblica Adunanza del 27 aprile 1797*. Firenze: Pagani.
- Vadalà, Maria Enrica (2017). *Girolamo dei Bardi (1777-1829): collezionismo librario e educazione popolare a Firenze agli inizi del 19. secolo*. Vernio: Accademia Bardi, XVIII, 399 p.
- Valle, Ellen (1997). «A scientific community and its texts: a historical discourse study». In: *The Construction of Professional Discourse*. A cura di Britt-

- Louise Gunnarsson, Per Linell e Bengt Nordberg. 1st. London: Routledge, pp. 89–112.
- Varvoglis, Harry (2014). *History and Evolution of Concepts in Physics*. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-04292-3.
- Vidali, Paolo (2019). «La disputa tra Hobbes e Boyle sulla natura dell'aria e sul vuoto». In: *Odeo olimpico XXXI*, pp. 535–554.
- Volta, Alessandro (1949). *Epistolario*. Pubblicazione in più volumi, dal 1949 al 1974. Lettera n. 394. Le relazioni al Conte si trovano nelle Lettere n. 404 e 406.
- Walpole, Horace (1954). *Horace Walpole's correspondence with Sir Horace Mann / edited by W.S. Lewis, Warren Hunting Smith, and George L. Lam.* eng. Walpole, Horace, 1717-1797. Correspondence (Yale edition of Horace Walpole's correspondence) ; v. 17-27. New Haven : London: Yale University Press ; Oxford University Press.
- Wiesenfeldt, Gerhard (2000). «The Virtues of New Philosophies Or: How the Leiden Philosophical Faculty Survived the Crises of 1676». In: *19th International Congress of Historical Sciences*. Oslo, Sweden. URL: <http://www.oslo2000.uio.no/AIO/AIO16/group%203/Wiesenfeldt.pdf>.
- (2002). *Leerer Raum in Minervas Haus: Experimentelle Naturlehre an der Universität Leiden, 1675–1715*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.