

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

*"Arte più che Humana, impareggiabile, e quasi
dissi Divina"*

**Studio della Dioptrica Pratica di Carlo Antonio
Manzini e della collezione di lenti del
Museo di Palazzo Poggi e del Museo della
Specola dell'Università di Bologna**

**Relatore:
Prof. Eugenio Bertozzi**

**Presentata da:
Bianca Burani**

Abstract

"Arte più che Humana, impareggiabile, e quasi dissi Divina"

L'elaborato intende offrire una ricostruzione della pratica di costruzione e lavorazione di lenti e occhiali nel Seicento, evidenziando il contributo proveniente dal contesto della città di Bologna. Per tale lavoro di ricostruzione ci si è basati su una fonte testuale e una collezione di oggetti e strumenti. La prima è costituita dall'opera *L'Occhiale all'Occhio* del conte bolognese Carlo Antonio Manzini, pubblicata nel 1660 e definita dall'autore stesso una piccola enciclopedia *"dell'arte, più che Humana, impareggiabile"*, ovvero del sapere artigianale per la costruzione delle lenti. L'opera è stata analizzata attraverso un metodo di indagine e dei criteri specifici individuati dall'autrice del presente lavoro e che verranno esplicitati nel corso della tesi. Il lavoro ha avuto anche una controparte museologica, costituita dalla collezione di lenti conservate al Museo di Palazzo Poggi e al Museo della Specola dell'Università di Bologna. Come si mostrerà, il lavoro sul testo di Manzini ha permesso di comprendere bene le caratteristiche di tale piccola ma prestigiosa collezione, sia sul piano strettamente tecnico sia su quello della contestualizzazione storica.

Il lavoro sull'opera di Manzini ha permesso inoltre di restituire tale personaggio alla sua dimensione di intellettuale seicentesco e di trarre conclusioni circa l'importanza di personaggi definiti secondari nella storia della scienza, spesso messi in disparte e trascurati nei loro contributi.

Ringraziamenti

Penso che molte delle persone che hanno avuto a che fare con me possano confermare il fatto che io tenda a essere prolissa.

Tuttavia, in questo caso sarò abbastanza breve: il percorso che ho scelto di intraprendere iscrivendomi prima a Fisica e poi al curriculum in Didattica e Storia della Fisica lo rifarei mille volte perché mi ha dato tanto, e in esso mi sono sempre sentita motivata.

Tra le molte persone che potrei menzionare, i miei genitori, i miei nonni e Marinella hanno sempre supportato la mia curiosità e la voglia di conoscere, così come le "poche e selezionate" persone che posso definire Amici (davvero, con la "A" maiuscola): Linda, Simone, Luca, Lucrezia, Ilaria.

Alcuni sono fisici, altri no, eppure tutti sono stati miei compagni di viaggio che ringrazio infinitamente.

Vorrei ringraziare il mio relatore, il prof. Eugenio Bertozzi, per avermi dato la possibilità di svolgere un lavoro di ricerca in storia della fisica attraverso questa tesi, soddisfacendo il mio amore per la storia e per la scienza in un solo colpo.

Per chiudere in bellezza, l'ultima persona che vorrei menzionare è mio fratello Filippo, il quale, pur non essendo un amante della materia trattata, si potrebbe definire come il primo vero lettore della mia tesi, avendomi aiutato leggendo i capitoli appena conclusi con l'obiettivo di renderli scorrevoli e comprensibili prima della correzione.

Grazie, davvero.

Indice

Introduzione	4
1 L'intellettuale del Seicento	5
1.1 Le origini del Seicento	5
1.2 Società, cultura e scienza nel Seicento	7
1.2.1 Accademie e scambi epistolari	9
1.3 L'esempio di Carlo Antonio Manzini	11
1.3.1 Biografia	11
1.3.2 Opere e importanza	13
2 L'Occhiale all'Occhio	16
2.1 Metodologia di analisi	18
2.2 Analisi de <i>L'Occhiale all'Occhio</i>	20
2.2.1 Introduzione	20
2.2.2 Luce e Occhio	22
2.2.3 Occhiali semplici	26
2.2.4 Occhiali composti	27
2.2.5 Descrizione del vetro	33
2.2.6 Lavorazione	35
2.2.7 Pulizia	46
2.2.8 Aggiunte e consigli	49
3 La collezione di lenti dell'Università di Bologna	52
3.1 Storia della collezione di ottica e di lenti dell'Università di Bologna . .	52
3.2 La Sala della Diottrica nel Museo di Palazzo Poggi	56
3.3 Collezione di lenti dell'Università di Bologna	60
3.3.1 Museo di Palazzo Poggi	60
3.3.2 Museo della Specola	68
4 Conclusioni	72

Introduzione

L'elaborato vuole restituire una visione globale delle tecniche di lavorazione proprie dell'ottica seicentesca, con particolare riferimento alla città di Bologna. La fonte testuale principale per questo lavoro è stata l'opera *L'Occhiale all'Occhio* del conte bolognese Carlo Antonio Manzini, pubblicata nel 1660 e definita dall'autore stesso una piccola enciclopedia del sapere artigianale per la costruzione delle lenti. Il lavoro ha avuto anche un riferimento materiale, ovvero la collezione di lenti conservate al Museo di Palazzo Poggi e al Museo della Specola dell'Università di Bologna. Come si mostrerà, il lavoro sul testo di Manzini ha permesso di comprendere bene le caratteristiche di tale piccola ma prestigiosa collezione, sia sul piano strettamente tecnico sia su quello della contestualizzazione storica.

I motivi che stanno alla base del lavoro sono molteplici: prima di tutto, il personaggio e la sua opera. Carlo Antonio Manzini viene descritto in vari articoli e volumi, ma non si ha una letteratura unitaria sulla sua figura, sia in termini di analisi del personaggio in quanto esempio di intellettuale seicentesco, sia in termini della sua opera scientifica che si rivela molto significativa. Inoltre, riguardo alle collezioni di lenti conservate presso i musei bolognesi si ha un numero limitato di studi per lo più riferibili alle ricerche del Prof. Fabrizio Bonoli e dello storico della scienza Silvio Bedini.

L'elaborato è, sulla base di ciò, strutturato in maniera seguente: inizialmente si introduce, nel primo capitolo, la figura di Carlo Antonio Manzini come esempio di intellettuale seicentesco; nel secondo capitolo il principale testo di Manzini, *L'Occhiale all'Occhio*, viene analizzato secondo dei criteri metodologici che la ricercatrice si è data per comprendere e studiare il testo, che vengono esplicitati; il terzo capitolo è dedicato alle collezioni museali sull'ottica custodite presso il Museo di Palazzo Poggi e del Museo della Specola; il quarto e ultimo capitolo è costituito dalle conclusioni, dove si cerca di sottolineare gli aspetti principali dell'elaborato sulla base di quanto descritto nei capitoli precedenti.

Capitolo 1

L'intellettuale del Seicento

Per poter introdurre la figura dell'intellettuale seicentesco, è necessario prima di tutto considerare il periodo storico in cui essa si sviluppa e ciò che ha definito le sue caratteristiche, cercando di comprendere i motivi per cui tale figura sia così importante.

1.1 Le origini del Seicento

Il XVII secolo è un periodo caratterizzato da molti cambiamenti che hanno interessato vari ambiti della vita del tempo, come quello socioeconomico, politico, culturale e scientifico.

Questa trasformazione a tutto tondo della società europea è stata una conseguenza degli avvenimenti dei secoli, i quali, sebbene segnati da profonde inquietudini, permisero la creazione di un'idea di Europa al di fuori dei soli confini geografici. L'idea di Europa si sviluppò ulteriormente nei secoli successivi: nel Settecento grazie all'Illuminismo e, soprattutto, nell'Ottocento grazie al Romanticismo, quando si giunse a ritenere che l'Europa fosse *"un corpo che aveva usi, costumi, particolarità di vita tutti propri; un corpo, infine, che la scienza conduceva innanzi sulla via del progresso"*¹.

L'idea di scienza come motore del progresso ha certamente le proprie origini nella Rivoluzione Scientifica, la quale, cominciata a metà del '500 con il lavoro di Copernico e conclusasi nella seconda metà del Seicento con il lavoro di Newton, cambiò profondamente il modo di approcciarsi allo studio della Natura: il nuovo modo di vedere e studiare il mondo si innestava in un contesto nel quale certezze dogmatiche di tradizione secolare venivano fortemente scosse dalla Riforma Protestante.

L'atto iniziale della Riforma Protestante, che interessò l'Europa intera tra il XVI e il XVII secolo, viene comunemente individuato nell'affissione delle 95 tesi di Martin Lutero alle porte della Chiesa di Wittenberg, nel 1517. Tale evento fu in realtà solamente l'apice di una serie di tentativi di separazione dalla Chiesa Cattolica Romana avvenuti nel corso della sua storia (come lo Scisma d'Oriente del 1054, con la nascita della Chiesa Ortodossa); tuttavia, esso fu probabilmente quello che ebbe più influenza sul futuro degli stati europei e della loro cultura.

Una delle principali conseguenze della Riforma Protestante fu la rottura dell'unità religiosa europea e la diffusione di nuove idee e nuovi ordini religiosi, i quali promossero una maggior coesione tra fedele e Scrittura, allontanandosi dalla visione elitaria

¹Si veda *Le radici dell'idea di Europa tra '700 e '800* estratto da CHABOD F., *Storia dell'idea di Europa*, Laterza, 1964, pp. 161-164, pubblicato alla voce *Europa* in *I percorsi della Storia: Enciclopedia*, Istituto Geografico De Agostini per *Il Corriere della Sera*, 1993, p. 426

che caratterizzava la controparte cattolica.

Indirettamente, si ebbero così delle enormi ripercussioni sociali e politiche: il bisogno di essere più vicini a Dio portò alla necessità di tradurre in volgare la Bibbia, fino ad allora disponibile solamente in latino, e quindi alla diffusione delle lingue nazionali.

Dal punto di vista politico questa fu la possibilità per molti stati nazionali di liberarsi dall'influenza eccessiva della Chiesa Cattolica, abbracciando e sostenendo la Riforma Protestante.

L'intreccio tra politica e religione vedeva in Carlo V d'Asburgo uno degli attori principali. Insignito del titolo di "Imperatore del Sacro Romano Impero Germanico", egli regnava su un impero immenso *"sul quale non tramontava mai il Sole"*², e che comprendeva i territori austriaci e spagnoli degli Asburgo, oltre alle Colonie Americane.

Il progetto politico dell'imperatore, supportato dalla Chiesa Cattolica, consisteva nell'espandere ulteriormente il proprio potere in Europa, creando un dominio centralizzato e diminuendo l'influenza dei regni rivali.

La Riforma Protestante fu l'occasione per diversi principi del Sacro Romano Impero per contrastare tali mire espansionistiche e allo stesso tempo aspirare all'autonomia dalla Chiesa: nel corso dei decenni seguenti, in Europa scoppiarono una serie di sanguinose guerre di religione, conclusesi con la pace di Augusta nel 1555 e con il principio *"cuius regio, eius religio"*³, con il quale si garantiva la libertà di culto ai protestanti e il dovere dei sudditi di seguire la religione professata dal proprio sovrano⁴.

La libertà di culto, l'apertura a quella parte di popolazione meno istruita con la traduzione della Bibbia e le guerre religiose avevano fortemente indebolito la Chiesa Cattolica, la quale decise di contrattaccare dando inizio a quella che divenne nota come Controriforma o Riforma Cattolica.

Essa trova la sua delineaazione nel Concilio di Trento (1545-1563), le cui conseguenze si videro principalmente nel Seicento ed erano ispirate a una *"difesa di una egemonia non soltanto spirituale quanto culturale e politica"*⁵: nel tentativo di difendersi e mantenere la sua influenza, la Chiesa Cattolica diede inizio a una campagna di controllo serrato su tutto ciò che poteva anche solo apparire come lontano dagli ideali cattolici, e per fare questo si introdusse l'*Inquisizione* e la *Congregazione dell'Indice*. La Congregazione aggiornava continuamente l'*Indice dei Libri Proibiti*, con il quale si proibivano le pubblicazioni considerate immorali o, addirittura, eretiche, dalla Chiesa Cattolica; oltre a questo vi furono delle intense e profonde attività di rinnovamento nella struttura ecclesiastica e dei ruoli del clero.

A causa della scissione religiosa verificatasi a metà del Cinquecento con la Germania (e con l'Inghilterra, a seguito dell'istituzione della Chiesa Anglicana, ratificata per volere di Enrico VIII nel 1534), le prese di posizione della Controriforma furono particolarmente influenti in Spagna, Portogallo e Italia, al tempo *"ormai un dominio spagnolo"*⁶. In Italia, in effetti, il potere della Chiesa Cattolica rimase pressoché inva-

²La citazione è attribuita allo stesso Carlo V d'Asburgo.

³Letteralmente traducibile in *"Di chi il regno, di lui la religione"*

⁴Si veda la voce *Carlo V* in *I percorsi della Storia: Enciclopedia*, Istituto Geografico De Agostini per *Il Corriere della Sera*, p. 227

⁵Si veda MANNARINO L., *La condizione dell'intellettuale nel Seicento*, Loescher Editore, 1980, p. 9

⁶Si veda MONTANELLI I. e GERVASO R., *L'Italia della Controriforma (1492-1600)* in *Storia d'Italia*, Rizzoli Editore, 1968, p. 301

riato mentre le innovazioni della Riforma Protestante interessavano solamente alcuni ambienti ristretti.

La situazione italiana risulta essere particolarmente interessante, perché *"la mancanza di uno Stato laico impediva l'attecchimento dei moti di Riforma, e la mancanza di moti di Riforma impedì la nascita di uno Stato laico"*⁷: a differenza della Spagna e del Portogallo, stati nazionali da diverso tempo, l'Italia era divisa in innumerevoli Signorie e Ducati, fatto che impediva un vero allontanamento dalla Chiesa Cattolica e una ricerca di autonomia. Infatti, per quanto potessero essere in disaccordo politicamente, tali signorie sarebbero state troppo deboli per contrastare il potere dello Stato Pontificio.

I dubbi nella fede cattolica vi furono sicuramente nei territori italiani, ma non arrivarono a intaccare la politica e la religione, assestandosi, nel tentativo di promuovere la valorizzazione della coscienza degli esseri umani, nella cultura e, in seguito, nella scienza, lasciando un enorme impatto nel Seicento:

*E pure, in mezzo a tale disastro politico, l'Italia dette il maggior scienziato dell'epoca, Galileo Galilei, l'audace e profetica filosofia di Giordano Bruno, il maggior scultore, Bernini [...]. Nella cultura, l'Italia era ancora somma*⁸.

Considerando la generale situazione europea, quello che accadde nel XVI secolo influenzò fortemente la cultura e la società seicentesca: il rafforzarsi degli stati nazionali, la perdita di potere della Chiesa Cattolica e il conseguente tentativo di restaurarlo con la Controriforma, la maggior vicinanza al credente su cui si basava la religione protestante (con la già citata necessità di tradurre in volgare la Bibbia) portarono, come affermato precedentemente, a una iniziale consapevolezza del fatto che l'Europa non fosse solo una regione geografica, ma avesse una propria identità culturale, idea che venne sviluppata successivamente.

Il Seicento fu un secolo in cui vi fu un'apertura non solo dal punto di vista politico ed economico, ma soprattutto dal punto di vista culturale e scientifico, perché si iniziò a valorizzare il singolo individuo, il suo pensiero e la sua coscienza, principi le cui fondamenta si ritrovano negli avvenimenti del secolo precedente.

1.2 Società, cultura e scienza nel Seicento

Dal punto di vista socioeconomico, nel Seicento le classi sociali cessarono di essere percepite come statiche e iniziarono un'evoluzione. Ciò interessò soprattutto la borghesia, la quale, approfittando di una diminuzione del potere dell'aristocrazia, cominciò a inserirsi in maniera quasi prepotente all'interno della comunità, sfruttando inoltre il potere economico e commerciale di cui aveva iniziato a godere⁹.

La borghesia, una classe sociale relativamente "nuova", con il nuovo potere e la nuova influenza acquisita, contribuì a cambiare non solo la visione della società seicentesca, ma anche della cultura:

La borghesia che si è venuta formando, protestante o cattolica, tende a superare alcuni limiti

⁷Si veda nota 6, p. 414-415

⁸Si veda DURANT W. e DURANT A., *L'avvento della ragione in Storia della civiltà*, Mondadori, 1961, pp. 301-302

⁹Si veda nota 5 p. 10

*legati al proprio stato sociale; [...] esige per i propri figli la migliore educazione ed i collegi più rinomati; in seguito si sforzerà di ottenere per essi cariche ed alti uffici pubblici. Sarà proprio fra questa nuova classe [...] che verrà a costituirsi l'élite intellettuale fra Cinquecento e Seicento. La carica pubblica [...] e la sicurezza economica consentono di coltivare interessi fra i più vari [...]*¹⁰.

Le aree che però risentirono maggiormente dei cambiamenti che caratterizzarono questo periodo furono la cultura, specialmente con l'affermarsi del Barocco, e la scienza: fu infatti nel Seicento che la Rivoluzione Scientifica raggiunse il suo apice.

I fenomeni naturali, fino al Cinquecento, venivano letti in diversi modi, che comprendevano interpretazioni che oggi non si stenterebbe a definire superstiziose. La *curiositas* che tanta parte avrebbe avuto nel risveglio dell'interesse per le scienze naturali e per il successivo instaurarsi della rivoluzione scientifica veniva considerata un audace ardimento piuttosto che *valore*.

Il nuovo modo di vedere le cose traeva forza da una fiducia rinnovata nella coscienza e nella ragione dell'uomo e nella definizione di quello che è comunemente noto come "metodo scientifico": dalle osservazioni si formulano ipotesi, le quali, formalizzate tramite formule matematiche, dovranno poi essere verificate sperimentalmente, estendendo i confini dell'ambito specifico dal quale si era partiti e identificando, sperabilmente, la *legge di Natura*.

Non vi era però una fede cieca nella ragione intesa in senso astratto, in quanto le ipotesi sviluppate dalla mente umana sulla base delle osservazioni avevano bisogno di una conferma sperimentale: *"la scienza avrebbe aspirato ad accettare soltanto quanto poteva essere misurato quantitativamente, espresso matematicamente, e provato sperimentalmente"*¹¹.

Al fine di eseguire esperimenti, nascono dunque modi nuovi di vedere gli strumenti e di utilizzarli, e molto spesso, strumenti con un utilizzo comune cambiarono fisionomia e diventarono il mezzo con cui osservare il mondo, come nel caso del cannocchiale: la storia di questo strumento è molto ricca e la sua invenzione viene solitamente fatta risalire all'Olanda (con qualche possibile influenza italiana) all'inizio del XVII secolo. Tuttavia, le immagini che i primi prototipi restituivano risultavano imperfette, il che li rendeva difficilmente utilizzabili sia per le operazioni militari sia per le osservazioni astronomiche, difetto poi superato da Galileo¹².

A questo si deve aggiungere il valore che la matematica assunse per gli scienziati di questo periodo, grazie alla sua doppia funzione di strumento per ipotizzare e formalizzare le ipotesi e metodo per generalizzare ciò che era stato verificato sperimentalmente, grazie alle formule, tanto che si potrebbe affermare che *"le matematiche erano ora l'obiettivo e insieme lo strumento indispensabile di tutte le scienze"*¹³.

Famosissima è poi la metafora di Galileo nel definire la matematica la lingua con cui è descrivibile la Natura. Per Galileo la scienza:

È scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua e conoscer

¹⁰Si veda nota precedente

¹¹Si veda nota 8 p. 793

¹²Si veda TABARRONI G., *La lente spezzata del Campani conservata nell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Patron Editore, Anno XVII, 1967, p. 433

¹³Si veda nota 8 p. 792

*i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica.*¹⁴.

Questo periodo così rivoluzionario presenta molti altri protagonisti, tra i quali si debbono almeno citare, oltre a Galileo Galilei, Niccolò Copernico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Isaac Newton.

Il contributo di tutti, anche di quei personaggi che si potrebbero definire come secondari, è innegabile:

*Un anno dopo l'altro, sgobboni pazienti portarono una pietra alla crescente piramide del sapere, e in cento città uomini curiosi misero alla prova le ipotesi con le esperienze. Lentamente l'ambito del sovrannaturale si restrinse, la sfera del naturale e del secolare crebbe. È una storia monotona, impersonale, frammentaria, ed è il più grande dramma dei tempi moderni.*¹⁵

Tutto questo ha, in particolare, contribuito a formare e strutturare una nuova figura di intellettuale, che si pone in relazione con la religione, con la società, con le istituzioni e con il sapere in maniera diversa rispetto a quanto accadeva precedentemente.

1.2.1 Accademie e scambi epistolari

Questo secolo e i suoi cambiamenti vennero visti dagli studiosi del tempo come pieni di possibilità: ci fu fiducia nella ragione, nell'esperienza, nel progresso della scienza tra astronomia e tecnologia, e questo comportò una critica nei confronti delle istituzioni e delle loro tendenze conservatrici, oltre a proposte di rinnovamento del sistema educativo¹⁶.

In Italia, le critiche vennero rivolte principalmente alle università, non più ritenute luogo di scambio culturale e di circolazione delle idee¹⁷ poiché portatrici di un modo di apprendere e di tramandare il sapere fortemente ancorato alla religione cristiana e a delle idee che al tempo erano risultate obsolete, come la fisica aristotelica.

L'intellettuale seicentesco aveva un rapporto travagliato con la religione, perché da un lato, generalmente, la fede personale permaneva, in perenne scontro con la propria ragione, dall'altro l'intellettuale era conscio di ciò che la Chiesa, con la sua influenza, specie nelle università, intendeva fare:

*La Chiesa [...] rifiuta quella libertà di discussione e di critica, ch'è l'ossigeno della cultura e soprattutto della scienza. Essa non ha nessun interesse a dare all'uomo gli strumenti per rendersi conto con la sua testa del mondo in cui vive e dei suoi fenomeni perché ci vede una minaccia alla verità rivelata di cui essa detiene l'esclusiva*¹⁸.

Questo allontanamento dalle università portò a un cambiamento nel modo di vedere l'educazione e l'acquisizione di conoscenze, che *"tendono a diventare uno strumento [...] in vista di una condizione diversa, razionalmente consapevole e attiva"*¹⁹: vi era apertura verso il nuovo, verso il progresso, e distacco dalla visione dell'uomo, della natura e

¹⁴Si veda GALILEI G., *Opere*, Ricciardi, 1953, p. 121 in DURANT W. e DURANT A., *L'avvento della ragione in Storia della civiltà*, Mondadori, 1961, p. 792

¹⁵Si veda nota 8 p. 782

¹⁶Si veda nota 5 pp. 10-12

¹⁷Si veda nota 5 p. 13

¹⁸Si veda MONTANELLI I. e GERVASO R., *L'Italia del Seicento (1600-1700)* in *Storia d'Italia*, Rizzoli Editore, 1969, p. 326-327

¹⁹Si veda nota 5 p. 12

del sapere trasmessa fino ad allora.

Questo bisogno di innovazione fu notevole e dato lo scontro con le istituzioni ufficiali, molti studiosi furono portati a comunicare tramite corrispondenza con altri intellettuali, in modo tale da discutere delle proprie idee e ricerche e ottenere in cambio correzioni, verifiche, e consigli; oltretutto, questo fu un modo per connettere le varie parti dell'Europa tramite la diffusione di nuove opere e teorie, soprattutto scientifiche, al di fuori dei confini di nascita.

A questo si aggiunse la diffusione in tutta Europa, durante il secolo, delle Accademie, fatto che avvenne per diverse ragioni: in primo luogo, la scienza "*è frutto di lavoro collettivo*"²⁰ e le Accademie favorirono gli scambi epistolari, permettendo una discussione faccia a faccia tra intellettuali su vari argomenti, fornendo inoltre i mezzi per la ricerca e per la pubblicazione delle opere degli stessi²¹; in secondo luogo, specialmente in Italia, si può considerare la Controriforma.

Il clero, per volere della Chiesa Cattolica riformata, costituiva la classe privilegiata a cui era garantito l'accesso alla lettura delle Sacre Scritture, con annessa interpretazione: questo portò le scuole a essere accessibili solo a una minoranza, diventando luoghi di formazione di pochi eletti (ecclesiastici e benestanti), mentre il popolo ne veniva escluso.²²

Quella di confrontarsi tra scienziati è una necessità, un bisogno profondo, perché:

*Nell'Italia del Seicento lo scrittore e lo scienziato non avevano altri lettori o ascoltatori che il Principe o il Prelato che lo proteggevano, e i colleghi. Per reazione all'isolamento, cui l'ignoranza del popolo li condannava, erano portati a fare gruppo tra loro*²³.

In tutta Europa sorsero Accademie basandosi sul principio della scienza come condivisione di idee, dove poter discutere e fare esperimenti, come la Royal Society e l'Académie Royale des Sciences, fondate rispettivamente in Inghilterra (1662) e Francia (1666), ma in Italia, come già detto, le cause furono ancora più profonde e legate alle conseguenze della Controriforma: "*solo in Italia esse monopolizzarono la cultura che non aveva altri circuiti in cui diffondersi [...]. Il poco che restava del genio italiano, soprattutto scientifico, si salvò dentro di esse*"²⁴.

Nei territori italiani nacquero dunque diverse Accademie dedicate a vari ambiti, tra le quali si possono citare: l'Accademia dei Lincei (1603), i cui affiliati volevano mantenere lo sguardo attento della lince nell'osservare i fenomeni naturali²⁵; l'Accademia della Crusca, nata alla fine del Cinquecento e tuttora esistente, il cui obiettivo era quello di "*purificare e rigenerare la lingua italiana*"²⁶; l'Accademia del Cimento, fondata a Firenze nel 1657 dal fratello del granduca Ferdinando II, il principe Leopoldo, uomo molto colto con il desiderio di voler diffondere il metodo scientifico e le idee di Galileo²⁷; a queste si possono aggiungere, tra le altre, l'Accademia degli Apatisti, fondata sempre a Firenze nel 1635, e l'Accademia degli Umoristi a Roma, per non contare le

²⁰Si veda nota 18 p. 325

²¹Si veda nota 18 p. 326

²²Si veda nota 18 p. 327-328

²³Si veda nota 18 p. 328

²⁴Si veda nota 18 p. 329

²⁵Si veda nota 18 p. 330

²⁶Si veda nota 18 p. 332

²⁷Si veda nota 18 p. 334

varie Accademie fondate a Bologna nel corso del secolo.

In quest'ultima città, infatti, la vita culturale seicentesca fu abbastanza florida e caratterizzata dalla presenza di diversi personaggi, i quali spesso si incontravano all'interno delle Accademie. Alcuni esempi possono essere l'Accademia dei Gelati, quella della Notte, e l'Accademia dei Vespertini, fondata nel 1624 e dedicata alle scienze matematiche e alla loro divulgazione, tra i cui fondatori figura il conte Carlo Antonio Manzini²⁸.

Quest'ultimo potrebbe sembrare uno dei vari personaggi semi-anonimi che si succedettero nella storia della città di Bologna, ma, come si mostrerà, ha in realtà un grande valore: questo risiede non solo nei suoi innegabili (anche se universalmente poco noti) contributi alla scienza e cultura bolognese del tempo, ma soprattutto nella sua stessa figura, la quale può essere vista come ottima descrizione di intellettuale seicentesco, basandosi su quanto delineato finora.

1.3 L'esempio di Carlo Antonio Manzini

1.3.1 Biografia

Nato in una nobile famiglia della città, insieme ai suoi fratelli Giovanni Battista e Luigi, Manzini ha contribuito a segnare la vita culturale. Nonostante ciò solamente in tempi recenti è stata riscoperta la sua figura e la sua importanza²⁹.

Le informazioni sulla sua vita non sono molte e sono descritte dal nipote Giovanni Fantuzzi nella raccolta *Notizie degli scrittori bolognesi*, dove, oltre a una breve biografia, viene riportata anche una lista delle sue opere.

Interessante è la mancanza, all'interno del testo di Fantuzzi, di un riferimento alla data di nascita di Manzini, fatto che ha portato nel tempo a creare confusione con quella del fratello Giovanni Battista, nato nel 1599: in alcuni scritti di Carlo Antonio Manzini lo stesso autore fa riferimento alla sua età, la quale sembra riportare l'anno di nascita proprio al 1599.

Attualmente si può tuttavia affermare che Carlo Antonio Manzini, sulla base di un documento noto come *Genealogia Manzini*, sia nato nel 1600, superando dunque l'ambiguità con il fratello³⁰.

Per quanto riguarda la formazione giovanile e gli interessi di questo personaggio, Fantuzzi fa riferimento a una sua laurea in filosofia nel 1625 e a una coltivazione delle "belle Lettere Latine, e Toscane, e quella parte di Matematica particolarmente, che riguarda l'Astronomia, e l'Optica"³¹.

La vastità dei suoi interessi culturali lo portò a essere apprezzato da molti altri intellettuali suoi contemporanei e ad aggregarsi a diverse Accademie, come quella fiorentina

²⁸Si veda BETTI G. L., *Tra Università e accademie. Note sulla cultura bolognese del primo Seicento* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Pàtron Editore, Anno XXXVII, 1987, p. 88

²⁹Si veda ROVERSI G., *Carlo Antonio Manzini: alle radici dell'ottica* in *Saecularia nona annual: Università di Bologna 1088-1988*, Volume 12, 1995, p. 112

³⁰Si veda BETTI G. L., *La penna e l'archibugio. Note su Giovan Battista, Carlo Antonio e Luigi Manzini* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Pàtron Editore, Anno XLIV, 1994, pp. 45-46

³¹Si veda FANTUZZI G., *Notizie degli scrittori bolognesi*, Tomo V alla voce *Carlo Antonio Manzini*, p. 206

degli Apatisti o quelle bolognesi dei Vespertini, dei Gelati e della Notte³², dove ottenne anche ruoli di un certo prestigio, come nel caso dell'Accademia degli Apatisti, dove fu molto apprezzato per la sua cultura e dove divenne poi il Luogotenente del Cardinale Delci, eletto Prorettore dell'Accademia, fino alla morte dello stesso. Carlo Antonio Manzini era noto, inoltre, con dei nomi specifici all'interno delle varie Accademie, come *l'Errante* in quella dei Gelati e *l'Animoso* in quella della Notte³³.



Figura 1.1: Rappresentazione dello stemma di Carlo Antonio Manzini, detto *l'Errante* per l'Accademia dei Gelati

Oltre a ciò, prese parte alla vita pubblica della città di Bologna e mantenne rapporti di corrispondenza con vari personaggi del tempo, tra i quali vi sono i costruttori di telescopi Eustachio Divini e Francesco Fontana, al tempo tra i più famosi nel campo, come affermato dallo stesso Manzini³⁴. Manzini stesso si dedicò anch'egli a quest'arte ottenendo ottimi risultati, tanto che i suoi strumenti ottici vennero ritenuti di notevole fattura dall'astronomo Giovanni Battista Riccioli, autore dell'opera *Almagestum Novum*, contenente una mappa della Luna dove vennero nominati i suoi crateri, uno dei quali dedicato proprio a Manzini³⁵.

Quest'ultimo, soprattutto nei suoi ultimi anni, non smise né di svolgere osservazioni astronomiche, le quali avvenivano nella sua Villa di Battedizzo³⁶, né di dedicarsi ai suoi studi, soprattutto di ottica e astronomia, tanto che, alla morte, avvenuta nel 1677, "era ancora intento alle sue ricerche e alla preparazione di lenti per i suoi cannocchiali"³⁷.

³²Si veda nota precedente

³³Si veda nota 29 p. 114

³⁴Si veda MANZINI C. A., *L'Occhiale all'Occhio, Dioptrica pratica, dove si tratta della Luce, della Refrazione de' Raggi dell'Occhio, della Vista, e degli aiuti, che dare si possono a gli Occhi per vedere quasi l'impossibile, dove in oltre si spiegano le Regole pratiche di fabbricare Occhiali a tutte le Viste, e Cannocchiali da osservare i Pianeti, e le Stelle fisse da Terra, e da Mare, & altre da ingrandire migliaia di volte i minimi degli oggetti vicini*, l'Herede del Benacci, 1660, pp. iv, vii

³⁵Si veda nota 33

³⁶Si veda nota 31

³⁷Si veda nota 33

1.3.2 Opere e importanza

I contributi di Carlo Antonio Manzini e l'estensione della sua cultura personale sono ben evidenti dalla lista di opere pubblicate nel corso della sua vita:

- *Astrorum Simulacra: Epigrammata* (1624)
- *Tabulae Primi Mobilis, quibus nova dirigendi Ars, & Circuli positionis inventio, &c.* (1626)
- *Della sicura incertezza nella declinazione dell'Ago Magnetico del Meridiano: del modo di terminar l'Ombre Gnomoniche con altre utili invenzioni* (1650)
- *Stella Gonzaga, sive Geographica ad Terrarum Orbis ambitum, & Meridianorum differentias Tractatus* (1654)
- *L'Occhiale all'Occhio, Dioptrica pratica, dove si tratta della Luce, della Refrazione de' Raggi dell'Occhio, della Vista, e degli aiuti, che dare si possono a gli Occhi per vedere quasi l'impossibile, dove in oltre si spiegano le Regole pratiche di fabbricare Occhiali a tutte le Viste, e Cannocchiali da osservare i Pianeti, e le Stelle fisse da Terra, e da Mare, & altre da ingrandire migliaia di volte i minimi degli oggetti vicini* (1660)
- *Le Comete Discorso, &c* (1665)
- *Il Duello Schernito, ovvero la Offesa, e la Soddifazione, Trattato Morale per aggiustare le differenze tra Cavalieri, & altre persone di Onore, in ordine alla Pace* (1669)³⁸

A questi si può aggiungere *Incentivi alla Vita Solitaria e Beata* (1674), opera di filosofia riportata da Fantuzzi in *Notizie degli scrittori bolognesi*, pubblicata successivamente all'elenco stilato dall'Accademia dei Gelati.

Le opere qui elencate mostrano quanto spaziassero gli interessi di Manzini: *Astrorum Simulacra* contiene dei componimenti astronomici in latino; in *Tabulae Primi Mobilis* Manzini inserisce delle tavole per facilitare il calcolo degli oroscopi³⁹; si interessa di gnomonica (*Della sicura incertezza nella declinazione dell'Ago Magnetico del Meridiano*) e di geografia (in *Stella Gonzaga*, dove cerca di determinare le dimensioni della Terra); discute di astronomia ne *Le Comete* e si occupa di morale e filosofia, rispettivamente, in *Il Duello Schernito* e *Incentivi alla Vita Solitaria e Beata*.

L'opera però più nota e importante di Manzini è *L'Occhiale all'Occhio*, il quale raccoglie tutte le informazioni nel campo dell'ottica che si avevano al tempo e che verrà descritto nel capitolo successivo.

Si può quindi affermare che Carlo Antonio Manzini, nonostante non sia stato particolarmente studiato e non sia annoverato tra i principali scienziati e letterati italiani del Seicento, al tempo non poteva essere ignorato: pare innegabile, non solo considerando le opere citate, ma anche sulla base delle testimonianze dei suoi contemporanei, il valore e l'importanza della sua figura, soprattutto per il segno che ha lasciato e che, purtroppo, è stato in buona parte perso nel tempo.

L'importanza e la considerazione che si aveva di questo personaggio è visibile, per

³⁸L'elenco stilato si trova in ZANI V., *Memorie imprese, e ritratti de' signori Accademici Gelati* alla voce *Carlo Antonio Manzini*, Per il Manolessi, 1672, pp. 95-96

³⁹Si veda nota 29 p.116

esempio, nel fatto che egli sia stato scelto, insieme agli astronomi Francesco Maria Grimaldi e Giovanni Battista Riccioli, per affiancare Gian Domenico Cassini nella ricostruzione della meridiana di S. Petronio nel 1655, assistendo alla cerimonia di regolazione dello strumento⁴⁰.

Un tributo a Manzini si può osservare direttamente al Museo di Palazzo Poggi, dove è custodito un ritratto del XVII secolo raffigurante lo scienziato, rappresentato successivamente.

In alto si ha la scritta *CO. CAROLUS MANGINUS I:V:D:COLL* per indicare il nome di Manzini, il quale in alcuni documenti è noto appunto come "Mangini". L'intellettuale viene ritratto al centro del dipinto, seduto accanto a una libreria con le sue opere: dall'alto verso il basso vi sono *Il Duello Schernito*, *L'Occhiale all'Occhio* tra due copie della *Stella Gonzaga*, *Tabulae Primi Mobilis*. Su quest'ultimo poggia un globo mentre a fianco di questo, la mano di Manzini poggia sul testo *Astrorum Simulacra*.

L'opera non ha un autore o una data indicata, ma, nel caso fosse stato dipinto precedentemente alla morte di Manzini, deve essere successivo al 1669, anno della pubblicazione di una delle sue ultime opere, *Il Duello Schernito*.

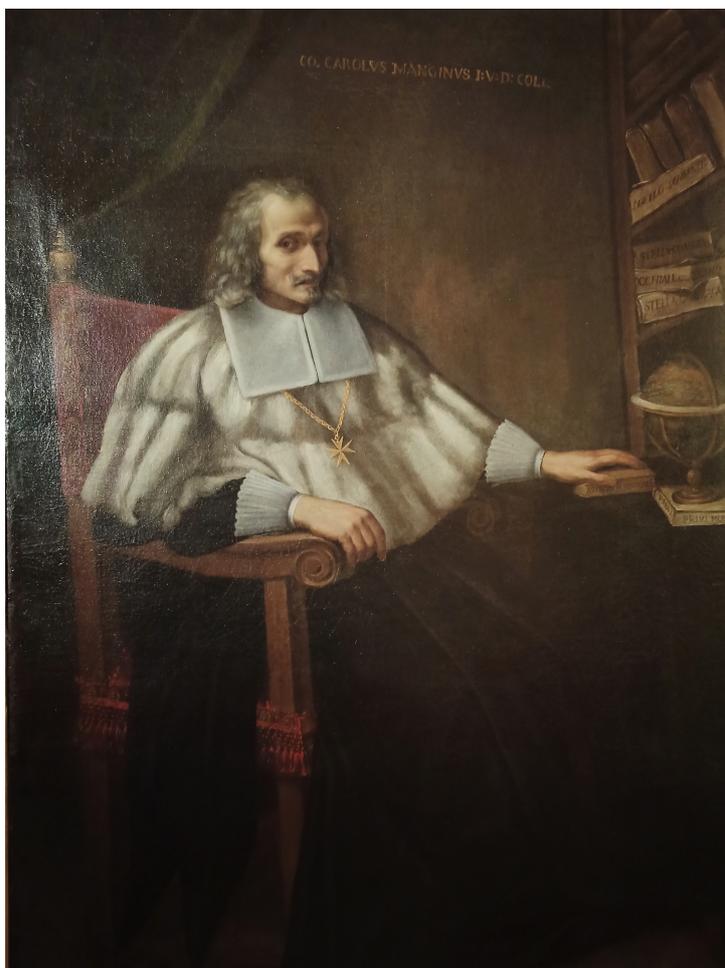


Figura 1.2: Ritratto di Carlo Antonio Manzini custodito al Museo di Palazzo Poggi.

L'ammirazione per questo personaggio è inoltre ben visibile ne *Le scienze inconsolabili per la morte dell'Ill.mo & Ecc.mo Signor Carlantonio Manzini*, opuscolo pubblicato nel

⁴⁰Si veda nota 33

1677 contenente l'orazione funebre di Manzini, insieme a dei componimenti di personaggi vicini al defunto.

In quest'opera, rivolgendosi al lettore, vengono elencati i contributi di Manzini e lo scopo dell'orazione:

Tanto appunto (sò che il sai ò Lettore) oprò il nostro conte Manzini, qual nella varietà de pubblici suoi Volumi svelandoci, hora degli Astri gl'Influssi, hora della Terra i Contorni, hora della Natura gli Arcani diede à gli astrologi, Geografi, e Filosofi, sufficienti motivi per precognizare alle di lui Glorie d'un perenne Trionfo immarcescibili Palme [...] hora sù questi fogli, no già per arricchirlo di quella magnificenza, che da se stesso acquistossi, mà per offrirli quel tributo, che all'ampiezza del suo merito nella perdita nostra giustamente conviensi, te lo presunto dalle Patrie Muse, e dalle scienze per la di lui morte inconsolabili.⁴¹

Già nell'incipit dell'opuscolo si può notare la riverenza e il rispetto mostrato verso Manzini da coloro che volevano ricordarlo al suo funerale: si era distinto in una vastità di campi, pubblicando molte opere di geografia, filosofia, astronomia e altro. Le intenzioni di questo libretto, dunque, non si ritrovano nel voler aumentare la grandezza di questo intellettuale, bensì nell'offrirgli un vero e proprio tributo.

Questo è ancor più evidente in alcuni dei componimenti inseriti nelle pagine successive dell'opuscolo, come, per esempio, quello di Angelo Maria Perini, uno dei principali autori del testo, che vuole sottolineare come *"Haveva il Sig. Conte cognitione di tutte le Scienze naturali"*⁴², affermando che:

*Se di Natura ancor miro l'Essenze
Figlie, e seroe del lutto, e ne i dolori
Tutte inconsolabili le scienze.⁴³*

L'espressione "scienze inconsolabili", a cui fa riferimento il titolo, è dunque usata molte volte nell'opera, e non solo nei casi citati, proprio per sottolineare quanto la perdita di Manzini stia affliggendo non solo i suoi cari e i suoi collaboratori, ma le scienze tutte, al cui studio aveva dedicato la sua intera vita: nonostante Manzini non venga annoverato tra i principali scienziati e studiosi del suo tempo, il suo contributo non può non essere considerato, e, per le sue caratteristiche, si può affermare che la sua figura può essere presa come esempio di intellettuale seicentesco.

⁴¹Si veda *Le scienze inconsolabili per la morte dell'Ill.mo & Ecc.mo Signor Carlantonio Manzini Dottore Collegiato di Filosofia, e Conte di Mondonio*, a cura di PERINI A. M., Per li Manolesi, 1677, pp. 5-6

⁴²Si veda nota 41 p. 45

⁴³Si veda nota precedente.

Capitolo 2

L'Occhiale all'Occhio

L'opera *L'Occhiale all'Occhio* di Carlo Antonio Manzini, pubblicata nel 1660¹, è un trattato dedicato a tutto ciò che concerne la vista e la luce: i suoi contenuti non consistono solo in lavori originali del Manzini, ma sono per lo più una raccolta che l'autore fa per documentare i traguardi raggiunti al tempo dagli artigiani ed evitare che vadano perduti².

L'aspetto di maggiore importanza dell'opera sta nel fatto che sia una raccolta davvero esaustiva delle nozioni che riguardano i diversi ambiti e aspetti dell'arte della "*Dioptrica Pratica*", come viene definita all'interno. Secondo il Manzini, essi spaziano:

*Dallo studio della luce a quello della rifrazione, dalla trattazione sull'occhio e sulla vista agli strumenti "per vedere quasi l'impossibile" fino ai metodi di fabbricazione di "occhiali adatti a tutte le viste" e di cannocchiali per osservare gli oggetti celesti.*³

Oltre all'esaustività e alla tensione compilativa, l'opera presente anche elementi di unicità: costituisce infatti uno dei primi trattati che compendiano le caratteristiche degli occhiali e della loro fabbricazione⁴, riportando diverse rappresentazioni degli strumenti usati allora. Ciò la rende una vera e propria risorsa per gli studi storici sul tema dell'ottica e delle lenti nel Seicento, data la quantità molto contenuta di artefatti rimasti intatti tuttora⁵.

Nonostante ciò, quest'opera non ha ricevuto la giusta attenzione nella letteratura di ricerca relativa al settore della storia della scienza.

Mentre enormi quantità di energie venivano dedicate – e a buon diritto – alle opere di giganti della scienza quali Galileo Galilei e Isaac Newton – che affrontavano temi simili nei celeberrimi *Sidereus Nuncius* (1610), *Il Saggiatore* (1623) di Galileo Galilei oppure *I Principi Matematici della Filosofia Naturale* (1687) di Isaac Newton - un trattato enciclopedico scritto con il gusto e l'attenzione di un erudito del cinquecento è facilmente passato inosservato.

¹Dove non indicato, le varie citazioni e informazioni presenti nel capitolo sono tratte da MANZINI C. A., *L'Occhiale all'Occhio, Dioptrica pratica, dove si tratta della Luce, della Refrazione de' Raggi dell'Occhio, della Vista, e degli aiuti, che dare si possono a gli Occhi per vedere quasi l'impossibile, dove in oltre si spiegano le Regole pratiche di fabbricare Occhiali a tutte le Viste, e Cannocchiali da osservare i Pianeti, e le Stelle fisse da Terra, e da Mare, & altre da ingrandire migliaia di volte i minimi degli oggetti vicini*, l'Herede del Benacci, 1660

²Si veda ROVERSI G., *Carlo Antonio Manzini: alle radici dell'ottica*, in *Saecularia nona annual: Università di Bologna 1088-1988*, Volume 12, 1995, p. 112

Questo viene affermato anche da Manzini stesso all'interno dell'opera.

³Si veda nota 2 p. 116

⁴Si veda nota precedente

⁵Si veda BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an Uncommon Genius*, Brill, 2021, p. 262

Riguardo all'ottica del Seicento, dal 1950 si trovano per lo più testi su Galileo che attestano l'interesse enorme che questa figura suscita, sia dal punto di vista scientifico, sia dal punto di vista umano.

In particolare, l'attenzione alle osservazioni astronomiche di Galileo è legata al valore profondo che esse hanno avuto non soltanto per la storia della scienza, ma soprattutto per l'umanità intera:

Il "Sidereus Nuncius" è la prima opera moderna che ha messo sottosopra l'ordine del cielo: e non solo del cielo. Portare il cannocchiale sulla scena del mondo significò prima di tutto smuoverlo e rovesciarlo, il mondo. [...] L'astronomia e la nuova filosofia di Galileo ponevano problemi teologici relevantissimi, che trovavano nel telescopio un alleato decisivo. Anche per questo, soprattutto per questo, si trattò di una breve stagione di libertà.⁶

Negli ultimi cinquant'anni gli studi sull'ottica seicentesca si sono per lo più concentrati sul cannocchiale galileiano e il suo funzionamento, oltre a un'analisi della figura di Galileo e dei suoi contributi⁷.

Al contempo, ad oggi le ricerche su Manzini risultano essere molto scarse: oltre a un resoconto sulle sue opere e alla sua biografia, spesso lo si considera insieme ai fratelli Luigi e Giovanni Battista, al tempo più noti a Bologna, oppure viene citato come uno dei primi autori a scrivere di occhiali da vista⁸.

L'importanza dell'opera principale di Manzini *L'Occhiale all'Occhio* viene sottolineata da molti storici, tra cui Silvio Bedini⁹, ma non si ha una lettura esaustiva della stessa o un'analisi approfondita delle tecniche in essa descritte. Le citazioni si limitano a dare una descrizione delle caratteristiche generali dell'opera (o degli strumenti in essa introdotti, come il tornio) senza riportare le tecniche nella loro profondità¹⁰.

E purtuttavia l'opera del nostro, ai suoi tempi, venne tutt'altro che trascurata: Manzini era molto apprezzato come scienziato, come già accennato nel capitolo precedente, e le tecniche descritte nella sua opera sarebbero state molto utili per i costruttori di lenti e telescopi.

Tra questi si può citare Giuseppe Campani, uno dei principali nomi del tempo in questo campo, il quale iniziò a occuparsi della fabbricazione di lenti e strumenti ottici un paio di anni dopo la pubblicazione de *L'Occhiale all'Occhio* e dunque deve essere

⁶Si veda BUCCIANTINI M., CAMEROTA M. e GIUDICE F., *Il telescopio di Galileo. Una storia europea*, Einaudi, 2012, p. 275

⁷Come esempio si possono citare: ROSEN E., *Galileo and the Telescope*, pubblicato da *American Association for the Advancement of Science in The Scientific Monthly*, Vol. 72, n. 3 (Marzo 1951), pp. 180-182; VAN HELDEN A., *The Telescope in the Seventeenth Century*, pubblicato da *The University of Chicago Press* per la *Società di Storia della Scienza*, Vol. 65, n. 1 (Marzo 1974), pp. 38-58; WINKLER M. G. e VAN HELDEN A., *Representing the Heavens: Galileo and Visual Astronomy*, pubblicato da *The University of Chicago Press* per la *Società di Storia della Scienza*, Vol. 83, n. 2 (Giugno 1992), pp. 195-217; GINGERICH O., *Galileo, the Impact of the Telescope, and the Birth of Modern Astronomy*, pubblicato da *American Philosophical Society*, Vol. 155, n. 2 (Giugno 2011), pp. 134-141

⁸In questo caso si può fare riferimento alle già citate opere di BETTI G. L. e ROVERSI G.

⁹Si veda nota 5 e BEDINI S. A., *The Aerial Telescope*, pubblicato da *The Johns Hopkins University Press* e *The Society for the History of Technology*, Vol. 8, n. 3 (Luglio 1967), p. 397

¹⁰A tal proposito uno dei pochi documenti che tratti esplicitamente del tornio, strumento descritto da Manzini nella sua opera, facendo direttamente riferimento a quest'ultima, è BEDINI S. A., *An Early Optical Lens-Grinding Lathe*, pubblicato da *The Johns Hopkins University Press* e *The Society for the History of Technology*, Vol. 8, n. 1 (Gennaio 1967), pp. 74-77

venuto a conoscenza della sua esistenza, direttamente o indirettamente.¹¹

2.1 Metodologia di analisi

Data la vastità di argomenti, l'analisi del volume risulta tutt'altro che semplice. Per questo, parte della presente ricerca è consistita nell'individuazione di un metodo di analisi che ha permesso di comprendere in profondità la struttura dell'opera e le sue tematiche.

Fondamentale per l'analisi è stata l'individuazione di "tematiche principali" che ne costituiscono l'ossatura. Tali tematiche, riportate di seguito, sono emerse e formulate da chi scrive dopo una serie di letture approfondite dell'opera che è stata ispezionata in modo completo e a più riprese. Le tematiche principali risultano pertanto le seguenti:

- *Luce e occhio*. Tematica che include riflessioni sulla natura della luce, la rifrazione e la struttura dell'occhio;
- *Occhiali semplici*. Tematica dove si descrivono i comuni occhiali da vista;
- *Occhiali composti*. Tematica in cui l'autore riporta le conoscenze sul funzionamento dei telescopi;
- *Descrizione del vetro*. Tematica completamente dedicata alle caratteristiche del vetro da utilizzare per fabbricare le lenti;
- *Lavorazione*. Tematica in cui si descrivono gli strumenti e le tecniche per lavorare le lenti e fabbricare occhiali e telescopi;
- *Pulizia*. Tematica in cui ci si concentra sui metodi e materiali migliori per pulire le lenti;
- *Aggiunte e consigli*. Quest'ultima tematica include i capitoli dove Manzini fa aggiunte ai precedenti e dà eventualmente dei consigli su come utilizzare al meglio gli strumenti.

Stilata la lista di tematiche, si è cercato di collocare o assegnare i vari capitoli a ciascuna di esse: questa è stata un'operazione abbastanza complicata poiché l'autore dell'opera non sempre si concentra su un unico tema all'interno di uno stesso capitolo, il quale potrebbe dunque essere associato a diverse tematiche; oltre a questo la difficoltà aumenta se si considera il fatto che nell'opera non si hanno dei "blocchi di argomenti" consecutivi, ma un'alternanza di capitoli appartenenti a diverse tematiche.

La scelta che è stata fatta consiste in un'assegnazione "principale" e in una serie di approssimazioni successive: nello schema che segue la linea esterna indica la tematica principale, mentre quelle interne le altre tematiche che compaiono nel capitolo. Nell'analisi che segue ci si concentrerà solo sulla tematica principale, offrendo le secondarie e le terziarie come possibilità di approfondimento per ulteriori studi. In alcuni casi, come nel caso del primo e del settimo capitolo, le tematiche secondarie eguagliano in consistenza le tematiche principali. In questi casi, è stata fatta un'analisi completa di entrambe le tematiche.

¹¹Si veda nota 5

Questo ovviamente può complicare la fase di elaborazione dei contenuti, rendendo complesso seguire l'ordine originale dei capitoli facendo allo stesso tempo riferimento alla suddivisione sopra individuata, perciò si è deciso di prediligere quest'ultima, a scapito dell'ordine scelto da Manzini¹², per una questione di linearità dell'esposizione.

Inoltre sono state fatte delle scelte riguardo a quali elementi prediligere nella trattazione: dato che il testo si vuole concentrare principalmente sulla "dioptrica pratica", si è deciso di descrivere approfonditamente i capitoli più "pratici", come quelli dedicati alla lavorazione e alla pulizia delle lenti, e di analizzare in maniera meno dettagliata quelli più "teorici": per questo motivo, nella tesi si troverà un'analisi più dettagliata dei capitoli annoverati nella tematica "pulizia" piuttosto che dei capitoli annoverati nella tematica "luce e occhio" i cui contenuti sono molto più comuni nei trattati dell'epoca.

Lo schema seguente permette di rappresentare la suddivisione dei capitoli in riferimento alla legenda inserita.

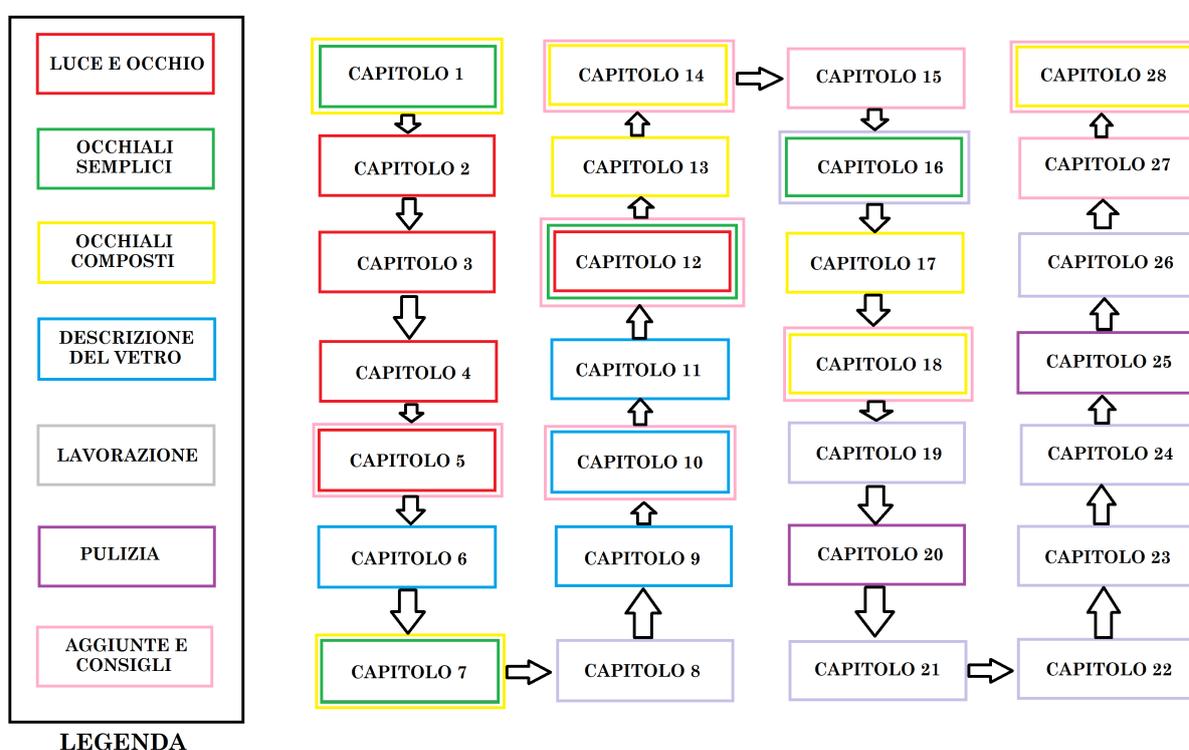


Figura 2.1: Suddivisione dei capitoli de *L'Occhiale all'occhio* sulla base della legenda inserita a sinistra.

L'opera è costituita da ventotto capitoli, preceduti da una "Lettera dedicatoria alla Vergine, e Martire Santa Lucia" e da un "Proemio al Lettore", i quali non sono stati considerati all'interno dell'operazione descritta precedentemente, ma saranno analizzati a parte perché hanno comunque una loro importanza in fatto di scelte stilistiche e motivazioni che guidano l'autore nella stesura dell'opera.

¹²L'ordine dei capitoli può essere dato una tendenza dell'epoca, quando ancora non si avevano delle enciclopedie fortemente strutturate come oggi, e potrebbe far pensare a un accumulo di informazioni progressivo, aggiunto di volta in volta al volume.

Dalla stessa figura si possono inoltre notare gli elementi già citati che hanno reso complessa l'individuazione della metodologia e la sua attuazione: la mancanza di "blocchi di argomenti" ben divisi tra loro, e la compresenza di più tematiche all'interno di uno stesso capitolo.

2.2 Analisi de *L'Occhiale all'Occhio*

2.2.1 Introduzione

La parte introduttiva dell'opera è costituita da una *"Lettera Dedicatoria alla Vergine, e Martire Santa Lucia"* e da un *"Proemio al Lettore"*, dove Manzini introduce l'argomento di cui si vuole occupare nel volume, insieme a una serie di motivazioni che lo hanno portato alla sua stesura.

Nella lettera iniziale l'autore si rivolge direttamente a Santa Lucia, di cui si professa *"humilissimo, e indignissimo adoratore"* dedicandole l'opera e facendo riferimento al tema principale: ella è infatti la patrona della vista e di tutto ciò a essa collegato e per Manzini *"il dedicarli ad altri, sarebbe un levare à Cesare quello ch'è di Cesare."*

Nel *"Proemio al Lettore"* si fa invece riferimento al motivo che ha guidato l'autore nella stesura: le tecniche che caratterizzano le Arti Meccaniche, una volta apprese, non vengono scritte su carta e conservate per i posteri, portando alla loro conseguente scomparsa. Si afferma che tutto quello che rimane è nella memoria umana e viene tramandato senza cura *"da Maestri ignoranti [da cui] ne vengono allievi ò peggiori, ò almeno di eguale castronaggine"* tanto che, alla fine, ciò che rimane dell'Arte stessa è solo il nome:

Così sminuendosi la perfettione ogni di più dell'Arti, di alcune non se ne conserva altro, per così dire, che il nome.

Le affermazioni che Manzini fa sono molto forti: quando gli uomini muoiono, con loro muoiono anche le Arti stesse, perché non vengono tramandate in maniera tale da renderle eterne.

In questo modo si rischia di perdere delle informazioni con enorme valore, e l'autore afferma che questo potrebbe succedere anche con i migliori artigiani, come Francesco Fontana.

Quest'ultimo viene citato da Manzini come un costruttore di telescopi che non aveva niente da invidiare a Galileo Galilei e della sua bravura fu lui stesso testimone - sperimentando un suo strumento nel Giardino Ducale di Modena presso il duca Francesco d'Este - osservando altri nell'utilizzo degli strumenti di Fontana: Manzini ne fu talmente tanto colpito da mettersi in contatto con Fontana e da raggiungerlo a Napoli nel 1641 per poter discutere *"dell'Arte mirabile Dioptrica pratica"*.

Tuttavia, afferma Manzini, una volta mancato Fontana, quella parte della sua conoscenza non trascritta non sarà reperibile a chi gli succederà, poiché non ne ha trattato in maniera approfondita nelle sue opere.

Manzini continua il discorso dicendo che si è appassionato all'utilizzo dei telescopi per necessità, mosso dal suo interesse per l'astronomia e le osservazioni celesti: questo lo portò a spendere molto tempo e oro *"per impossessarmi non meno de principj Fisicomatematici dell'Arte Dioptrica, che delle Mecaniche, e manuali operationi di quella"*.

Ottenute queste informazioni, ritiene sia giusto far sì che il mondo possa fruirne:

Mio scopo adunque sarà, ò Curioso, ed amorevole Lettore, di spiegarti quell'Arte, che indirizzata al beneficio della Pupilla de gli Occhi nostri, ci dev'essere cara poco meno dell'istessa Pupilla.

Decide poi di volerlo fare in italiano, poiché, essendo per lo più un'opera rivolta agli artigiani, non tutti hanno potuto studiare e l'italiano la rende dunque accessibile. Ammette tuttavia che, per le caratteristiche della stessa, quest'Arte è più "adatta à quegl'ingegni, che da gli Elementi Matematici sono raffinati" in quanto chi ha ben chiaro i principi matematici e geometrici alla base di quest'Arte è in grado di correggere eventuali errori con molta semplicità. Esempio illustre, riporta Manzini, è quello di Evangelista Torricelli, il quale si occupò della costruzione di telescopi mentre fu Matematico alla corte del Granduca di Toscana. Tuttavia, come verrà affermato successivamente, la conoscenza teorica, benché certamente utile non è assolutamente indispensabile. Il personaggio che viene lodato più di tutti quelli citati è però Eustachio Divini, il cui ritratto, inserito nell'opera, è rappresentato nella figura successiva:

La di cui Fama quella di ogni altro di quest'Arte à dietro si lascia; onde, per la di cui eccellenza, credo potersi per l'avvenire, come che da cotestui promossa al maggior segno, chiamarsi l'ARTE DIVINA.¹³



Figura 2.2: Ritratto di Eustachio Divini contenuto all'interno dell'opera.

Interessanti sono i rimandi che l'autore fa agli scienziati che hanno scritto di ottica, come Alhazen, Vitellio e Keplero, nel caso si sentisse necessaria una maggior attenzione

¹³Per sottolineare l'affermazione, è stato utilizzato il maiuscolo come nell'opera.

alla parte teorica. In *Occhiale all'occhio*, afferma Manzini, la teoria è stata inserita ma in modo tale da non affaticare la lettura e la comprensione ma, allo stesso tempo, le fonti da cui sono tratte le informazioni sono sempre esplicitate dall'autore e questo succede sia che si tratti di suoi contemporanei con cui è in contatto, sia che siano fonti più antiche, sia che derivino dalla sua esperienza personale. A rimarcare l'obiettivo generale di proporre un'opera che ricostruisca la pratica costruttiva, Manzini consiglia addirittura di tralasciare, nel caso fossero complessi, i capitoli più teorici, perché *"necessarij non sono questi per diventare dell'Arte Dioptrica buono, e perfetto Maestro"*.

2.2.2 Luce e Occhio

In questa tematica rientrano quei capitoli che si potrebbero definire più teorici, come il secondo (*"Della Luce"*).

Manzini dedica diverse pagine a questo argomento, ritenendo che *"frà tutti gli Oggetti creati il più bello non godono gli Occhi della Luce"* in quanto essa è la cosa più vicina a Dio con cui possiamo interagire; l'autore specifica di volersi concentrare sulla luce naturale, lasciando la luce divina ai teologi. Tuttavia, il legame con la fede cristiana è evidente nella descrizione delle caratteristiche della luce: un esempio di questa tendenza potrebbe riguardare la contrapposizione tra luce e tenebre per la quale Manzini utilizza una forte metafora biblica per introdurre l'origine delle stesse¹⁴:

Pare in somma si possa dire trà la Luce, e le Tenebre passare una tal quale concorrenza, ò emulazione, chiamiamola Antipatia, come (per nostro modo d'intendere) diciamo passare tra Dio, & il Demonio, e perche Iddio prevale, viene sempre cacciato il Demonio di dove à Dio prevaglia la sua Onnipotenza. La Luce infatti predomina le Tenebre.

Anche se inizialmente si è proposto di descrivere solamente la "luce naturale", alla fine l'autore sviluppa dunque una spiegazione profondamente religiosa.

Questa tendenza viene mantenuta anche all'interno del quarto capitolo, interamente dedicato all'occhio e al suo funzionamento, intitolato *"Dell'occhio, e come si formi la Vista"*: si sapeva dell'esistenza della retina e del cristallino, ma non era ben chiaro se le immagini fossero diritte o a rovescio nell'occhio, tanto da affermare che *"non lo potiamo sapere se non per congetture"*, basandosi sulle informazioni (a volte contrastanti) di vari esperti; oltre a questo il funzionamento delle diverse componenti dell'occhio viene spesso rimandato a elementi filosofici e religiosi.

In quest'ultimo caso, per esempio, si afferma che nella retina si *"annidano molti Spiriti Vitali"*, oppure che *"si serve l'Anima hora di un Occhio solo, hora di tutti e due, conforme le occasioni, e si servirebbe anche di più, se più ne havelse all'Animale concesso l'Autore della Natura"*¹⁵.

Questi riferimenti religiosi, presenti anche nella dedica a S. Lucia, possono esservi per diversi motivi: sia, come già accennato, per una mancanza di fondamenta teoriche salde, sia per una difficoltà nel poter esprimere liberamente delle idee che fossero lon-

¹⁴I versetti della Bibbia a cui si fa riferimento sono: *"In principio Dio creò il cielo e la terra. Ora la terra era informe e deserta e le tenebre ricoprivano l'abisso e lo spirito di Dio aleggiava sulle acque. Dio disse: 'Sia la luce!'. E la luce fu. Dio vide che la luce era cosa buona e separò la luce dalle tenebre e chiamò la luce giorno e le tenebre notte."* (Gen 1-5)

¹⁵Con "Animale" si fa riferimento all'essere umano, mentre con "Autore della Natura" si fa riferimento a Dio.

tane da quelle del Cattolicesimo, sia per un genuino interesse dell'autore a conciliare studi scientifici e fede cristiana, e questo, come detto, avveniva nonostante l'intellettuale seicentesco fosse spesso in forte conflitto con se stesso perché la sua fiducia nella scienza, nella matematica e nella ragione si scontrava con la declinazione della fede religiosa data dalla Chiesa Cattolica dell'epoca. Come accennato sopra, nei paesi in cui la Chiesa Cattolica aveva molto potere, come nel caso dell'Italia, per evitare di finire sotto processo¹⁶ spesso gli scienziati decidevano di fare buon viso a cattivo gioco, inserendo nella scrittura della propria opera una serie di rimandi che sapevano sarebbe stato apprezzati e funzionali al fine di ottenere l'imprimatur da parte dell'Inquisizione e dunque l'approvazione per la pubblicazione¹⁷.

La situazione cambia se si va invece a considerare il terzo capitolo (*"Della Refrattione de Raggi, e come si faccia"*) dove si ha la spiegazione di un altro fenomeno centrale, ovvero la rifrazione, che viene descritta in maniera molto più "scientifica" rispetto agli altri argomenti già citati.

Manzini afferma fin da subito di voler accennare a questo argomento perché verrà ripreso successivamente nel volume, e ne dà una definizione:

La Refrattione dunque non è altro, che una deviazione dal loro retto cammino di quelle Specie Lucide, ò Luminose, che per linee Radiose, partite da Corpi Lucidi, posti in un Mezzo raro, tentano di passare, com'è loro natura, direttamente al luogo opposto, ma impedita da Superficie obliqua di un Mezzo più denso, obliquano il loro processo verso la linea di mezzo, che passa irrefratta, e tanto più l'obliquano, quanto più obliquamente si oppone la Superficie del Mezzo più denso, [...] l'istesso s'intende delle Specie, che partono da Mezzo denso, e passano per Mezzo meno denso, ma con effetto di storcimento contrario, cioè slontanandosi dalla linea di mezzo.

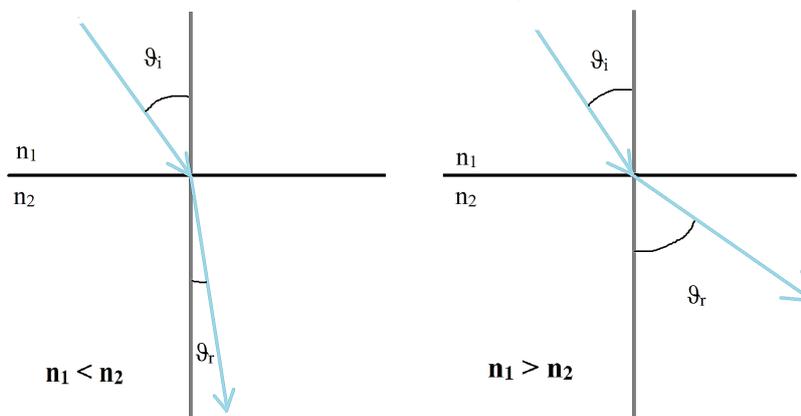


Figura 2.3: Rappresentazione della rifrazione nel passaggio di un raggio di luce da un mezzo con indice di rifrazione n_1 a un mezzo con indice di rifrazione n_2 sia per $n_1 < n_2$, sia per $n_1 > n_2$. L'angolo di incidenza è indicato come ϑ_i , quello di rifrazione come ϑ_r .

Questa definizione è molto elaborata, ma sostanzialmente simile a quella che si dà tuttora, secondo cui la rifrazione è, appunto, una deviazione dalla direzione originaria di un raggio incidente causata dal passaggio attraverso la superficie di separazione

¹⁶Nella seconda metà del Seicento era ancora vivo il ricordo dell'abiura di Galileo Galilei del 1633.

¹⁷Manzini, effettivamente, non ebbe problemi a riguardo, ottenendo l'imprimatur dall'Inquisizione di Bologna nel 1660.

tra due mezzi aventi indici di rifrazione differenti.

Quello che si verifica è ciò che Manzini ha detto e che è rappresentato nella figura precedente: se il secondo mezzo ha indice di rifrazione maggiore (e quindi è più denso) l'angolo di rifrazione è minore rispetto a quello di incidenza e il raggio si avvicina alla normale alla superficie (per usare le parole di Manzini, "si obliqua verso la linea di mezzo"), mentre se il secondo mezzo è meno denso (indice di rifrazione minore) l'angolo di rifrazione è maggiore rispetto a quello di incidenza e ci si allontana dalla normale alla superficie ("slontanandosi dalla linea di mezzo").

Come già anticipato, Manzini fa esplicito riferimento alle affermazioni contenute nella Diottrica di Keplero o nelle opere di Vitellio, in modo tale da rimandarvi il lettore per una comprensione più approfondita.

Manzini trae inoltre ispirazione dalle opere citate per sue elaborazioni personali: l'esempio che segue viene preso dalla Diottrica di Keplero, come affermato dallo stesso autore durante la trattazione, a cui sono state apportate delle modifiche per renderne più semplice la comprensione.

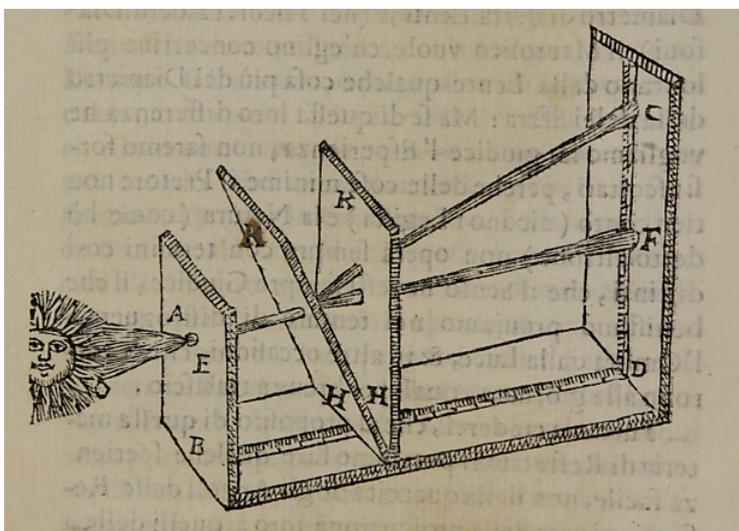


Figura 2.4: Rappresentazione dell'esempio sulla relazione tra incidenza e rifrazione inserita nell'opera. Al centro si può notare una correzione a mano di una delle lettere, che da K è stata corretta in A, coerente con la spiegazione offerta dall'autore.

In questo esempio vi sono due tavolette AB e CD, parallele tra loro e perpendicolari a una tavola BD sottostante. Si considera il raggio di sole OE, il quale passa attraverso un foro E in AB per arrivare in F, il quale viene definito "superiore all'angolo D, delle Tavole CD, BD, quanto è superiore il foro E, all'angolo B, delle Tavole AB, BD", dunque il tratto EF è parallelo a BD e perpendicolare alle due tavolette AB e CD.

Inoltre in queste due tavolette, oltre che nella BD, devono essere presenti delle scalette divise in "parti uguali minutissime" per quantificare le distanze EB, BD, FD.

Si inserisce poi tra AB e CD una sottilissima lastra¹⁸ di cristallo HK, perpendicolare anch'essa a BD, in modo tale che possa però essere inclinata a piacere se necessario, come in HA.

Si osserva che, considerando la lastra HK perpendicolare a BD, il raggio di luce passa indisturbato attraverso di essa percorrendo il tratto EF come se non ci fosse, questo

¹⁸Qui c'è una differenza rispetto alla Diottrica di Keplero, perché Manzini ha voluto considerare una lastra per semplicità, mentre nella prima opera si utilizza un cubo.

2.2.3 Occhiali semplici

La seconda tematica considerata nell'analisi è dedicata, come detto nell'introduzione, a quelli che l'autore definisce "occhiali semplici", espressione che si riferisce agli occhiali da vista.

Viene inizialmente descritta la storia di questo tipo di occhiale, dove però le informazioni sono poche e frammentate: Manzini afferma di aver consultato diversi archivi e autori ma non è riuscito a trovare nulla di soddisfacente riguardo alle sue origini, tanto da intitolare il primo capitolo dell'opera *"Non trovarsi l'Inventore primo dell'Occhiale Semplice, ma solamente quello del Composto, detto del Galileo"*.

L'autore afferma che la storia degli occhiali dovrebbe aver avuto inizio *"non prima della trovata del Vetro"*, dato che è il materiale necessario per costruirli, e inoltre sostiene che, in realtà, l'arte di fabbricare occhiali da vista deve essere abbastanza recente dato che recente è la necessità del loro utilizzo: gli uomini dei secoli scorsi non ne avevano bisogno perché avevano una costituzione migliore, quindi anche la loro vista era molto più acuta. Nel tempo però queste qualità sono diminuite e c'è stato il bisogno di costruire degli occhiali.¹⁹

Gli unici riferimenti che Manzini ha ritenuto interessanti, tra quelli ricercati, da inserire nell'opera, sono una citazione di Giovanni Battista Porta nel Proemio della *Magia Naturale* e un'iscrizione in una bottega di Venezia: nel primo caso si parla di uno specchio con cui Tolomeo osservava l'arrivo delle navi e che dalla descrizione sembra ricordare un paio di occhiali da vista, mentre nel secondo caso si fa riferimento a un oggetto che l'autore confessa di non aver visto di persona, affermando che in una bottega veneziana vi è un'iscrizione dedicata al *Santo Girolamo Inventore dell'Occhiale*. Il problema in quest'ultimo caso sta nel fatto che in nessuna opera di San Girolamo si ha un accenno a questa invenzione, ma ritiene che l'affermazione non possa essere completamente rinnegata, dato che dalle sue ricerche non vi è stata né una conferma, né una smentita.

Successivamente nel settimo capitolo (*"Diffinitione dell'Occhiale, e di quante Sorte se ne possino comporre, e fabbricare"*) viene data una definizione dell'occhiale, strumento che *"corregge le imperfetioni, ò inabilità, ò difetti naturali della Forma dell'Occhio, e la rende idonea, per quanto essa ne rende disposta, ò capace, à fare all'huomo vedere gli Oggetti lontani, ò vicini, rispettivamente alla di lui naturale attitudine"*.

In particolare vi sono due tipi di occhiali: semplici e composti, e di ciascuno vi possono essere delle varianti a seconda delle necessità.

Nel caso degli occhiali semplici, possono esserci delle lenti biconcave, biconvesse, si può avere l'occhiale "piano", il quale è esplicitamente definito come *"più tosto Conservativo, che Correttivo della Forma alterata dell'Occhio"*, dunque serve principalmente per sostenere la vista e non per correggerla. Infine vi possono essere degli occhiali con lenti miste: piano-convesse, piano-concave e anche un tipo di occhiale *"Colmo da una banda, e Cavo dall'altra"*²⁰ definito, appunto, *"Occhiale Semplice Cavocolmo"*, il quale permette di vedere l'oggetto ingrandito.

¹⁹Non vengono fornite prove a favore di queste ipotesi.

²⁰Nell'opera vengono utilizzati molto questi due aggettivi per riferirsi al tipo di lente: con *lente colma* si intende la lente convergente e con *lente cava* si intende la lente divergente.

2.2.4 Occhiali composti

Per quanto riguarda quelli che l'autore definisce "occhiali composti", vi sono invece diversi capitoli dedicati nei quali vengono trattate non solo le loro caratteristiche, ma anche la loro storia e definizione.

Dal punto di vista delle origini di questi oggetti Manzini è molto chiaro, dicendo che, mentre per gli occhiali semplici, come già affermato, non è ben noto l'inventore, in questo caso le informazioni sono molte di più, poiché *"varij se ne trovano scritti gl'Inventori nel corrente Secolo, che de passati"*.

Nel fare queste ricerche, l'autore si è servito di diverse fonti, come l'umanista Girolamo Fracastoro, il quale nel 1635 descrisse uno strumento simile al telescopio nella sua opera *"gli Homocentrici"*, e *"Girolamo Sirturo"*²¹, il quale nomina come inventore un olandese anonimo; si fa inoltre riferimento a Galileo Galilei, il quale definì come inventore del telescopio un belga, il cui nome (*"Giacomo Metio"*)²² si ritrova in Cartesio.

Da qui Manzini si concentra sulla figura di Galileo e sui suoi contributi nel migliorare i telescopi e il loro funzionamento, tanto da definire l'occhiale composto come *"del Galileo"*, almeno per l'Italia.

Di possibili inventori ve ne furono molti e vi sono supposizioni anche sugli Antichi, ma l'autore non è molto convinto di questo, dato che non è arrivata alcuna notizia di ciò ai posteri e non hanno fatto nessuna delle scoperte a cui si è invece giunti nel Seicento: questo, secondo l'autore, basterebbe a far ritenere la possibile invenzione dei telescopi da parte degli Antichi una mera supposizione.

Questo è dovuto probabilmente al volersi concentrare solamente sul Seicento, un secolo ricco di innovazioni tecnologiche e di scoperte in questo campo, tralasciando un periodo storico in cui non si hanno fonti o strumenti da poter analizzare e studiare.

Inoltre, nell'opera è presente una sezione, che si trova ancora nel settimo capitolo come nel caso degli occhiali semplici, in cui si dà la definizione di occhiale composto: esso è costituito o da due lenti che possono essere sia convergenti sia divergenti (definite *"Traguardi"* se usate insieme alle prime), oppure può essere composto da molte più lenti, in entrambi i casi unite tramite un tubo, definito anche canale o *"Canone"*. In ogni caso, le due lenti di un occhiale composto sono o entrambe convergenti, con cui si ottengono delle immagini rovesciate²³, oppure una convergente e una divergente.

In una sezione successiva vengono descritte le caratteristiche che deve presentare l'occhiale composto *"detto l'Occhiale del Galileo"*, a cui è dedicato il tredicesimo capitolo e che permette di osservare gli oggetti lontani attraverso una lente convergente come obiettivo e una lente divergente come oculare.

Manzini ritiene necessario che la lente convergente sia di *"porzione di maggior Sfera"* della lente divergente, quindi di convessità molto pronunciata, perché *"per le Dimostrazioni Dioptriche Kepleriane"* questo permette di vedere l'oggetto ingrandito, tanto più quanto minore è la "sfericità" della lente concava.

²¹Si riferisce molto probabilmente a Girolamo Sirtori, il quale pubblicò nel 1618 il trattato *Telescopium: sive Ars perficiendi novum illud Galilaei visorium instrumentum ad sydera*, dove si descrive il telescopio galileiano e le tecniche di lavorazione, come affermato nel [sito del Museo Galileo](#). Nell'opera viene spesso citato come fonte con il nome di *"Sirturi"*.

²²Traduzione italiana di Jacob Metius.

²³Secondo Manzini, nonostante Keplero ne avesse parlato per primo, fu Francesco Fontana a chiedere il riconoscimento della paternità di questo tipo di telescopio, almeno in Italia.

Ci può essere un eventuale "Offuscamento, ò Nebbia apparenti" che caratterizza l'immagine osservata, ma questo sarebbe dovuto a un accostamento sbagliato tra una lente oculare "di piccolissima Sfera" e l'obiettivo di "Grande Sfera", per cui la lente oculare non riesce a ricevere una quantità di raggi tale da rappresentare con chiarezza l'immagine.

Keplero, afferma l'autore, non assegna un limite o un valore alla grandezza di questa "sfera della lente divergente", quindi, per capire come "trovare ad una data Lente Colma il suo proportionato Traguardo", si utilizza una regola pratica, scomoda da applicare ma valida e appoggiata dallo stesso Cartesio: si fanno delle prove, mantenendo l'obiettivo fisso e variando il tipo di oculare, cercando l'abbinamento che permetta di ottenere l'immagine più nitida.

Prima di utilizzare il telescopio, però, Manzini consiglia di coprire in parte la circonferenza di entrambe le lenti con un pezzo di cartone con un foro centrale, in modo da limitare l'azione del Sole e il possibile danno all'occhio, e definisce questi oggetti "Cerchielli annulari, [...] Pupilla delle Lenti, ò del Telescopio".

In particolare, il foro nel cartone per il Traguardo non deve essere maggiore della pupilla dell'occhio, qualunque sia la lunghezza del telescopio, mentre per l'obiettivo il foro deve essere proporzionato al suo diametro, il quale viene misurato con una riga. In quest'ultimo caso, si prepara il coperchio circolare di cartone che si vuole applicare alla lente, di grandezza opportuna, per poi utilizzare un compasso con due punte taglienti e di apertura pari al raggio della lente, disegnando una circonferenza con centro coincidente con quello del coperchio di cartone; il cerchio interno ottenuto viene rimosso e così si ottiene il foro dell'obiettivo.

Nel caso poi, prosegue Manzini, non fosse possibile utilizzare il compasso si può utilizzare un temperino oppure una "Canelletta" di ferro o acciaio, da una parte tagliente e con un foro delle dimensioni desiderate dall'altra con una superficie piatta e spessa tale da poter essere colpita da un martello e incidere, di conseguenza, il cartone, disegnando il foro ricercato.

Questo procedimento per il foro dell'obiettivo appena descritto deriva dall'opera di Sirtori ma, a parere di Manzini, non è applicabile a tutti i tipi di telescopi e "ne io trovandoci fondamento alcuno Matematico, non sò come approvarla". Manzini riporta su questo punto la sua personale esperienza con tale procedimento ed evidenzia come si rischi di ottenere delle misure dei fori troppo grandi per la lente considerata. La conclusione a cui arriva Manzini è che "non si può dare Regola totalmente per questi Fori" data la varietà di lenti e usi, sostiene Manzini, non risulta possibile avere un'unica regola teorica applicabile a tutti, ma bisogna essere in grado di adattarsi a seconda della situazione.

Sulla base di tale situazione Manzini, piuttosto che trovare una formula matematica generale e basandosi sulla sua esperienza personale con "Telescopij de più perfetti Mae-stri" costruisce una tavola - rappresentata in figura - che permette di capire quale sia il diametro adatto al foro dell'obiettivo data la lunghezza del tubo, la quale deve essere minore di 28 piedi bolognesi²⁴.

²⁴Nel tempo il valore del piede bolognese è cambiato, nel 1877 corrispondeva a circa 0,38 m ed era divisibile in 12 oncie. Si veda *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie provincie del Regno col sistema metrico decimale*, stilate dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio e approvate con decreto reale, 20 maggio 1877 n. 3836, stampate dalla Stamperia Reale, p. 115

Prima Tauola de Diametri delle Pupille, ò Fori efferiori delle Lenti Ocularie Cae in Oncie, e Minuti del Piede di Bologna.						
		Ω	'			
Piedi della Lunghezza del Tubo.	1	0	56	15	2	56
	2	1	5	16	3	4
	3	1	14	17	3	13
	4	1	22	18	3	21
	5	1	31	19	3	30
	6	1	39	20	3	38
	7	1	48	21	3	47
	8	1	56	22	3	55
	9	2	5	23	4	4
	10	2	13	24	4	12
	11	2	22	25	4	21
	12	2	30	26	4	29
	13	2	39	27	4	38
	14	2	47	28	4	46

Figura 2.6: Tavola contenuta nell'opera con le misure dei diametri dei fori degli obiettivi. Il titolo fa riferimento alle "Lenti Ocularie Cae", che sarebbe l'oculare, ma nel testo si parla esplicitamente di "Diametro della Pupilla della Lente Colma", cioè l'obiettivo.

Nella prima e terza colonna l'unità di misura dei valori è il piede di Bologna, mentre nella seconda e quarta sono oncie (Ω) e Minuti (') del piede di Bologna.

La presente analisi ha portato inoltre ad individuare, nel prosieguo della trattazione, un possibile errore da parte di Manzini: per spiegare il funzionamento della tavola fa un esempio, dicendo di considerare una lente colma in un tubo di 17 piedi bolognesi, il che porterebbe ad affermare, guardando la tabella, che il suo foro sia 3 Ω 13' di diametro, ma l'autore afferma che esso deve essere di 1 Ω 56', che è in relazione a un tubo di 8 piedi bolognesi. Inoltre, in un esempio successivo si afferma:

Sia r_q , la misura del Diametro della Pupilla della Lente Colma KM, once 2. e min. 47' [...], e sia la misura di r_a , Diametro della Sfera di detta Lente, cioè la lunghezza quasi del suo tubo, piedi 14.

In questo caso, facendo riferimento alla tabella sopra rappresentata, se si prende 14 piedi come lunghezza del tubo si ha che il diametro della pupilla dell'obiettivo (il suo foro) è di 2 Ω 47', come atteso. Si può dunque immaginare che vi sia stato un errore nel primo esempio, forse dovuto a una correzione successiva non controllata.

Tra gli occhiali composti si possono poi annoverare i telescopi astronomici. In questo caso la trattazione di Manzini ha inizio con un tipo di cannocchiale semplice, con una sola lente convergente, dove l'occhio è in grado di vedere l'immagine dell'oggetto capovolta e rimpicciolita²⁵. All'interno di questo gruppo di telescopi si possono includere quelli con una lente piano-convessa, una biconvessa o anche quelli con un tipo particolare di lente caratterizzata dall'essere da un lato convessa e dall'al-

²⁵Si fa solamente riferimento al caso in cui l'oggetto sia posto a una distanza pari a oltre il doppio della distanza focale.

tro concava, "la quale Concavità convien'essere di Sfera molto maggiore della Convessità", denominata "Menisco" da Keplero.

Dato che questa lente, che costituisce l'obiettivo del cannocchiale, non restituisce un'immagine molto distinta, si aggiunge un'altra lente convergente (l'oculare), in modo tale da vederla, anche se capovolta, in maniera più nitida e ingrandita, a seconda della scelta del costruttore: il cannocchiale descritto è quello kepleriano.

In aggiunta a questa struttura basilare si può inserire una terza lente simile all'oculare in quanto a dimensioni, in modo tale da raddrizzare l'immagine: per fare ciò, questa lente va posta a una distanza pari a sei volte il suo raggio di curvatura rispetto a dove si trovava l'occhio nel caso delle due lenti convergenti e, di conseguenza, Manzini afferma che l'occhio deve stare a una distanza pari al doppio del raggio di curvatura della nuova lente, a seconda della qualità della vista di chi sta utilizzando lo strumento.

Questo tipo di cannocchiale è ritenuto dall'autore come migliore di quello galileiano (con una lente convergente e una divergente) perché l'immagine è diritta in entrambi i casi, ma con la combinazione delle tre lenti sopra descritta risulta più vicina e quindi più semplice da osservare.

Di tipologie di telescopi descritte ce ne sono varie, inclusa quella di un telescopio da quattro lenti, tutte con lo stesso raggio di curvatura e poste tutte a una distanza pari a due volte tale raggio: quello che si ottiene è un'immagine diritta e con "assai Campo attorno", cioè molto spazio²⁶. Per ottenere delle immagini più nitide si devono regolare le posizioni delle lenti a seconda di cosa si desidera ottenere, anche attraverso delle prove.

Si possono comporre anche dei telescopi con cinque lenti, o anche di più, ma Manzini sembra molto critico nei confronti di questa tipologia, supportato anche da una lettera di Eustachio Divini, il quale nell'estate del 1658 gli raccontò del fatto che avesse iniziato a fabbricare il suo quarto telescopio a cinque lenti, ma che, alla fine di tutto, si trovasse molto meglio, soprattutto nelle osservazioni notturne, con un semplice cannocchiale a due lenti.

Manzini infatti afferma che "è superfluo moltiplicare gli Enti senza necessità": se ci si trova bene con due o tre lenti, a suo avviso aumentarne continuamente il numero potrebbe rischiare di essere controproducente, perché si avvicina sì l'immagine, ma è facile che essa non risulti nitida.

Oltre a queste tipologie di telescopi, l'autore descrive i microscopi, "i quali ingrandiscono smisuratamente gli Oggetti vicini": anche qui ce ne possono essere vari, ma vengono ridotti a "due Sorti". A una di queste appartiene il microscopio con due lenti, una convergente e una divergente, inserite in un tubo corto, alla seconda appartiene invece un microscopio lungo un braccio di Eustachio Divini che Manzini ha osservato nel 1648 a Roma, costituito da due lenti convergenti, dove la lente oculare ha un raggio di curvatura maggiore rispetto all'obiettivo e l'ingrandimento dell'oggetto aumenta al diminuire del raggio di curvatura di tale obiettivo.

La "Regola prima universale per comporre ogni Sorte di Microscopio riducibile alle dette due Sorti" consiste nel prendere due lenti con raggio di curvatura differente in proporzione tra loro e nel metterle a una certa distanza, dipendente dall'effetto che si desidera: Manzini in questo caso, per sua esperienza, consiglia di prendere una delle lenti con un raggio di curvatura pari al triplo di quello dell'altra lente per avere un ingrandimento notevole. Se si prendessero infatti delle proporzioni maggiori (per esempio

²⁶Manzini attribuisce al "Padre Schirleo da Rheita" questa invenzione.

un raggio pari a nove volte l'altro), il tubo da applicare sarebbe inutilizzabile, perché troppo lungo.

Sulla base di questo viene definita la "*Seconda Regola universale*", la quale afferma che, in tale svantaggiosa situazione, bisogna porre l'oggetto a una distanza dall'obiettivo pari a due volte il raggio di curvatura dello stesso, così come l'occhio va posto a una distanza dall'oculare circa pari al doppio del raggio di curvatura di quest'ultima: più aumentano le dimensioni dei raggi di curvatura e la proporzione tra loro, maggiore sarà la distanza dell'occhio dall'oggetto e quindi la difficoltà nell'osservarlo.

Con il consiglio offerto sopra da Manzini, invece, si ottiene un ingrandimento considerevole con un tubo di circa un braccio.

Una "*Terza Regola universale*" afferma poi che, prese le due lenti nel tubo di un microscopio, si può variare la distanza tra di esse a seconda del risultato a cui si aspira, mantenendo fissa quella tra oculare e occhio: se la si vuole aumentare bisogna anche allontanare l'obiettivo dall'oggetto, mentre se la si vuole accorciare, si deve diminuire la distanza tra obiettivo e oggetto da osservare, anche se con attenzione visto che sono già molto vicini quando si usa un microscopio.

Dopo aver parlato dei microscopi, Manzini inserisce una rassegna di diverse costruzioni particolari di cannocchiali introdotta dalla seguente legenda: la lettera "O" indica una lente convergente, la "C" rovesciata ("O") la lente divergente, la lettera minuscola "p" fa riferimento alla misura del piede di Bologna, Ω indica le sue once.

Per esempio:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{O p.2 } \Omega 2 \frac{1}{2} & \text{O } \Omega 5 \frac{1}{2} & \text{O } \Omega 3 \frac{3}{4} & \text{O } \Omega 5 \frac{1}{2} & \text{Occhio.} \\ \text{p.2 } \Omega 7 & \text{p.2 } \frac{1}{2} & \text{Cavo di } \Omega 4 & \Omega 2 \frac{3}{2} & \end{array}$$

In questo caso le misure tra i caratteri delle lenti vanno a indicare la distanza tra le stesse (tra la prima e la seconda lente vi sono, per esempio, due piedi, due once e mezzo di distanza), mentre le misure sottostanti vanno a indicare "*le misure delli Diametri delle Sfere*", perciò sono legate al raggio di curvatura delle lenti. Andando da sinistra verso destra e sommando i diversi valori presenti tra le lettere indicanti le lenti si ottiene la misura totale del tubo dall'obiettivo fino all'oculare.

In questo caso, afferma Manzini, si ha un telescopio a quattro lenti dove l'immagine che si ottiene è nitida e grande, ma rovesciata. Se però si aggiungesse una quinta lente di "*Once Quattro di Diametro della sua Sfera*", cioè con raggio di curvatura pari a due once, mantenendo fisse le lenti sopra descritte e ponendola a contatto con la lente intermedia (con "diametro della Sfera" di 2 piedi e mezzo), l'immagine viene sì raddrizzata, ma si allontana e si rimpicciolisce.

Un consiglio che Manzini dà in questo caso e che ritiene "*cosa degna di considerazione*" è quello di non pensare ingenuamente di poter sostituire le due lenti che si toccano con una che abbia raggio di curvatura pari alla somma dei raggi di queste, perché l'immagine rimane rovesciata.

Di possibilità ve ne sono infinite, e di seguito ne vengono aggiunte alcune.

$$\begin{array}{cccc} \text{O p.1 } \frac{1}{2} & \text{O p.} \frac{1}{2} & \text{O p.1 } \Omega 2 & \text{l'Occhio.} \\ \text{p.2} & \text{p.2, } \Omega 7 & \text{p.2 } \frac{3}{4} & \end{array}$$

In questo caso si ha un telescopio a tre lenti, tutte convergenti, che rappresenta l'oggetto diritto ma molto piccolo e lontano.

$$\begin{array}{cccc} \text{O } \Omega 8 & \text{O } \Omega 8 & \text{O } \Omega 12 & \text{l'occhio.} \\ \Omega 5 \frac{1}{2} & \Omega 4 & \Omega 2 \frac{3}{4} & \end{array}$$

Con questo telescopio a tre lenti si raddrizza l'immagine. L'autore afferma che, nel caso si togliesse l'obiettivo e lo si sostituisse con una lente avente raggio di curvatura pari a 2 piedi bolognesi, allontanando allo stesso tempo l'occhio dall'oculare di una distanza pari a un piede e tre onces, l'immagine viene anche qui vista diritta; questo si otterrebbe anche sostituendo nuovamente la lente da quattro piedi con una di quattordici piedi e tre onces, allontanandosi però di tre onces ulteriori dall'oculare con l'occhio.

Se invece, riprendendo la configurazione originale, si anteponesse all'obiettivo un'altra lente con le stesse dimensioni (5 onces e mezza), sempre a una distanza di otto onces, essa diventerà il primo obiettivo e quello che si otterrà sarà un'immagine diritta con molto più spazio attorno rispetto a prima.

Qui però Manzini sottolinea nuovamente, come aveva già fatto nella descrizione dei vari tipi di telescopi, che *"quanto più tu aggiungi Vetro à Vetro, meno chiaro vedrai sempre l'Oggetto, e con più pericolo di alterarlo"*. In particolare, se alle quattro lenti considerate nel caso finale se ne aggiungesse un'altra, sempre come primo obiettivo, con la speranza di mantenere diritta l'immagine e di vederla più nitida, in realtà ci si sbaglierebbe, perché la si otterrebbe meno definita e addirittura rovesciata.

A questo aggiunge la disposizione di un cannocchiale costruito da Eustachio Divini:

$$\begin{array}{cccccc} \text{O p.13 } \Omega 2 \frac{3}{4} & \text{O p.5 } \Omega 6 \frac{1}{4} & \text{O } \Omega 8 \frac{1}{4} & \text{O } \Omega 6 \frac{1}{4} & \text{l'Oc.} & \\ \text{p.20 } \Omega 8 \frac{1}{2} & \text{p. 14 } \frac{1}{3} & \Omega 3 \frac{3}{4} & \Omega 3 & & \end{array}$$

Questo telescopio mostra gli oggetti diritti ed è possibile osservarli con chiarezza anche dopo il tramonto.

A seguito del lungo elenco di tipologie di telescopi vengono dati alcuni "avvertimenti", per esempio relativi sempre al caso sopracitato del non voler esagerare con il numero di lenti, poiché due o tre ben proporzionate possono fare un lavoro migliore di un telescopio con quattro, cinque, o più lenti.

Un consiglio ulteriore che Manzini dà è quello di affidarsi alla propria esperienza: bisogna ovviamente lavorare bene le lenti e cercare di metterle alla giusta distanza le une dalle altre, ma bisogna anche fare delle osservazioni e modificare la disposizione al bisogno, inserendo e rimuovendo le lenti, fino a quando non si sarà ottenuto il risultato sperato, il quale dovrà essere trascritto una volta raggiunto, in modo tale da non dover ripetere l'intero procedimento ogni volta.

Oltre a ciò, l'autore inserisce anche un *"Corollario"* dove si concentra su dei microscopi che definisce *"Pulicarij"*²⁷, i quali sono costituiti da una lente molto piccola, delle dimensioni di un'oncia circa, e con raggio di curvatura molto minore di questo valore, e dove poi si interroga sulla possibilità di utilizzare un telescopio per occhio: generalmente il cannocchiale viene usato con un occhio solo, sia esso il destro o il sinistro, ma il padre Schirleo da Rheita, già citato precedentemente, ne aveva descritti alcuni dove si possono utilizzare entrambi gli occhi contemporaneamente, senza affaticarne uno solo²⁸.

²⁷In particolare il nome fa riferimento alla possibilità di utilizzare questi microscopi per ingrandire una pulce e vederla distintamente.

²⁸Si parla di strumenti simili ai binocoli.

2.2.5 Descrizione del vetro

In questa tematica sono contenuti tutti quei capitoli in cui vengono descritti i vetri utilizzati per fabbricare le lenti e le loro caratteristiche.

L'ottavo capitolo è uno di questi, e come riassunto dal titolo "*Qual figura si convenga al Vetro, ò Cristallo per aiutare l'Occhio à più distinta, e vigorosa Vista; & in che Cosa consista la perfezione di quest'Arte*", Manzini si sofferma sul tipo di forma geometrica che il vetro dovrebbe presentare affinché si possa ottenere un prodotto ottimo: ve ne possono essere diverse, ognuna con le proprie difficoltà, infatti "*la Sferica si rende più facile da praticare; posciache l'Ellittica, l'Hiperbolica, e la Parabolica, ò altre loro contigue, ò prossime, ma particolarmente l'Hiperbolica, [...] portano seco insuperabili, per così dire, difficoltà nel praticarle*".

La Sferica risulta essere, soprattutto per motivi pratici, la forma più semplice e comoda da dare alla lente, e la conferma gli arriva anche da Eustachio Divini, il quale per i suoi telescopi utilizzava proprio questo tipo di lente.

Ci sono poi tre elementi relativi alle lenti, secondo Manzini, che definiscono la perfezione di quest'arte:

- la perfezione del cristallo, il quale deve essere liscio. In questo caso Eustachio Divini consiglia il cristallo di Venezia, mentre Manzini per sua esperienza afferma che l'importante è che non abbia venature o "*ampollette*"²⁹;
- la sfericità data alle lenti, che deve essere perfetta;
- la pulizia impeccabile delle lenti, "*senza di cui le altre condizioni sariano vane*".

Da qui si dà un ultimo "assioma", che in realtà vale per tutte le arti meccaniche e che può essere un utile avviso per chi si avvicina per la prima volta a esse: "*non essere atto ad alcuna di loro, chi non ha giudizio, destrezza, e pazienza*".

In seguito Manzini, nel nono capitolo ("*Del Cristallo, e del Vetro Artificiale, e quale sia il più a proposito per l'Uso di quest'Arte*"), si sofferma a parlare del cristallo adatto per la fabbricazione di lenti. Di per sé, il cristallo più famoso è quello di Murano, ma in generale per questo lavoro il cristallo deve avere determinate caratteristiche: come si fa a Murano, deve presentare del manganese in una quantità tale da far sì che sia "*chiaro, limpido, trasparente*" e che non si sbricioli nel tagliarlo. Lo stesso, afferma Manzini, deve essere per il vetro, il quale si distingue dal cristallo³⁰ "*non nel colore, ma nella durezza, essendo più tenero il Vetro*", oltre al fatto che il vetro risulta sporcarsi più velocemente e facilmente.

Inoltre, il vetro è più facile che possa "*pigliare Aria*" nel toglierlo dalla fornace, e questo lo porta più facilmente a presentare sulla sua superficie le "ampollette": in generale, anche se si dovessero presentare sul cristallo e non sul vetro, queste non solo possono essere indice di una mancata attenzione nella fabbricazione, ma soprattutto possono rendere la vista difficoltosa.

Questi difetti spesso possono non essere visibili direttamente, ma si possono osservare contro un muro bianco illuminato dal Sole, con una candela al buio, oppure appoggiandole su della carta su cui siano scritte o stampate delle lettere: se vi sono delle imperfezioni, queste compariranno tra i caratteri.

Secondo Manzini è in realtà abbastanza facile che queste si presentino, tanto che un

²⁹Probabilmente fa riferimento a eventuali "bolle" superficiali.

³⁰Nonostante le differenze, l'autore usa i due termini in maniera interscambiabile, e nell'analisi si segue questa tendenza.

modo sicuro di evitarle non è ancora stato trovato, ma se si dovesse trovare "sarebbe Segreto incomparabile ad ogni altro; perche simile imperfettione è la distruzione di qual si voglia ben lavorata Lente".

Per quanto riguarda il modo di tagliare il vetro, nell'undicesimo capitolo, intitolato "Dell'Occhiale Piano, Conservativo, e come si tagli il Vetro, ò Cristallo", Manzini fa riferimento alla pratica con cui il cristallo reso piano da entrambi i lati, viene portato ad assumere una forma circolare riducendolo con "la Forfice, ò con la Molletta", rappresentate nella figura successiva. Prima di tagliarlo a forma di cerchio, però, sarebbe più utile secondo Manzini creare dei quadretti, disegnandoli sul vetro tramite una punta di diamante o un pezzo di smeriglio, per poi spezzare dove si è lasciato il segno.

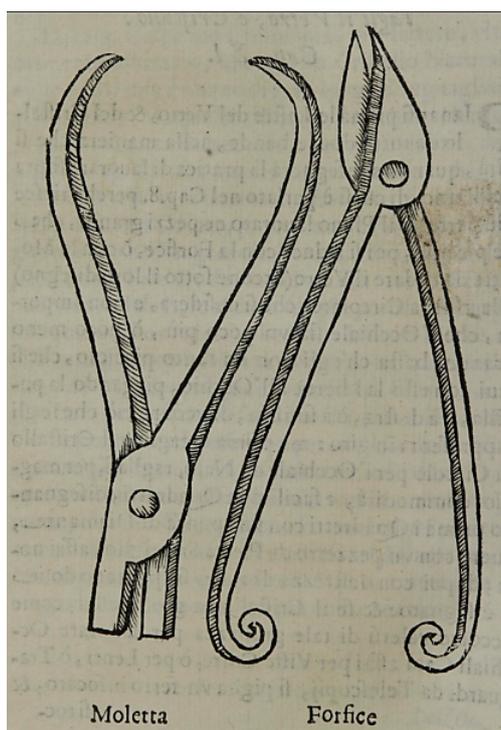


Figura 2.7: Rappresentazione della molletta e del paio di forbici descritti nell'opera.

Se il vetro è molto spesso, si può usare un ferro infuocato per tagliare il cristallo, anziché a mani nude, ma l'autore consiglia, per avere un taglio netto anche in caso di notevole spessore, di segnare il vetro da entrambe le parti, in modo tale che "i segni vengano l'uno contro l'altro".

Diviso il cristallo in quadretti, bisogna eliminare gli angoli con le mollette o con le forbici, cercando di riportare la forma a quella circolare; per essere sicuri di aver creato un cerchio perfetto, si può utilizzare un cerchio di carta o cartone della misura che si vuole, si segna la forma sul cristallo e poi si taglia di conseguenza.

Per fare questa operazione di "segnatura" si possono sempre utilizzare le pietre sopra citate, cioè la punta di diamante, "che adoprano li Specchiari di Venetia" incastrata a un capo di un fil di ferro così da facilitarne l'impugnatura, oppure lo smeriglio, dura quasi quanto il diamante. Quest'ultima serve anche, polverizzata, per lavorare le lenti, e in questo caso viene definita dall'autore "spoltiglia".

2.2.6 Lavorazione

Questa tematica contiene tutti quei capitoli e riferimenti alla lavorazione delle lenti. Per questa è necessario avere degli strumenti appositi, come, nel caso dell'occhiale conservativo descritto precedentemente, un piano per poter appiattire i vetri appena usciti dalla fornace. Questo piano può essere di ferro, rame, marmo o di un altro tipo di pietra dura, a patto che sia omogenea e non costituita da materiali differenti, cosa che potrebbe portare a graffiare il vetro.

Oltre a questo, ovviamente, dev'essere perfettamente piatta, caratteristica non semplice da ottenere.

Il piano di cui si serve Manzini è di un metallo simile all'acciaio, lungo quattordici once e mezza, e largo dodici e il suo utilizzo principale è quello di rendere piane, ricoperto di spoltiglia, le lenti per telescopi, in modo tale da averle piane da un lato e convesse dall'altro: questa operazione è molto delicata e la si padroneggia dopo molta pratica, perché si rischia di non appiattire nella maniera corretta e dunque restituire un'incurvatura indesiderata alla lente oppure di graffiarla.

Oltre agli occhiali conservativi vi sono gli occhiali correttivi per i vari difetti visivi: Manzini ritiene vi siano due generi della vista, suddivisibili in varie "Specie", dove il primo genere è suddivisibile in sei, il secondo in due.

Per il primo, detto anche "vista grossa" (presbiopia)³¹, si hanno infatti:

- la prima specie, da quaranta a cinquant'anni (detta anche "Vista Comune");
- la seconda, da cinquanta a sessant'anni;
- la terza, da sessanta a settant'anni;
- la quarta, da settanta a ottant'anni;
- la quinta, "da Mezza Cateratta";
- la sesta, "da Cateratta intiera".

Nel secondo caso si hanno invece la vista debole e la vista corta (miopia).

Ovviamente le età assegnate sono delle generalizzazioni e Manzini afferma che bisogna attenersi prima di tutto ai bisogni personali di chi richiede il paio di occhiali.

Per lavorare questa tipologia di occhiali sono necessari dei "Piatti, ò Forme Sferiche" che devono essere delle porzioni di sfera. Per costruirle è necessario prendere delle lastre sottili di ferro, rame o di ottone, un compasso che possa descrivere le porzioni di cerchio (o "Centine") sopra queste lastre, e una riga di legno o di metallo lunga almeno un piede e divisa in once e nei sottomultipli delle stesse.

Manzini nell'opera afferma che, per lui, un'oncia è divisibile in sessanta parti definite minuti, rappresentate nel mezzo piede di Bologna come in figura.

³¹Dal testo con l'espressione "vista grossa" si potrebbe pensare all'ipermetropia. Tuttavia, la suddivisione in categorie all'aumentare dell'età e il fatto che le lenti convesse fossero già in uso da diverso tempo per correggere la presbiopia, come affermato in BUCCIANTINI M., CAMEROTA M. e GIUDICE F., *Il telescopio di Galileo. Una storia europea*, Einaudi, 2012, p. 49, porta ad affermare che il difetto visivo considerato è probabilmente la presbiopia, piuttosto che l'ipermetropia.

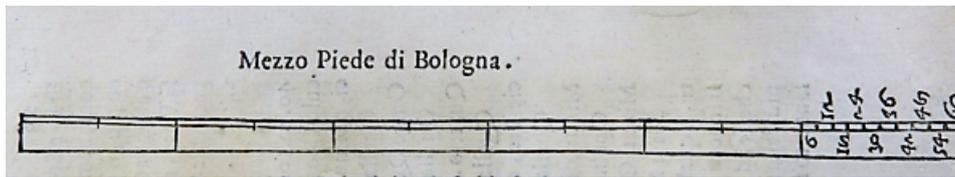


Figura 2.8: Rappresentazione del mezzo piede di Bologna, non in scala, suddiviso in sei once e in minuti.

Per ottenere degli occhiali che siano adatti a ciascuna delle sei specie definite sopra bisogna avere delle forme con determinate caratteristiche. Nel caso della presbiopia si utilizzano delle forme circolari convesse, con raggi differenti a seconda della specie (per esempio, quattro once per la terza specie e due once e quarantacinque minuti per la sesta), mentre i modelli per la miopia vanno tagliati concavi, anche se non si hanno misure già determinate, poiché questo difetto ha bisogno di molta attenzione alle esigenze personali. Tuttavia, afferma Manzini, è comunque utile avere a disposizione delle forme "standard" in modo tale da poter modificare leggermente gli occhiali e renderli più o meno concavi, a seconda della richiesta: per fare ciò, si possono sfruttare le forme per l'ipermetropia, le quali possono essere rovesciate e utilizzate dalla parte "cava" per poter lavorare degli occhiali per miopi; oltre a ciò ci può essere la necessità di avere una lente che sia convessa da un lato e concava dall'altro.

Per capire come debbano essere i raggi di curvatura delle lenti da fabbricare, vengono inserite nell'opera le seguenti tavole, dove le prime due fanno riferimento ai raggi di curvatura delle lenti biconcave e biconvesse, le ultime due a quelli delle lenti da un lato convesse e dall'altro concave; le unità di misure sono in palmi e minuti.

PRIMA TAVOLA.
L'vno de Semidiametri della Sfera Colma, ò Caua, Quando la Lente è Colma, ò Caua da tutte due le bande.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1 0											
2	1 20	1 0										
3	1 30	2 34	3 0									
4	1 36	2 40	3 36	4 0								
5	1 40	2 51	3 41	4 40	5 0							
6	1 43	3 0	4 0	4 45	5 28	6 0						
7	1 45	3 7	4 22	5 1	5 50	6 33	7 0					
8	1 47	3 11	4 23	5 20	6 9	6 51	7 28	8 0				
9	1 48	3 16	4 30	5 31	6 26	7 12	7 51	8 28	9 0			
10	1 49	3 20	4 37	5 41	6 40	7 20	8 14	8 54	9 28	10 0		
11	1 50	3 23	4 41	5 51	6 51	7 46	8 33	9 16	10 0	10 28	11 0	
12	1 51	3 26	4 43	6 0	7 4	8 0	8 51	9 34	10 11	10 55	11 29	12 0
13	1 52	3 28	4 52	6 7	7 11	8 13	9 6	9 54	10 28	11 18	12 55	13 29
14	1 53	3 30	4 56	6 11	7 21	8 24	9 20	10 10	10 59	11 40	12 59	13 51
15	1 54	3 31	5 0	6 19	7 30	8 34	9 33	10 26	11 11	12 0	12 39	13 50
16	1 55	3 33	5 3	6 34	7 37	8 44	9 44	10 40	11 32	12 18	13 0	14 43
17	1 56	3 34	5 6	6 41	7 44	8 51	9 55	10 53	11 46	12 36	13 21	14 4
18	1 56	3 36	5 8	6 51	7 50	9 0	10 4	11 5	12 0	12 51	13 39	14 14
19	1 57	3 38	5 10	7 0	8 0	9 7	10 14	11 16	12 11	13 6	13 56	14 41
20	1 58	3 39	5 11	7 10	8 10	9 14	10 21	11 25	12 21	13 10	14 11	15 0
21	1 59	3 41	5 12	7 20	8 20	9 26	10 30	11 35	12 36	13 33	14 26	15 16
22	1 59	3 42	5 13	7 30	8 30	9 38	10 37	11 44	12 46	13 41	14 40	15 32
23	1 59	3 43	5 14	7 40	8 40	9 50	10 44	11 52	12 56	13 56	14 51	15 46
24	1 59	3 44	5 15	7 50	8 50	10 0	10 50	11 59	13 0	14 8	15 5 16 0	
25	1 59	3 45	5 16	8 0	9 0	10 10	11 0	12 7	13 14	14 17	15 17	16 13

Diametro della Sfera Colma, ò Caua, prodotto dalla vnione de Semidiametri laterale, e frontale di questa Tavola.

PRIMA TAVOLA
L'vno de Semidiametri della Lente Colma, ò Caua, Quando la Lente è Colma, ò Caua da tutte due le bande.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13	1 0												
14	1 20	1 0											
15	1 30	2 34	3 0										
16	1 36	2 40	3 36	4 0									
17	1 40	2 51	3 41	4 40	5 0								
18	1 43	3 0	4 0	4 45	5 28	6 0							
19	1 45	3 7	4 22	5 1	5 50	6 33	7 0						
20	1 47	3 11	4 23	5 20	6 9	6 51	7 28	8 0					
21	1 48	3 16	4 30	5 31	6 26	7 12	7 51	8 28	9 0				
22	1 49	3 20	4 37	5 41	6 40	7 20	8 14	8 54	9 28	10 0			
23	1 50	3 23	4 41	5 51	6 51	7 46	8 33	9 16	10 0	10 28	11 0		
24	1 51	3 26	4 43	6 0	7 4	8 0	8 51	9 34	10 11	10 55	11 29	12 0	
25	1 52	3 28	4 52	6 7	7 11	8 13	9 6	9 54	10 28	11 18	12 55	13 29	
26	1 53	3 30	4 56	6 11	7 21	8 24	9 20	10 10	10 59	11 40	12 59	13 51	
27	1 54	3 31	5 0	6 19	7 30	8 34	9 33	10 26	11 11	12 0	12 39	13 50	
28	1 55	3 33	5 3	6 34	7 37	8 44	9 44	10 40	11 32	12 18	13 0	14 43	
29	1 56	3 34	5 6	6 41	7 44	8 51	9 55	10 53	11 46	12 36	13 21	14 4	
30	1 56	3 36	5 8	6 51	7 50	9 0	10 4	11 5	12 0	12 51	13 39	14 14	
31	1 57	3 38	5 10	7 0	8 0	9 7	10 14	11 16	12 11	13 6	13 56	14 41	
32	1 58	3 39	5 11	7 10	8 10	9 14	10 21	11 25	12 21	13 10	14 11	15 0	
33	1 59	3 41	5 12	7 20	8 20	9 26	10 30	11 35	12 36	13 33	14 26	15 16	
34	1 59	3 42	5 13	7 30	8 30	9 38	10 37	11 44	12 46	13 41	14 40	15 32	
35	1 59	3 43	5 14	7 40	8 40	9 50	10 44	11 52	12 56	13 56	14 51	15 46	
36	1 59	3 44	5 15	7 50	8 50	10 0	10 50	11 59	13 0	14 8	15 5 16 0		
37	1 59	3 45	5 16	8 0	9 0	10 10	11 0	12 7	13 14	14 17	15 17	16 13	

Diametro della Sfera Colma, ò Caua prodotto dalla vnione de Semidiametri laterale, e frontale di questa Tavola.

Figura 2.9: Le tabelle rappresentano la prima tavola data da Manzini, relativa ai raggi di curvatura delle lenti biconcave e biconvesse.

SECONDA TAVOLA
L'vno de Semidiametri della Lente Colma, ò Caua, Quando la Lente è composta di Colmo, ò di Cauo.

SECONDA TAVOLA
L'vno de Semidiametri della Lente Colma, ò Caua, Quando la Lente è composta di Colmo, e di Cauo.

Diametro della Sfera Colma, ò Caua prodotto dalla vnione de Semidiametri laterale, e frontale di questa Tavola.

Figura 2.10: Le tabelle rappresentano la seconda tavola data da Manzini, relativa ai raggi di curvatura delle lenti concave da un lato e convesse dall'altro.

In generale le lenti presentano due "bande", o lati, e dunque due raggi di curvatura, uno per lato, e non è detto che questi ultimi siano uguali.

Le tabelle hanno come scopo quello di utilizzare i due raggi di curvatura delle due facce della lente per cercare "il Diametro intiero di una Sfera, che da se sola servirebbe ad una Vista eguale alle due composte in un Vetro solo": cercando il valore del raggio di curvatura di una delle due facce nella riga superiore e quello rimanente nella colonna laterale a sinistra, incrociandoli si otterrà il "diametro di Sfera" cercato.

Il valore trovato, spiega Manzini, corrisponde al raggio di curvatura di una lente che avesse entrambe le facce uguali, ovvero con lo stesso raggio di curvatura: situazione vantaggiosa, spiega Manzini nel testo, poiché ciò ridurrebbe il lavoro e i tempi di lavorazione.

Possono essere utilizzate anche per lenti da telescopio, perché noti i raggi di curvatura delle lenti, il valore centrale trovato sarà corrispondente alla lunghezza del tubo che si dovrà utilizzare.

Ovviamente, sempre in riferimento al telescopio, si può fare l'operazione opposta: nota la lunghezza del tubo si può capire, una volta individuato il valore nella tabella, quali siano i raggi di curvatura delle due porzioni della lente. Per esempio, se si ha un telescopio di venti palmi e dodici minuti di lunghezza e si vuole usare una lente biconvessa o biconcava, si deve cercare nella tavola apposita (le prime due in questo caso) il valore dato, per poi ricercare nella riga superiore e nella colonna laterale i raggi di curvatura corrispondenti, che in questo caso sono rispettivamente 18 e 23: la lente andrà lavorata in forme sferiche con questi raggi di curvatura, affinché possa essere usata per il telescopio a disposizione.

Nel caso della seconda tavola (le ultime due tabelle), l'operazione è la stessa, ma la lente dovrà essere da un lato convessa e dall'altro concava.

Nell'opera si ha anche un capitolo, il diciannovesimo, dedicato ai materiali necessari per lavorare "Occhiali di ogni sorte", facendo particolare riferimento all'"Arena, ò Sabbione" e alla spoltiglia, già citata precedentemente. Questi due materiali fanno in-

fatti parte di un procedimento a due passaggi, dove inizialmente si prende l'arena setacciata con un crivello e poi si applica la spoltiglia.

Manzini afferma di utilizzare generalmente un'arena proveniente da alcune miniere di un macigno vicino a Bologna, ma sostiene che più o meno siano tutte uguali, l'importante è che questo materiale abbia una consistenza ben precisa: dato che il suo compito è quello di "sgrossare" o dare "*la prima forma rozza*" al vetro, non può essere più dura dello stesso, perché agirebbe in maniera troppo aggressiva, ma nemmeno troppo tenera, perché altrimenti lo liscerebbe soltanto.

La spoltiglia, invece, viene utilizzata per dare la forma finale al vetro, al fine di donargli la convessità o la concavità ricercata: in questo caso si afferma che se il vetro dovesse già avere, prima dell'utilizzo dell'arena, una dimensione adatta al tipo di lente che si vuole fabbricare, sarebbe meglio saltare il primo passaggio e utilizzare direttamente la spoltiglia per evitare di assottigliarla troppo e di rovinare il vetro.

La spoltiglia ha bisogno di una preparazione attenta per evitare che sia "*mescolata di granelli grossi, e minuti*": si prende un secchio pieno d'acqua con dentro la spoltiglia, sfregandola tra le mani in modo tale da "sminuzzarla" e da lasciare andare a fondo le parti più grosse. In seguito la parte più leggera viene messa in un altro vaso, mentre quella che è andata a fondo viene conservata per altri utilizzi³².

La parte più leggera e sottile della spoltiglia, se non dovesse essere della dimensione ricercata, può essere ridotta ulteriormente con lo stesso metodo: Manzini afferma che per essere sicuri di ottenere dei granelli molto sottili si può ripetere l'operazione per tre volte, cercando però di non arrivare a una spoltiglia "impalpabile" perché essa pulisce sì molto bene, ma se dovesse essere troppo sottile non si finirebbe mai il lavoro, dato che i segni lasciati dall'arena non verrebbero mai eliminati totalmente.

Successivamente la spoltiglia deve asciugarsi, al Sole o davanti al fuoco, e poi è pronta per l'utilizzo.

I materiali descritti vengono utilizzati insieme alle forme, o piatti, necessari per lavorare le lenti "*tanto Cave, quanto Colme*", a cui si è già accennato precedentemente.

Per preparare queste forme è necessario seguire dei modelli o delle centine, generalmente di metallo, come ferro o rame, le quali "*vengono a descrivere una porzione di superficie materiale di Sfera*" quando vengono girate su se stesse: esse si ottengono utilizzando un compasso tagliente con apertura che si ritiene adatta per tale modello e le forme di metallo, seguendo la curvatura del modello, possono poi essere incavate tramite un tornio oppure battute a martello per ottenere le caratteristiche desiderate.

Le forme in generale hanno una certa curvatura che deve essere mantenuta affinché si possano costruire delle lenti ottime, ma esse devono essere anche rese lisce: quest'ultima operazione del "*pianare*" le forme è dunque importante ma molto rischiosa, perciò necessita di attenzione.

Si possono utilizzare diversi materiali con cui sfregare le forme, generalmente pomice, piombo e smeriglio pestato "*più grosso della Spoltiglia comune*": in realtà si potrebbero sfregarci sopra delle lenti da telescopio con l'arena per dare una prima forma al cristallo e lisciare il piatto allo stesso tempo.

Ci sono forme, secondo Manzini, più adatte a certi lavori di altre: per esempio per gli occhiali da vista le forme di rame o di ferro sembrano le migliori, mentre per le lenti da telescopi quelle di marmo sembrano essere più adatte.

³²Nell'opera viene fatto l'esempio di togliere la ruggine dal ferro.

Come si è già citato, la curvatura delle forme viene acquisita seguendo un modello, o centina, accuratamente preparato in precedenza e rappresentato nella figura successiva.

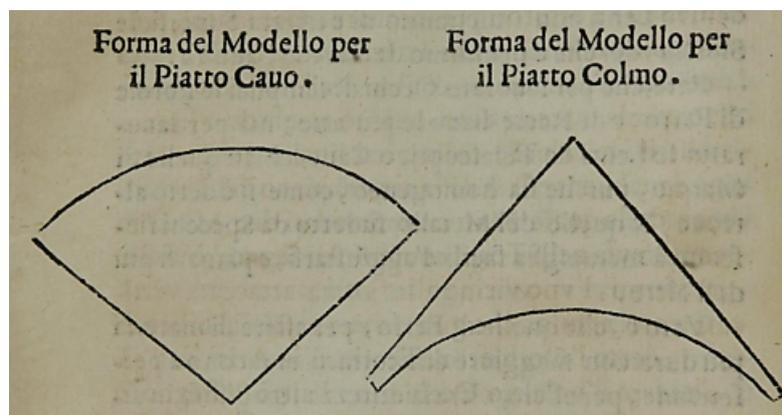


Figura 2.11: Rappresentazione schematica dei modelli per piatti cavi e colmi.

Un passaggio che non si deve assolutamente saltare è il controllo della curvatura ottenuta: se la forma non fosse una porzione di sfera si otterrebbe una lente inutilizzabile, dunque bisogna cercare di risolvere questo errore. Per fare ciò si utilizza un tornio simile a quello rappresentato in figura.

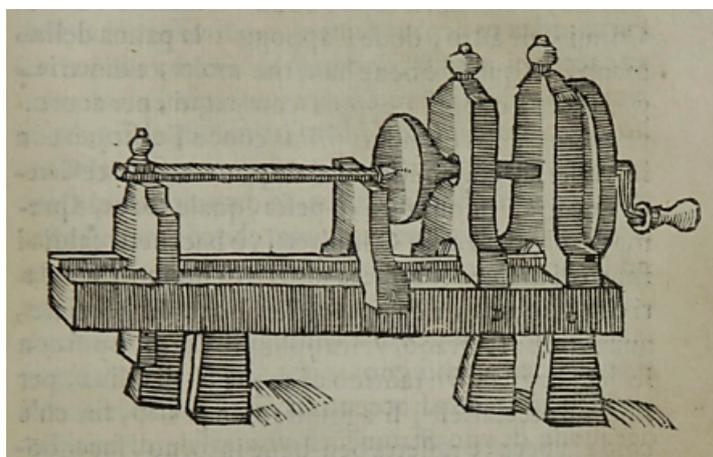


Figura 2.12: Rappresentazione del tornio usato per sistemare la curvatura delle forme per lenti. In questo caso la forma è di fianco al sostegno di destra, circa al centro della figura.

Una volta fabbricata la forma si prende una riga di legno o ferro lunga quanto il raggio di curvatura della forma creata, facendo un foro a un capo della riga per infilarvi un ferro comunemente usato dai tornitori per incavare. L'asta deve essere collocata parallelamente alla base del tornio, come in figura, al di sopra di due sostegni o "Mazzoni", dove quello più lontano dal fuso del tornio (nella figura il sostegno a sinistra) è fissato tramite una chiavarda al capo dell'asta senza l'utensile di ferro. Un certo margine di movimento intorno alla chiavarda deve essere permesso, in modo tale da poter descrivere, con il ferro inserito nel capo opposto dell'asta, un arco di cerchio con centro coincidente con la chiavarda e di lunghezza pari alla "larghezza della Forma", la quale è attaccata verticalmente al fuso. La punta del ferro deve toccare la forma in

maniera molto leggera.

Per correggere la curvatura della forma si devono considerare due operazioni: in primo luogo il movimento del fuso del tornio, attraverso il piede o una ruota, il quale permette di muovere la forma a cui è attaccato e che porta il ferro nel capo dell'asta a incavarla "sfericamente"; in secondo luogo si deve considerare un ulteriore movimento, a opera del tornitore, con cui si spinge lentamente l'asta verso il centro della forma, per poi allontanarla nuovamente. Se il tutto è stato eseguito correttamente, si ottiene una forma con la curvatura corretta.

I ferri per incavare, però, possono avere diverse caratteristiche, e Manzini ritiene che l'esperienza "*insegnerà all'Operante*" quali scegliere a seconda delle necessità.

Ovviamente quest'azione di correzione della forma può lasciare dei segni all'interno, i quali potranno poi essere eliminati attraverso della pomice oppure direttamente lavorandoci i cristalli.

Successivamente in questa tematica si può considerare il ventiduesimo capitolo dedicato ai cosiddetti "*Bacchetti*", su cui si attaccano i vetri per lavorarli. Questi possono essere di vario tipo, a seconda della lente che si deve lavorare, per esempio per gli occhiali da vista si prendono dei cilindri di legno forte fatti al tornio, piatti dal lato su cui si attacca il vetro e colmi in quello su cui si appoggia la mano.

I vetri, preparati con le forbici o le mollette come descritto precedentemente, vengono attaccati alla parte piana del bacchetto attraverso della pece greca: essa viene sminuzzata o pestata e successivamente attaccata ai bacchetti, i quali devono essere caldi in modo tale da permettere che la pece greca si liquefaccia e vi si possa incollare il vetro, utilizzando le dita bagnate per far sì che aderisca bene.

Questi particolari bacchetti hanno una lunghezza di circa due onces, ma ve ne possono essere di più grandi, a seconda del tipo di lente, e soprattutto di più forme, a seconda del metodo di lavorazione, per esempio ve ne sono alcuni piatti "*da tutte e due le bande*" e non molto alti, come quelli che Manzini afferma di utilizzare.

Nel caso delle lenti grandi i bacchetti tendono a essere di marmo, ma nel caso non lo fossero è utile, per attaccarvi la lente, sfruttare il bitume, composto generalmente di una porzione di pece greca e di una porzione di mattoni sbriciolati, oltre a un po' di trementina: tutto questo va mescolato e liquefatto a fuoco lento, per poi essere messo in un vaso con acqua fresca a raffreddare; quando ce n'è necessità, devono essere scaldate e stese sul bacchetto, mantenendole calde per far sì che il vetro si attacchi.

Se, dopo aver lavorato il cristallo, questo dovesse rimanere sporco di bitume, basterà scaldare dell'olio in un tegame e inserirvi la lente quando è caldo, affinché il bitume si sciolga e la lente sia pulita.

Nel caso delle lenti di grandi dimensioni, i bacchetti, come già citato, tendono però a essere di marmo, e le loro dimensioni sono circa pari a un'oncia di altezza e di larghezza a piacere, proprio per accomodare lenti di varie grandezze. In questa situazione non si può usare il bitume, ma il gesso impastato con acqua.

Manzini descrive il procedimento che lui era solito attuare con questo tipo di bacchetti: presa la forma su cui voleva lavorare le lenti e steso un leggero strato di olio o grasso su di essa, aveva posto in essa i vetri che gli servivano, per poi adattare il bacchetto su cui era stato applicato il gesso alla forma stessa, premendo con la mano. In seguito, il bacchetto e i vetri da utilizzare, incollati, erano stati staccati dalla forma attraverso dei colpi con un pezzo di legno, facilitati dallo strato unto.

In seguito ci si concentra sui movimenti che è necessario fare per lavorare le lenti.

Preso la forma adatta al vetro che si considera, si deve applicare su di essa l'arena bagnata; il bacchetto con attaccato il vetro da lavorare va tenuto con entrambe le mani e passato sulla forma descrivendo delle "Ciffre Spirali", come rappresentato nella figura sottostante. In questo modo si dà la prima forma al vetro.

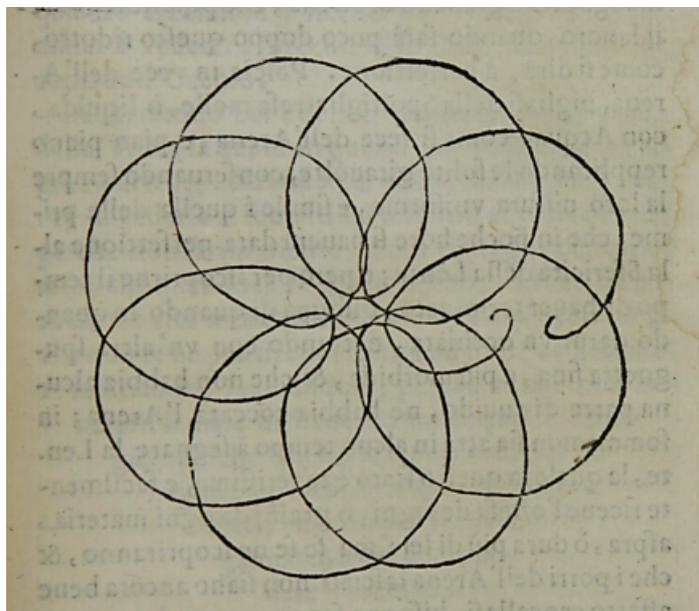


Figura 2.13: Movimenti da eseguire nel passare il vetro sulla forma

Bisogna seguire dunque un movimento a spirale che passi sempre per il centro della lente fino a quando non si senta più *"lo stritolamento di lei [l'arena] sotto lo stropiccio del Cristallo"*; in seguito si pulisce la lente con una spugna imbevuta d'acqua, per poi sostituire l'arena logora che si trova nella forma con dell'altra, ripetendo l'operazione fino a quando il vetro non ha *"perduto tutta la prima crosta, & acquistato la Colmezza, ò Sfericità Colma, se la Lente hà da essere Colma, Cava, se concava"*.

A questo punto bisogna lavare il bacchetto, la lente e la forma con la spugna in modo da togliere qualunque traccia dell'arena.

In seguito, al posto dell'arena, si deve prendere della spoltiglia con acqua, in modo da renderla molto morbida, si descrivono nuovamente le spirali rappresentate fino a dare, in qualche ora, *"perfettione alla Sfericità della Lente"*, per poi passare rapidamente alla sua pulizia. Per sapere quando si è finito è necessario fermarsi e dare un'occhiata ogni tanto allo stato della lente, rimuovendo da essa la spoltiglia con un'altra spugna, più morbida e che non abbia mai toccato l'arena: in questo momento infatti la lente è molto delicata ed è facile che possa graffiarsi.

Nel caso poi si veda che la lente non ha ancora raggiunto il suo stato finale, è bene continuare con l'operazione fino a quando non venga raggiunta una perfetta levigatura e la spoltiglia non si sia ben logorata: a questo proposito Manzini consiglia per sicurezza di continuare a lavorare la lente comunque, anche se si ritiene di aver finito, per circa mezz'ora, o anche un po' di più, perché la vista potrebbe trarre in inganno.

Per quanto riguarda i metodi di lavorazione, le lenti concave necessitano di un metodo particolare, poiché tendenzialmente, afferma Manzini, si lavorano in pezzi di vetro non molto grandi di modo che possano essere inserite in tubi corti e sottili, comodi per chi è solito portarsi dietro i cannocchiali in caso di osservazioni straordinarie. Queste lenti vengono lavorate *"stropicciando"* il vetro sopra a delle sfere piccole con moti

circolari, tramite il bacchetto in cui si trova la lente, facendo attenzione che vi sia corrispondenza tra le cavità delle due parti opposte delle lenti per evitare di rovinarla. Vi sono due regole che l'autore cita a riguardo: la prima afferma che all'inizio dell'operazione in cui si "stropiccia" il vetro sulla sfera, o palla, ricoperta di spoltiglia, bisogna andare linearmente ed è necessario di tanto in tanto *"andarsi volgendo tra le dita il bacchetto, ò à destra, ò à sinistra, come più aggrada"*, in modo tale da evitare che il centro della concavità possa non essere coincidente con il centro del vetro; la seconda regola consiglia invece di porre una rotella di piombo, di diametro pari a un'oncia, sopra un tornio, tra le punte o in aria, come nella figura seguente.

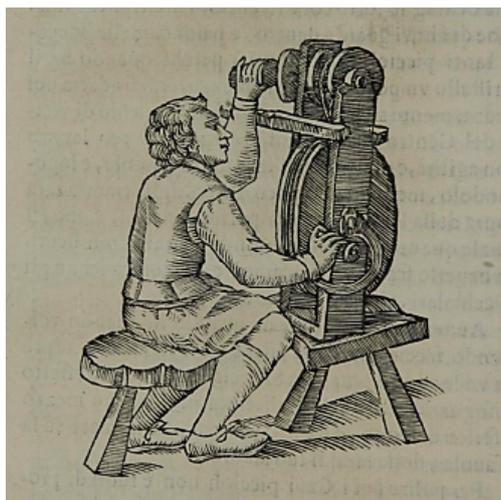


Figura 2.14: Rappresentazione di un tornio in aria contenuta nell'opera.

Quando questa rotella viene fatta girare si deve accostare a essa il centro del vetro che si vuole incavare, su cui è stata posta della spoltiglia bagnata con acqua. L'idea è avvicinare il cristallo di taglio alla circonferenza della rotella, che non dovrà essere molto sottile, in modo tale da poter dare inizio alla formazione della cavità desiderata della lente, mantenendo fissa la mano che tiene il bacchetto, per poi allontanarsi dallo strumento: questa operazione permette, infatti, di ottenere il centro della lente nella maniera desiderata, mentre il resto della concavità viene ottenuto con il metodo precedente, senza fare ricorso al tornio.

Il tornio rappresentato in figura è costituito da un *"Manubrio, ò Manetta della Ruota"*, con diametro pari a un piede, il quale veniva fatta girare sei volte tramite un rocchetto (con diametro pari a due once) da cui sporge un fuso, sul quale è posta una mezza sfera, di diametro leggermente inferiore a quella con cui si lavora la lente concava considerata. Questa mezza sfera è coperta da un panno intriso d'acqua e di Tripolo sottile, materiale che verrà descritto nella sezione dedicata alla pulizia, affinché vi si possa appoggiare la lente per pulirla.

Questo è uno degli utilizzi possibili del tornio, ma Manzini consiglia di pulire la lente con altri metodi perché il rischio è quello di rovinare la forma della lente.

Il tornio, secondo l'autore, è uno strumento sicuramente utile, ma ricorda anche al lettore che utilizzarlo non implica il fatto di creare una lente perfetta, poiché nemmeno lo strumento migliore è in grado di raggiungere tale traguardo.

Per essere sicuri di ottenere degli ottimi risultati, o almeno pienamente soddisfacenti, bisogna fare attenzione a certi dettagli quando si lavora, in primis il consiglio è di assecondare i movimenti del tornio, senza cercare di muoverlo in modi che non gli

appartengono.

Nell'opera viene inserita anche un secondo disegno di un tornio, rappresentato successivamente e con cui Manzini afferma di aver pulito lenti di occhiali da naso, per cui non tutti i metodi di pulizia sono adatti, data la loro grandezza ridotta. Manzini afferma di averlo potuto vedere grazie a Ippolito Francini, detto il Tordo, "*lavoratore di Lenti bravo nella famosa Galeria del Serenissimo Gran Duca di Toscana*", il quale fu il primo a cui Galileo insegnò di persona l'arte della "dioptrica pratica"³³, divenendo molto apprezzato a suo tempo.

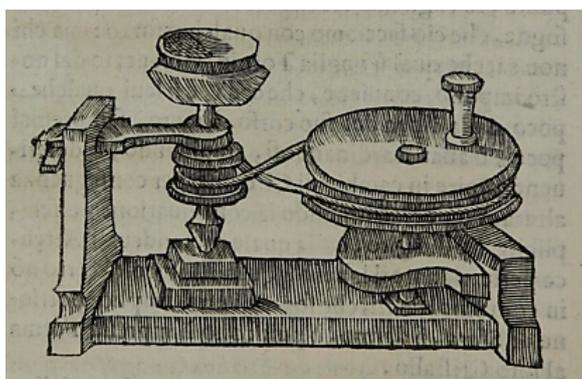


Figura 2.15: Rappresentazione del tornio di Ippolito Francini.

L'autore non si sofferma molto sulle caratteristiche di questo tornio, continuando a descrivere alcuni dei metodi di utilizzo delle forme, come quello per "Getto", dove in questo caso esse sono di tufo, incavate tramite un tornio: al loro interno viene gettata dentro la materia "*fusa che sarà a fuoco di riverbero*"³⁴ di cui sono costituiti gli specchi piani; Manzini inserisce diverse ricette per comporre questa "mistura", dove il primo metodo è descritto nella "*Pirotechnia*" di Vannoccio Biringuccio, metallurgista del XVI secolo³⁵, mentre le altre si trovano in un manoscritto antico posseduto dallo stesso Manzini, di cui però non dà informazioni sull'origine e sull'autore.

Il metodo di Biringuccio, al quale a seconda dell'esperienza posseduta si possono apporre delle modifiche, presenta due versioni: la tradizione antica, secondo cui sono necessari tre quarti di rame e uno di stagno, a cui alcuni aggiungevano un diciottesimo di antimonio e altri un ventiquattresimo di argento fine, oppure la tendenza più moderna dove si utilizzano solitamente tre parti di stagno e una di rame che vanno fuse insieme e su cui bisogna gettare, per ogni libbra, un'oncia di tartaro e mezza di arsenico macinato, lasciando che si fondano con le prime per poi gettare nuovamente il tutto, infatti il procedimento va ripetuto per ogni libbra, non si deve fare il calcolo di quanto tartaro e arsenico servano per poi utilizzarne la quantità totale in una volta sola.

Nel frattempo bisogna stare attenti che non si raffreddi il tutto, poiché si potrebbe rompere e diventerebbe inutilizzabile.

³³Si veda VARETTI C. V., "*L'artefice di Galileo Ippolito Francini detto Tordo: contributo agli studi galileiani e alla storia dell'ottica*", estratto dai *Rendiconti della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche* della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, ser. VI, vol. XV, fasc. 3-4, 1939, p. 6

Qui Ippolito Francini è citato come "Mariani", probabilmente confuso con il nipote materno che fu suo allievo, come affermato nella stessa fonte alle pagine 8-9

³⁴Il materiale non si è fuso a contatto diretto con il fuoco.

³⁵Si veda Vannoccio Biringuccio su [Enciclopedia Treccani](#)

Manzini poi inserisce due ricette contenute nel manoscritto antico sopra citato, dove nella prima sono necessari:

- una banda di ottone pesante una libbra;
- mezza oncia di "Solimato"³⁶;
- due once di stagno;
- due once di "Marchesita aurea"³⁷.

La ricetta afferma di fondere per un po', per poi gettarvi sopra un quarto d'oncia di "Sale Armoniaco"³⁸, si mescola il tutto e poi si aggiunge il solimato sopra citato, per finire con un po' di nitrato di potassio ("salnitro").

La seconda ricetta prevede invece l'utilizzo di una banda di ottone pesante otto once e quello che è probabilmente un composto di stagno e mercurio, pesante due once. Si prende, in questo caso, un "Regolo di Antimonio, ò Mercurio", congelato con del piombo: l'ottone va fuso e bisogna gettarvi dentro della marcasite, poi il mercurio, "cioè il Regolo di Antimonio suddetto", gettando poi tutto nelle forme.

Le istruzioni delle ricette inserite da Manzini, come si può vedere, non sono in realtà molto chiare: lo stesso autore se ne rende conto, soprattutto nella seconda dove il mercurio e l'antimonio sono usati come sinonimi, il che può confondere il lettore.

Da qui l'autore sente la necessità di aggiungere un ulteriore metodo tratto dalla "Piazza universale" di Tommaso Garzoni che, comunque, non viene descritto in termini molto semplici: a questo rischio Manzini aveva accennato all'inizio della sezione, affermando che, proprio a causa della vastità di argomenti e informazioni e del numero ridotto di pagine a disposizione, sarebbe stato molto facile descrivere frettolosamente il tutto e dunque renderlo difficile da comprendere.

Per quanto riguarda la ricetta di Garzoni, bisogna prendere pari quantità di rame e stagno, fondendoli insieme; per ogni libbra si aggiungono un'oncia di arsenico cristallino, mezza oncia di un composto di antimonio e argento, mezza oncia di tartaro di botte calcinato, mescolando il tutto e lasciandolo, liquefatto, almeno quattro ore a riposare.

La forma in questo caso è costituita da due pietre di tufo lisce tra le quali viene posto un filo di ferro grande tanto quanto il vetro che si vuole creare; questa viene poi stretta tra due bastoni, la si scalda e poi si "buttano li Specchi con la sopradetta materia", cioè quella descritta dalla ricetta di Garzoni, per poi attaccarvi sopra del gesso con cui sfregarli e renderli piani; infine, li si lustra con un panno con stagno calcinato.

Un consiglio che viene dato, proveniente dall'esperienza "dell'Illustrissimo Sig. Co. Odoardo Pepoli", è quello di togliere subito lo specchio dalla forma e fargli prendere aria, anziché lasciarlo raffreddare nella stessa, in modo tale da non romperlo.

Interessante è la presenza del ventiseiesimo capitolo dedicato a un "paradosso apparente" (come indicato nel titolo "Modo nuovo universale per lavorare le Lenti Colme sopra

³⁶Con questo termine si potrebbe indicare il sublimato corrosivo, cioè il dicloruro di mercurio, come indicato alla voce *sollimato* del [Vocabolario Treccani](#)

³⁷Si intende la marcasite, come indicato alla voce relativa nel [Vocabolario Treccani](#) e con "aurea" si fa probabilmente riferimento al colore giallo del materiale.

³⁸Probabilmente si fa riferimento al cloruro ammonico, come affermato alla voce *Sale ammoniaco* in [Enciclopedia Treccani](#).

di un Piano, à tutte le lunghezze praticabili de Diametri delle Sfere, ò Palle, senz'altri Piatti, ò Forme Cave: Paradosso apparente: Ma verità Matematica"), riguardante la lavorazione di lenti convergenti: Manzini afferma di aver scoperto un modo che non faccia uso di piatti o forme, il ché sembrava un'idea impossibile.

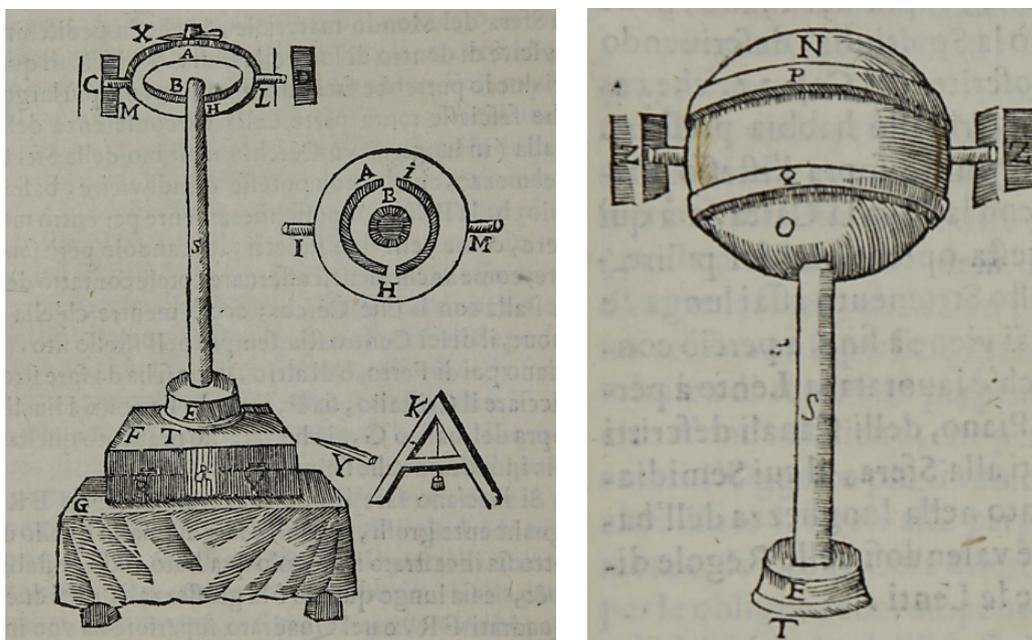


Figura 2.16: Rappresentazione della struttura descritta da Manzini per il nuovo metodo di lavorazione delle lenti convergenti. Nella figura a sinistra, nella porzione frontale del banco di ferro E, sono segnate delle lettere non ben visibili: a sinistra si ha la lettera R, a destra la lettera V.

Per fare ciò si deve prendere un'asta lunga quanto il raggio di curvatura desiderato per la lente, e sopra di essa porre il bacchetto (qui definito anche "manubrio") dove si trova il cristallo da lavorare; sopra il banco da lavoro si deve poi mettere un piano di ferro al di sopra del quale porre, ortogonalmente, l'asta descritta, appendendola al soffitto attraverso una bilancia costituita da due cerchi concentrici.

Nella figura a sinistra si nota la lente T incollata al bacchetto E, attaccato a sua volta all'asta S, la quale passa per il centro del cerchio interiore B, rappresentato nella vista dall'alto.

Il cerchio B è mobile sopra i poli i e h (nel cerchio esteriore A), mentre il cerchio A è sospeso in bilico sopra i poli L e M, nei sostegni C e D nel muro o nel soffitto, a seconda di dove si è appesa l'asta. Sopra i cerchi passa una chiavarda X all'interno dell'asta affinché non esca dal cerchio B e possa essere eventualmente alzata da chi sta lavorando. Il banco di lavoro è G, mentre il piano di ferro è F.

Manzini inoltre afferma che, anziché utilizzare i cerchi A e B, si potrebbe considerare la figura a destra, dove l'asta S è conficcata nella palla ON, mobile dentro i due "cerchielli" p e q, fissi e stabili grazie ai sostegni Z-Z.

Il banco da lavoro e il piano di ferro devono essere posti a livello, e Manzini afferma di aver inventato lui stesso un metodo abbastanza complesso che sfrutta due quadrati di legno uguali posti l'uno sopra l'altro i quali devono avere dei canali R e V, quadrati, in cui poter inserire dei cunei di legno come Y; in particolare ne servono quattro, due per R e due per V, in modo tale da "mandarne uno contro l'altro". Per mettere a livello il piano di ferro con il banco di lavoro G, si deve usare quello che Manzini defini-

sce archipendolo (K), il quale permette di capire dove il piano possa essere inclinato, così da inserire il cuneo Y in quel punto per alzare il piano e renderlo pari. Nel caso non fosse così, si mette un secondo cuneo nel canale, dalla parte opposta, e così via.

Per usare lo strumento così preparato, invece, bisogna prendere il bacchetto sopra il piano, sul quale è stata stesa l'arena, o la spoltiglia, lavorando come sempre fatto. Un problema di questo strumento è la pulizia delle lenti, perché risulta molto più lunga del normale, perciò consiglia, dopo aver lavorato la lente, di fare uso dei canali descritti nella sezione successiva, dedicata alla pulizia, in modo da accelerare i tempi.

2.2.7 Pulizia

Al tema della pulizia sono dedicati solamente due capitoli, uno riguardante i materiali (*"Delle materie, che si adoprano per dare il Pulimento alli Cristalli, ò Vetri"*) e uno gli strumenti da utilizzare per questa delicata operazione (*"De Pulitori, e del modo di osservarli per pulire Occhiali Semplici, & le Lenti per i Composti, nelle quali si deve havere maggior premura"*).

Nel primo caso si afferma *"è Comune Pulimento del Cristallo, e del Vetro il Tripolo, e lo Stagno Calcinato"*: il primo è definito come una terra minerale proveniente da Tripoli di Siria³⁹, mentre con il secondo si fa riferimento al Sirtori come fonte, il quale lo detesta a tal punto da chiamarlo "veleno"; allo stesso tempo, però, non può negare il fatto che doni lucentezza al cristallo come nient'altro.

Manzini, tuttavia, afferma che non vuole lasciare al suo lettore solo queste due opzioni (addirittura una se si prende a cuore il consiglio del Sirtori), dunque fa riferimento alla sua esperienza personale: vi sono altre materie che possono essere utilizzate, ma l'importante è che non siano viscosi.

Per esempio si potrebbe utilizzare una terra minerale di colore rosso che veniva definita dai droghieri come *"Sangue di Drago"*⁴⁰, oppure sempre una terra rossa utilizzata dai pittori e con cui si puliscono i marmi di Carrara, di cui però non fornisce il nome; in generale, afferma, *"le Terre tutte [...] sono atte à questo nostro pulimento"*.

Queste terre possono essere preparate pestandole e setacciandole con un crivello sottilissimo, per poi immergerle nell'acqua; per la loro conservazione bisogna evitare che si asciughino, quindi si deve aggiungere acqua quando necessario, lasciandole coperte affinché altre sostanze non possano rovinarle.

Manzini fa anche riferimento alla possibilità di utilizzare l'antimonio, dicendo che *"ne hò preparato del così perfettamente calcinato, ch'è restato quasi impalpabile alla mano"*, e il procedimento per ottenere questa consistenza è il seguente⁴¹: si prenda una parte di antimonio e due di salnitro, il primo va tritato finemente e il secondo *"alla grossa"*, per poi metterli in un crogiolo sopra delle braci a fuoco non troppo alto. Dopo la prima calcinazione per eliminare componenti volatili si aggiungono altre due parti di salnitro, e se dovesse essere necessario cuocere un'altra volta si riaggiungono queste due parti al suo termine. Mentre sono sul fuoco bisogna sempre mescolare con del ferro o del legno, *"finche l'Antimonio sia ben calcinato"*, fatto riconoscibile dal suo colore bianco e dal fatto che non vi sia più fumo, restando *"come fiore di farina di frumento, quasi impalpabile"*.

³⁹Nel testo si utilizza la vecchia denominazione "Soria".

⁴⁰Lo stesso autore dice di non confonderla con la resina omonima.

⁴¹Nell'opera si afferma che questo metodo è attribuibile a un certo *"Medico Cornacchini"*.

Per quanto riguarda come pulire le lenti, questa viene definita come un'azione molto delicata e dove bisogna procedere con cautela per evitare che le lenti perdano la loro sfericità, dato il rischio di pulire con cura solamente il centro della lente e non la sua totalità attraverso quelli che Manzini, nel capitolo dedicato, introduce come "*Pulitori*", cioè gli strumenti appositi per questo tipo di operazione, il cui procedimento gli è stato insegnato da un Maestro veneziano di nome Domenico Rambottino.

Importante passaggio che viene fin da subito esplicitato è quello di avere una perfetta aderenza tra la forma della lente e quella del pulitore.

Per creare i pulitori generalmente i fabbricanti di occhiali scavano un pezzo di legno largo mezzo palmo circa⁴² sopra cui stendere il panno di lana, definito "*Bisello*" a Bologna, al che Manzini commenta che, per essere veramente diligenti, bisognerebbe fabbricare un pulitore per forma.

Incavati questi pulitori, li si copre con un panno di feltro o di cuoio e con le materie per pulire bagnate d'acqua e descritte precedentemente, in seguito vi si passa sopra il cristallo con una certa pressione, donando anche una certa lucentezza e mantenendo una "*corrispondenza, che la Colmezza del Cristallo ritroverà con la Cavità del Pulitore*": quello che garantisce maggiormente l'effettiva pulizia del vetro non è la sostanza utilizzata, ma questa corrispondenza.

Ovviamente sono necessarie entrambe, perché se si avesse solo il panno sopra i pulitori sarebbe abbastanza per lucidare la lente, ma l'operazione sarebbe molto più faticosa.

Se non vi fosse, poi, una corrispondenza tra la forma della lente e quella del pulitore, questo potrebbe portare a rovinare la lente, erodendo nel punto in cui vi è maggior contatto.

Un metodo che Manzini descrive nel caso vi fosse una corrispondenza evidente tra il centro della lente e del pulitore, ma lieve nella circonferenza, consiste nell'utilizzare come pulitore un pezzo di cartone grosso, appiattito con il martello, su cui viene incollata della "*Carta Fabriana*"; il cartone viene inchiodato a una tavola di legno e sfregato con un pezzetto di Tripolo abbastanza tenero, anziché la polvere bagnata che si utilizza di solito: questo viene definito "*un gran risparmio*", perché generalmente si usa troppa sostanza, mentre così con un'oncia di Tripolo si puliscono venticinque paia di occhiali, oltre a risparmiare tempo e acqua.

Questo metodo di "*Pulimento sopra della Carta con Tripolo sottilissimo senz'acqua*" ha dunque molti vantaggi, soprattutto per il fatto che la lente generalmente non si rovina, a parte nel caso in cui ci debbano essere dei pezzettini di Tripolo o di altra sostanza abbastanza spessi da graffiare la lente, il che non sempre succede con il panno perché "*queste bolle, ò Pulci si nascondono nella di lui grossezza*".

Un altro metodo che si può utilizzare, molto diffuso a Venezia, è quello di usare un "*Arco*", cioè un bastone lungo circa due braccia e grosso poco meno di un'oncia, di legno "*forte, ma pieghevole senza scavezzarsi*"⁴³. Un'estremità di questo bastone va appoggiata al soffitto o a un sostegno fuoriuscente dal muro, cercando di fissare a esso l'arco con un incastro, in modo tale che non si muova troppo durante il lavoro; in questo caso si consiglia di legare il capo superiore dell'arco con una corda affinché possa muoversi avanti e indietro ma non in alto e in basso. L'estremità inferiore dell'arco viene invece afferrata con entrambe le mani in modo tale da cercare, con forza, di dare una "piega", a seconda di dove si trova il bacchetto a cui è affissa la lente. Il tutto va posto sopra il banco da lavoro.

⁴²Pari a tre once e mezzo del piede bolognese.

⁴³L'autore per sua esperienza consiglia il corniolo.

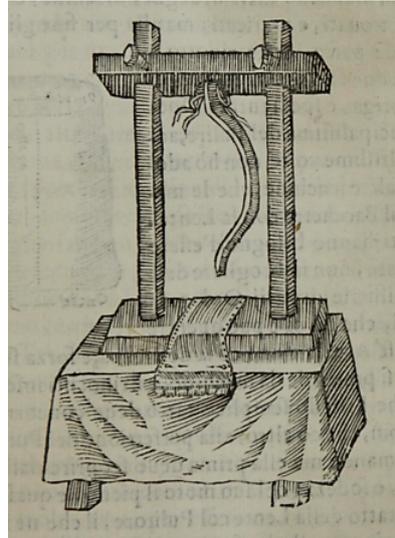


Figura 2.17: Rappresentazione del metodo di pulizia con l'arco, l'oggetto curvo in mezzo alla figura.

La struttura rappresentata in figura presenta, sul banco, il pulitore fissato a esso in modo tale che non si muova: sul pulitore va poi posta la lente che si vuole lucidare con il suo bacchetto e si prepara l'arco.

Si prende poi il bacchetto e lo si muove in avanti e all'indietro con l'aiuto dell'arco per circa un'ora, fino a che la lente non risulta pulita; in questo caso bisogna porre molta attenzione alla pressione che si esercita sulla lente e alla presenza di impurità sul panno, perché il rischio è quello di graffiarla e dunque di rovinare il lavoro.

Molto importante è inoltre la durezza dell'arco: come già citato, deve essere in grado di piegarsi, ma non deve essere troppo duro perché c'è il rischio che la lente venga schiacciata sul pulitore.

Un metodo alternativo descritto da Manzini prevede l'utilizzo di una "Rotella grossa, ò Cilindro di Piombo", rappresentata nella figura successiva a forma di "torretta", con altezza a piacere.

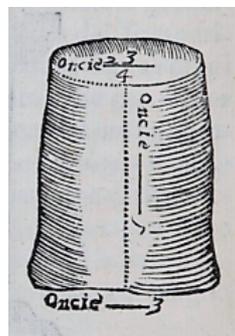


Figura 2.18: Rappresentazione del cilindro di piombo per pulire le lenti.

Questa rotella viene posta sul piano superiore del bacchetto a cui è affissa la lente, tale che la larghezza del cilindro sia pari a quella del bacchetto: questo è necessario per tenerlo facilmente fermo con le mani mentre si lucida la lente con il pulitore, muovendo

il bacchetto avanti e indietro, replicando dunque il movimento dell'arco. In questo caso però, afferma Manzini, permette una maggiore libertà di movimento sul pulitore, a differenza dell'arco che, seppur mobile, ha comunque un raggio d'azione limitato, il che può portare ad avere una maggiore pulizia nel centro della lente e minore nella circonferenza.

Vi sono altri metodi possibili, ma l'autore ha voluto citarne solo alcuni per non complicare la trattazione, scegliendo quelli che ha ritenuto più significativi: *"le Arti hanno bisogno d'essere facilitate, non imbrogliate dall'uso difficile di varij Ordegni"*.

Oltre a questo, si afferma che si possono anche usare gli strumenti migliori esistenti, ma alla fine ciò che conta sono le mani e il loro operato, quindi i movimenti da eseguire e come vengono eseguiti, e il giudizio visivo, con il controllo della lucidità e della pulizia della lente: queste sono delle qualità che derivano, principalmente, dall'esperienza.

2.2.8 Aggiunte e consigli

Quest'ultima categoria racchiude alcuni dei capitoli dell'opera che vanno ad aggiungere delle informazioni ulteriori ai vari argomenti trattati, senza essere annoverabili tra i capitoli principali.

Essendo questa tematica molto eterogenea dal punto di vista dei temi trattati, di seguito si sono considerati solamente i capitoli ritenuti più interessanti per quanto già trattato.

Tra questi vi è un capitolo (*"Delli Difetti, che all'Occhio humano sminuiscono la potenza Visiva, e come si siano scoperte le differenze delle Viste, e delle Cause delle loro diversità"*) dedicato ai possibili difetti visivi che caratterizzano l'occhio umano, i quali sono sempre più frequenti all'aumentare dell'età e la cui causa risiede in un'alterazione del cristallino; a seconda delle necessità si può trovare il tipo di occhiale adatto, per esempio: *"correggono dunque gli Occhiali Convessi l'eccesso della lunghezza de Raggi della Vista, & i Cavi la troppa loro cortezza"*, infatti le lenti convesse vengono usate in caso di ipermetropia⁴⁴, quelle concave vengono invece utilizzate in caso di miopia, dove il cristallino è *"più colmo"*, e causa una vista più corta.

Per conoscere il tipo di occhiale di cui si ha bisogno, però, è necessario, come viene affermato in un altro capitolo, avere degli *"occhiali da prova"* che possano essere indossati per capire quale fabbricare successivamente. Questi occhiali devono essere di diverse tipologie, in modo tale da poter andare incontro al maggior numero di bisogni e, nel caso il cliente non abbia trovato il tipo di occhiali adatto, Manzini consiglia di identificare due paia di occhiali che possano essere un "limite inferiore e superiore" in modo da poter fabbricare un paio intermedio.

Oltre a questo, si può riconoscere la forma su cui sono stati lavorati, se da entrambe le parti dalla stessa forma o se da due diverse, considerando il tipo di lente: se, per esempio, si prende una lente piano-concava, essa è stata lavorata con due forme diverse perché non è "cava" da ambo i lati.

All'interno di questa tematica vi è un capitolo, il quattordicesimo, dedicato alla descrizione di un metodo per rendere più comodo l'utilizzo del telescopio nelle osser-

⁴⁴Come citato nella nota 31, le lenti convesse erano utilizzate da diverso tempo per correggere la presbiopia, ma dalla porzione di testo riportata il riferimento è più probabile che sia all'ipermetropia, per cui si utilizzano lo stesso tipo di lenti correttive.

vazioni per terra e mare: in questo caso Manzini attinge dalla propria esperienza, citando il Sirtori come fonte originale per il metodo di lavorazione delle lenti che, però, ritiene abbia dei difetti.

Questo metodo può essere utilizzato per costruire telescopi con tre lenti, due convergenti e una divergente, e consiste nel lavorare due lenti sopra una stessa forma, dove la lente obbiettivo viene definita nella sua totalità poiché lavorata e pulita su tutta la forma, mentre la seconda (che sarà poi quella intermedia nel telescopio) viene lavorata solo al centro in maniera definita: questo, secondo Manzini, porta però ad avere due lenti lavorate in maniera diversa e, conseguentemente, anche le forme su cui le si lavora si logorano principalmente al centro, rendendole difficilmente utilizzabili in seguito.

L'autore a questo punto afferma:

Ne ho però io, mosso da questo insegnamento del Sirturi, pensato Regola niente perniciosa, e sempre utile, per ottenere l'istesso intento senza fare pregiudicio à quelle Forme, che per farle perfette si suda, per così dire, il sangue.

Data la difficoltà con cui si creano queste forme per lavorare le lenti, bisognerebbe cercare di conservarle nel miglior modo possibile, quindi il metodo descritto sopra dovrebbe essere modificato.

Per fare ciò, Manzini consiglia di prendere due lenti convesse lavorate in due forme diverse, *"l'una di minor Sfera dell'altra"* (cioè con raggio di curvatura minore). La lente con quest'ultima caratteristica sarà quella che verrà posta, nel tubo del telescopio, tra l'obbiettivo e l'oculare, in una posizione che verrà definita sulla base dell'osservazione, *"fin che l'occhio veda l'Oggetto chiaro, e distinto"*, a patto che il tubo sia diminuito in lunghezza.

Secondo l'autore, questo è un metodo che può essere particolarmente utile a chi, dedicandosi alla costruzione dei telescopi nelle botteghe, possa sbagliarsi nella lavorazione delle lenti, poiché così possono essere utilizzate all'interno di un tubo più corto.

Uno dei capitoli più interessanti di questa tematica è però l'ultimo, intitolato *"Delle Hore del giorno più opportune per valersi de Telescopij a guardare gli oggetti lontani"* e riguarda alcuni consigli che Manzini vuole dare sul come utilizzare i telescopi nel modo più efficace, e più precisamente in quali ore della giornata conviene dedicarsi alle osservazioni.

Questo secondo l'autore è un problema che si presenta principalmente con degli strumenti di ottima fattura ma in mano a persone che non li sanno utilizzare in maniera ottimale, così da ritenere che i telescopi siano stati costruiti male.

Soprattutto, molti pensano che un periodo della giornata valga come un altro, ma in realtà non è così, e lo stesso autore afferma che questo è dovuto al fatto che durante il giorno gli oggetti vengono illuminati diversamente a seconda della posizione del Sole: questo porta a dover considerare sia le ombre sia l'aria, la quale può essere più o meno "chiarificata". In particolare, ritiene Manzini, nel periodo che va da tre ore prima del tramonto allo stesso⁴⁵, gli oggetti lontani possono essere osservati con molta chiarezza rispetto al resto del giorno, e questo per la maggior parte dell'anno; per il resto ritiene che vi siano dei consigli molto generici da considerare, come il non utiliz-

⁴⁵Nel testo si ha *"dalle Hore 21, incirca, fino al Tramontare del Sole"*, ma nel XVII secolo in Italia era diffusa la cosiddetta *hora italica*, tramite la quale si iniziava a contare le ore dal tramonto fino a quello del giorno successivo, suddividendolo in 24 totali, come affermato alla voce *Orologio* di [Enciclopedia Treccani](#).

zare questi strumenti quando c'è nebbia, però, allo stesso tempo, ritiene che provare i telescopi nelle varie ore della giornata sia fondamentale perché bisogna attestare le capacità dello stesso strumento, infatti *"non si cerca, se questi Occhiali scoprino perfettamente un Oggetto stesso: ma quale di loro meglio lo scopra in quel punto, & in quello stato che in tale congiuntura d'Aria si trova"*.

Capitolo 3

La collezione di lenti dell'Università di Bologna

Le tecniche di costruzione e lavorazione di lenti descritte possono essere contestualizzate all'interno delle collezioni di ottica del Museo di Palazzo Poggi e del Museo della Specola dell'Università di Bologna: in essi si trovano un considerevole numero di lenti, fabbricate da diversi costruttori del tempo, tra i quali si deve citare Giuseppe Campani.

Quest'ultimo, come già citato precedentemente, fu un costruttore di lenti e telescopi vissuto tra il 1635 e il 1715, ritenuto tra i principali del tempo: sue erano le lenti con cui Gian Domenico Cassini fece le sue osservazioni astronomiche sia a Bologna sia all'osservatorio di Parigi.¹

In questo capitolo si tenderà a fare per lo più riferimento a questo personaggio, visto il valore degli oggetti facenti parte della collezione dell'Università, in modo da sottolineare che nonostante il miglioramento che si ebbe nel corso dei decenni, al tempo *"le lenti e i montaggi del Campani erano inimitabili e irraggiungibili"*.²

3.1 Storia della collezione di ottica e di lenti dell'Università di Bologna

La storia di questa collezione è molto ricca e le sue origini coincidono con quelle dell'Istituto delle Scienze di Bologna, fondato all'inizio del Settecento dal conte bolognese Luigi Ferdinando Marsili.

Nella sua carriera militare aveva avuto l'occasione di viaggiare molto e di venire in contatto con varie culture, potendo così notare una mancanza di interesse verso la scienza sperimentale che caratterizzava l'Italia e, in primis, la sua città natale.

Con la nascita di questa istituzione l'obiettivo di Marsili fu dunque quello di voler contribuire alla diffusione della scienza, contrapponendosi alla tendenza dell'epoca per cui le università – tra cui quella di Bologna - impostavano i loro programmi sugli studi umanistici:

Per la qual cosa sapendo, che quanto Bologna in altri tempi era stata celebre a segno, che potuto aveva emulare la dotta Atene, ed essere chiamata quasi con nome proprio Madre de'

¹Si veda TABARRONI G., *La lente spezzata del Campani conservata nell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Patron Editore, Anno XVII, 1967, p. 436

²Si veda nota precedente.

*Studj, altrettanto in quella stagione di moltissime cose abbisognava per gareggiare con le più illustri Università dell'Europa, così preda l'occasione de' suoi viaggi, tutti rivolse i pensieri a prevedere cose, le quali servir potessero all'avanzamento delle Scienze nella sua Patria, ed a profitto de' suoi Concittadini.*³

Nel fare ciò, nel 1712 donò un'ingente quantità di volumi e di materiale scientifico, come telescopi, quadranti e astrolabi⁴, alcuni di innumerevole valore, tra cui un "*Telescopium optimae notae [...] a Campano elaboratum*"⁵ ("*Un telescopio di ottima fattura [...] elaborato da Campani*"): grazie a questa importante donazione, l'Istituto poté fornirsi di tutto il necessario per permettere di svolgere degli studi scientifici anche in mancanza di supporto da parte dell'università, tra cui la torre della Specola, la cui costruzione terminò nel 1726.⁶

Nei decenni successivi il catalogo dell'Istituto si arricchì ulteriormente, soprattutto grazie alla figura di Prospero Lambertini, divenuto Papa con il nome di Benedetto XIV e nato a Bologna nel 1675.

Egli attribuiva "[un']importanza eccezionale [...] alla cultura scientifica e alle forme didattiche e pubbliche più adatte per svilupparne e divulgarne la conoscenza"⁷, garantendo perciò il proprio appoggio all'Istituto delle Scienze e divenendone uno dei principali protettori e promotori.

Tra "*i benefici e le elargizioni con cui papa Lambertini aveva arricchito l'Istituto delle Scienze e onorato la scienza*"⁸ se ne possono citare vari, tra cui diversi acquisti e donazioni di strumentazioni scientifiche, la più importante delle quali fu la donazione dell'intero laboratorio di Giuseppe Campani nel 1747.⁹

Altri avvenimenti che permisero di arricchire ulteriormente l'Istituto furono l'acquisto, da parte del cardinale Gioannetti, delle strumentazioni scientifiche di Lord Cowper a seguito della morte di quest'ultimo, avvenuta alla fine del 1789 a Firenze.

Questa collezione, "*una delle prime al mondo per importanza scientifica*"¹⁰, permise di migliorare il Gabinetto di Fisica e la fama stessa dell'Istituto e diversi strumenti appartenenti a essa possono essere osservati ancora oggi al Museo di Palazzo Poggi.

Tuttavia, vi furono anche dei periodi difficoltosi per questa istituzione, per cause sia interne (il documentato furto di materiale da parte del curatore del laboratorio ottica, Giuseppe Bruni, nel 1769) sia esterne (l'arrivo dei Francesi in città nel 1796).

Nel primo caso si deve nuovamente fare riferimento a Giuseppe Campani: come affermato precedentemente, Papa Benedetto XIV aveva donato l'intero laboratorio all'Istituto delle Scienze di Bologna, dopo averlo acquistato dalla figlia di Campani, Maria

³Si veda ANGELELLI G., *Notizie dell'origine, e progressi dell'Istituto delle Scienze di Bologna e sue Accademie con la descrizione di tutto ciò, che nel medesimo conservasi nuovamente compilate, ed in questa forma ridotte per ordine, e comandamento degl'illustrissimi, ed eccelsi signori senatori dello stesso Istituto prefetti*, edito dall'Istituto delle Scienze di Bologna, 1780, p. 9

⁴L'elenco completo della donazione di Marsili, suddivisa per categorie, è contenuto in *Instrumentum donationis illustrissimi, & excellentissimi viri domini comitis Aloysii Ferdinandi De Marsiliis favore illustrissimi et excelsi Senatus, et civitatis Bononiae in gratiam novae in eadem Scientiarum Institutiones*, probabilmente stampato dall'Istituto delle Scienze di Bologna almeno nell'anno della donazione.

⁵Si veda nota precedente, p. 82

⁶Si veda [Museo della Specola](#).

⁷Si veda DRAGONI G., *Vicende dimenticate di mecenatismo bolognese dell'ultimo '700: l'acquisto della collezione di strumentazioni scientifiche di Lord Cowper*, Il Carrobbio, Volume 11, 1985, p. 69

⁸Si veda nota precedente.

⁹Si veda nota 7

¹⁰Si veda nota 7 p. 71

Vittoria, nel 1746.¹¹

Giuseppe Campani aveva personalmente istruito le proprie figlie nell'arte della costruzione di lenti e dopo la sua morte, avvenuta nel 1715, furono loro a continuare la sua attività nel laboratorio di Roma con un discreto successo.¹²

Già alla fine della vita di Campani le sue lenti, benché di manifattura sopraffina, risultavano essere ormai obsolete rispetto a nuove tipologie di lenti¹³, ma nonostante ciò la clientela delle figlie non subì gravi diminuzioni, grazie soprattutto agli insegnamenti ricevuti dal padre e alla sua fama¹⁴. Nonostante ciò, con il passare degli anni e con la morte della sorella Teresa, Maria Vittoria decise di vendere l'intero laboratorio del padre, comprendente strumenti, lenti, e materiali, non avendo eredi a cui destinarlo ed essendosi sempre dedicata più agli affari che alla parte artigianale.

Tramite dei contatti con il palazzo del Quirinale, al tempo di proprietà del Papa, venne a sapere delle attività di Benedetto XIV a favore dell'Istituto delle Scienze di Bologna e, informatasi sulla storia dell'istituzione e sugli intenti del Pontefice, riuscì a mettersi in contatto con il Vaticano¹⁵.

L'acquisto venne annunciato dal Papa nel *Motu Proprio* del 28 novembre 1747, dove vennero date varie informazioni sulla collezione di Campani: prima di tutto, sarebbe stata donata all'Istituto delle Scienze di Bologna e affidata a Ercole Lelli, pittore e scultore associato all'Istituto per le sue statue anatomiche in cera, il quale possedeva già le nozioni teoriche e pratiche necessarie per utilizzare la strumentazione (abilità dimostrate di persona di fronte al Papa durante un colloquio richiesto per l'occasione). In secondo luogo, l'Istituto di Bologna avrebbe dovuto fornire una sala adeguata alle caratteristiche della collezione, a spese del Pontefice, così da permettere a Lelli di usufruirne, producendo su richiesta delle lenti e altri elementi in modo da perfezionarsi nell'arte della "diottrica pratica".¹⁶ Oltre a ciò, il Papa decise che Ercole Lelli doveva essere istruito sull'utilizzo completo e approfondito degli strumenti di questa collezione proprio dalla figlia di Campani.¹⁷

La collezione donata era costituita da:

- 14 metal molds for fashioning lenses and reducing them to convexity;
- 58 molds and wheels of diverse metals for fashioning concave glasses;
- 66 metal holders of various sizes for holding the glasses being fashioned;
- 46 small brass plates together with other brass equipment, the use of which is indicated thereon;
- 1 Machine of ingenious invention for fashioning concave glasses;
- 1 Bench of particular construction for fashioning the crystals [lenses] with the utmost perfection;

¹¹Si veda BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 763

¹²Si veda nota precedente, pp. 758-759

¹³Si veda nota 11 p. 760

¹⁴Si veda nota 11 p. 761

¹⁵Si veda nota 11 p. 762

¹⁶Si veda nota 11 pp. 765-767

¹⁷Si veda BEDINI, S. A., *The Optical Workshop Equipment of Giuseppe Campani*, pubblicato da *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, Vol. 16, n. 1 (Gennaio 1961), p. 28

- 6 turning Lathes, two of which are of considerable size, all of brass and worked with the greatest perfection; of the remaining four one is of wood and brass and the other three are partly of iron and partly of brass, all six being for special dioptrical use, in addition to various wooden beams and bronzes for the construction of a great machine for working metallic forms of whatever proportions of a sphere, capable of achieving a sphere of 700 palms and greater;
- 5 Machines for using object lenses of 100 and more palms without the need of tubes, being Campani's devices for supporting aerial telescopes;
- 13 items, including object lenses of various focal length from 36 palms to 203 palms.

*There are also other works and other equipment, all of the utmost perfection and particulars.*¹⁸

Lelli morì nel 1766, lasciando per diverso tempo un vuoto, poiché trovare una persona degna di sostituirlo si rivelò un'impresa: per più di due anni non vi furono candidati accettabili, fino a quando il ruolo di Custode della Sala della Diottrica non venne affidato a Giuseppe Bruni.

Della vita di questo personaggio non si hanno molte informazioni e quasi tutte sono legate al furto di cui si rese colpevole proprio mentre lavorava all'Istituto delle Scienze: nel 1769, appena un anno dopo la sua nomina, l'Assunteria dell'Istituto aveva accusato Giuseppe Bruni di aver rubato due telescopi dall'osservatorio astronomico. Entrambi gli strumenti erano stati poi restituiti su richiesta, uno dei quali, però, senza la decorazione in argento originale, la quale era stata utilizzata da Bruni per costruire altri oggetti per uso personale.

Oltre a questo, alcune forme e strumenti della collezione di Campani erano mancanti poiché, si sospettava, sottratti da Bruni e poi rivenduti.

Nel 1770 l'Assunteria decise dunque di votare per una possibile incriminazione di Bruni, ma questo non avvenne, e Bruni rimase all'Istituto come Custode della Sala della Diottrica.

Successivamente, diversi oggetti vennero restituiti, ma molti non furono ritrovati, tra questi diversi strumenti appartenenti alla collezione di Giuseppe Campani.

Solamente considerando questa, risultavano infatti mancanti dei piatti per la fabbricazione delle lenti, venduti e portati fuori dalla città di Bologna, degli elementi di ottone parte di un tornio di legno rosso di Campani, i quali erano stati fusi, e, oltre a ciò, i torni di Campani erano stati fortemente danneggiati poiché utilizzati insieme a del ferro.¹⁹

Attualmente non si sa ancora quale sia stato il destino preciso degli strumenti sottratti da Bruni: è probabile che alcuni di essi siano ancora a Bologna e conservati senza essere associati alla figura di Campani.²⁰

Giuseppe Bruni in seguito continuò a lavorare all'Istituto senza dare ulteriori problemi, ma la Sala della Diottrica aveva subito dei grossi danni che, purtroppo, non terminarono.

¹⁸Si veda WOOD L., *Inventario delli Strumenti, e Lavori diottrici del fu Giuseppe Campani e che sono stati consegnati dal Sig.re Abb.e Uti a Ercole Lelli per spedirli a Bologna, ed ivi consegnarli all'Istituto delle Scienze a tenore degli ordini di N.ro Signore Papa Benedetto XIV, Assunteria d'Istituto, Diversorum 11 n. 15, 28 Settembre 1747, cc. 10 in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 768*

¹⁹Si veda nota 17 pp. 29-34

²⁰Si veda nota 17 p. 37

Passando dunque al secondo caso, relativo alle cause esterne, si deve considerare il passaggio dei Francesi in città, avvenuto il 5 luglio 1796, durante il quale vennero prelevati, dalla collezione Cowper²¹, e portati a Parigi:

- *La cassetta contenente il Microscopio Solare, che serve anche per li corpi opachi, ed ai Lavori de Martin.*
- *Tre cassette contenenti oltre i Microscopi semplici, composto e Solare ordinario, anche il Microscopio da Notte, e conseguentemente ancora la Camera Ottica, che serve insieme a montare il Microscopio da Notte.*²²

All'inizio dell'Ottocento l'Istituto venne incluso nell'Università, fatto che, nei vari spostamenti di strumenti e oggetti, portò inevitabilmente a ulteriori smarrimenti.²³ L'interesse verso la collezione della Sala della Diottrica permase, tuttavia, per diverso tempo, tanto che in una relazione su quanto contenuto in essa si afferma:

*Sarebbe desiderabile che essendovi tante piatte Forme per lenti, ed essendovi le Macchine suddette, si potessero aggiungere a questo Gabinetto [al professore incaricato] un abile Artefice, che lo esercitasse tenendo un pubblico laboratorio di lenti, e cannocchiali.*²⁴

La collezione di ottica, soprattutto quella di Campani, aveva subito nel tempo diversi danni, perdendo i torni e alcune forme, rimanendo con le lenti, i telescopi e altri piatti per lavorare.

Ciò nonostante, la possibilità di utilizzare degli strumenti di tale portata venne tenuta in considerazione anche per eventuali dimostrazioni scientifiche, sottolineandone il valore.

Non solo, lo storico della scienza Silvio Bedini, il quale aveva dedicato buona parte della propria vita allo studio della figura di Giuseppe Campani, si spinse oltre, affermando:

*There was not, nor is there now, in existence a collection of equal significance of the development of the optical sciences.*²⁵

3.2 La Sala della Diottrica nel Museo di Palazzo Poggi

La Sala della Diottrica dell'Istituto delle Scienze di Bologna – oggi Museo di Palazzo Poggi – ha dunque cambiato fisionomia nel corso del tempo, come testimoniato da vari autori.

Nel 1763 Giuseppe Gaetano Bolletti la descrisse come segue:

Questa tutta può dirsi di Benedetto XIV. Pont. Mass.; imperocchè comprò egli dalla famiglia del celebre Gioseffo Campana professore di Diottrica, e d'Ottica il copioso capitale molto

²¹Si veda nota 7 p. 82

²²Si veda *Nota di quanto i Sig.ri Commissarj Francesi si presero dall'Istituto il giorno 5 luglio 1796* nella sezione *Dalle camere di fisica*, conservato all'Archivio Arcivescovile di Bologna (K/255/43k), 1796.

Oltre ai microscopi venne presa anche una macchina pneumatica, restituita la settimana successiva.

²³Si veda nota 17 p. 36

²⁴Si veda *Relazione della Deputazione Amministrativa dell'Istituto Nazionale di Bologna Al. Citt. Avvocato Ristori Inspettore degli studi del Dipartimento del Reno* nella sezione *Quanto al Gabinetto di Ottica*, conservato all'Archivio Arcivescovile di Bologna (K/255/43n), databile tra il 1803 e il 1830.

²⁵Si veda nota 20

atto, e compito per l'esercizio di detta facoltà, e tutto mandollo all' Instituto, come cosa molto utile, e rara. [...] Sonovi pertanto moltissime forme per lavorar vetri di qualunque sorta, opportune a fabricar telescopj, e microscopj. Queste sono per la maggior parte triplicate, e di varie grandezze [...]. In luogo poi separato, per comodo dell' artefice, sono più torni per lavorare le suddette forme, e per altri usi, a questo affare però spettanti, frà quali il più considerabile è uno tutto di metallo fabbricato dal suddetto Campana per servizio del gran Luigi XIV.²⁶

Vi era ancora Lelli, nel 1763, e dalla descrizione si può notare come ancora vi fosse la collezione di Campani al completo, con i torni custoditi in una sala a parte. Successivamente, nel 1780, Giuseppe Angelelli redasse una nuova descrizione delle varie sale del palazzo per conto dell' Istituto delle Scienze:

Trovasi collocata in una stanza tutta la suppellettile del celebre fu Giuseppe Campana per uso dell'ottica, e diottrica, la quale Benedetto XIV. Pontefice Massimo acquistò dagli eredi del suddetto [...]; questa consiste in una serie di piatte forme di metallo duplicata per la costruzione di qualunque lunghezza di telescopj da duecento palmi romani per fino a tutte le più corte misure. Sono inoltre riposti in un cancello di uno degli armarj numero tredici obbiettivi [...]. Vi sono pure due macchine, che servono per costruire le piatte forme di qualunque porzione di sfera, che possasi aver di bisogno; una è la tanto rinomata macchina del Campana suddetto, e l'altra è stata trovata, ed eseguita dal Sig. Giuseppe Bruni presente operatore d'ottica, e custode di detta stanza nell' Instituto.²⁷

Qui non si fa riferimento al furto degli strumenti di Campani a opera di Giuseppe Bruni, il quale viene solamente citato in quanto custode della sala.

I motivi possono essere vari: si potrebbe pensare a una decisione dello stesso Istituto di non pubblicare un testo con dei riferimenti espliciti a un avvenimento verificatosi per un'eccessiva fiducia nella persona di Giuseppe Bruni, oppure si potrebbe tenere conto di una teoria avanzata da Silvio Bedini. Secondo lo storico della scienza, il fatto che Bruni nel 1770 non fosse stato condannato nonostante l'iniziale volontà dell' Assunteria potrebbe essere dovuto a un protettore dello stesso, il quale potrebbe aver influenzato l'esito della votazione, salvando Giuseppe Bruni e garantendogli l'incarico di Custode della Sala della Diottrica almeno per i successivi dieci anni²⁸, nonostante il contratto iniziale ne prevedesse appena cinque.²⁹

Si potrebbe dunque pensare che, sempre grazie alla protezione di questo personaggio particolarmente influente, l' Istituto sia stato portato a richiedere ad Angelelli una descrizione di Bruni che non lo mettesse in cattiva luce, evitando eventuali riferimenti al furto di una decina di anni prima.

Oltre a ciò, nella descrizione si fa riferimento a una macchina "trovata ed eseguita dal Sig. Giuseppe Bruni": sempre prendendo in considerazione Silvio Bedini, anche qui si potrebbe vedere il tentativo di voler descrivere positivamente il custode, dato che lo storico afferma:

It seems unlikely, in view of his history, that Bruni would have devised or invented a new

²⁶Si veda BOLLETTI G. G., *Dell'origine e de' progressi dell' Instituto delle Scienze di Bologna e di tutte le accademie ad esso unite, con la descrizione delle piu notabili cose, che ad uso del mondo letterario nello stesso istituto si conservano, operetta in grazia degli eruditi compilata da Giuseppe Gaetano Bolletti Sacerdote, e Cittadino Bolognese*, per Lelio dalla Volpe, Impressore dell' Instituto delle Scienze, 1753, pp. 55-56

²⁷Si veda nota 3 pp. 177-178

²⁸Si veda nota 17 p. 32

²⁹Si veda nota 23

*machine for fashioning lenses. It was much more probable that the machine was an adaptation that Bruni constructed from one of the Campani lathes, perhaps the one from which he had removed the brass fittings!*³⁰

L'ipotesi di Bedini dunque è che Bruni in realtà non abbia creato nulla di originale, ma si sia semplicemente servito di ciò che aveva a disposizione, spacciandolo poi per proprio.

A questa macchina si fa nuovamente riferimento nel XIX secolo, dove si afferma, descrivendo quanto contenesse la sala:

*È stato in addietro custode di questa raccolta di piatte Forme per Lenti da Cannocchiali Giuseppe Bruni, che poteva dirsi anche Professore di lavori d'Optica; si manifestò a suo tempo la Macchina del Campana per formar lenti di qualunque diametro, che era stata fino allora tenuta secreta; ed egli stesso ne inventò una per lo stesso oggetto, che poi restò nel Gabinetto medesimo.*³¹

Anche in questo caso non si parla del furto di Bruni, ma si fa riferimento a questa macchina inventata dallo stesso.

In ogni caso, anche ritenendo la figura di Bruni moralmente discutibile e dunque appoggiando quanto affermato da Bedini, nemmeno quest'ultimo nega la sua bravura nell'utilizzare gli strumenti di Campani e nel fabbricare lenti.

Si deve tenere conto del fatto che Campani aveva tenuto segrete le proprie tecniche e l'utilizzo ottimale dei propri strumenti, tanto che il tornio che lui aveva inventato per lisciare e pulire le lenti venne inviato smontato a Bologna, con rammarico di Ercole Lelli che fu costretto inaspettatamente a rimontarlo. Tuttavia si cercò di continuare a mantenere il segreto sulle tecniche di Campani, dividendo nuovamente questo tornio dopo averne costruito una copia più piccola per poter fare delle dimostrazioni sul suo utilizzo, unita a un manuale di istruzioni dettagliato.

Questi vennero conservati al riparo da occhi indiscreti e vennero consegnati a Bruni nel 1771, in modo tale che potesse ricostruire il tornio e utilizzarlo: Bruni ritenne che Lelli non avesse compreso appieno le caratteristiche dello strumento, fatto che lo portò, su richiesta dell'Istituto, a montarlo nella maniera da lui ritenuta corretta e a fare una dimostrazione pubblica delle sue funzionalità, di fronte a tutti i senatori.

Bruni riuscì a creare una forma accettabile in meno di due ore e, nei giorni successivi, utilizzò il tornio per pulire delle lenti obiettive, le quali vennero ritenute la prova dell'ottima fattura del tornio di Campani a seguito di alcune osservazioni astronomiche.³²

Successivamente, ogni anno dovette utilizzare gli strumenti presenti nella collezione per dimostrarne l'efficienza.³³

Purtroppo non ci sono riferimenti ulteriori alla figura di Giuseppe Bruni nei documenti dell'Istituto, il che porta a dover vedere questa teoria di Bedini come, appunto, una teoria; resta però innegabile la bravura di Bruni nell'esecuzione delle tecniche di

³⁰Si veda nota precedente.

³¹Si veda nota 24

³²Si veda nota 11 pp. 778-780

³³Si veda [Museo della Specola](#).

costruzione e lavorazione di lenti.

Tornando alla Sala della Diottrica, sempre nel XIX secolo, dagli anni '30, si può notare una mancanza di attenzione alla collezione di Campani, sia per il fatto che fosse obsoleta per le innovazioni ottiche del tempo, sia per una tendenza a voler mettere in primo piano gli oggetti più interessanti (anche e soprattutto da un punto di vista estetico) piuttosto che gli strumenti con importanza scientifica. Le lenti e le forme di Campani vennero dunque ammassate in due armadi, mostrando uno scarso interesse per il loro valore, lasciando, addirittura, parte di un telescopio di legno in balia delle termiti.

Nel *Catalogo con Aggiornamenti* (1952) del Museo Galileo di Firenze si trova, però, un elenco di quanto sopravvissuto della collezione di Campani all'Università di Bologna, tra cui sei lenti costruite da Campani, sette forme metalliche e dei calibri; il resto risultava smarrito.³⁴

In realtà oggi si sa che la collezione è più estesa e comprende una decina di lenti e alcuni cannocchiali di Campani, un numero ingente di forme per costruire lenti di varie grandezze e curvature, e un microscopio, distribuiti tra il Museo di Palazzo Poggi e il Museo della Specola. Oltre agli strumenti e manufatti di Campani, vi sono poi oggetti di altri artigiani e costruttori (tra cui una lente di Giuseppe Bruni) che arricchiscono ulteriormente i due musei.³⁵

Nella figura sottostante si mostra come appare attualmente la vetrata della Sala della Diottrica contenente la collezione di Campani al Museo di Palazzo Poggi.



Figura 3.1: Vetrata nella Sala della Diottrica nel Museo di Palazzo Poggi con la collezione di Campani. Si possono notare, nelle due vetrate centrali, gli obiettivi di Campani, intorno ai quali si trovano le forme per lenti.

³⁴Si veda nota 11 pp. 804-805

³⁵L'elenco non è preciso per la mancanza di un catalogo aggiornato.

3.3 Collezione di lenti dell'Università di Bologna

3.3.1 Museo di Palazzo Poggi

La collezione di lenti dell'Università di Bologna è abbastanza ricca, e concentrarsi su ogni singolo elemento non è semplice, pertanto, in questa sezione si darà una descrizione generale della stessa, soffermandosi sugli oggetti che si ritengono più interessanti da approfondire.

Come si nota dalla figura precedente, la maggior parte della collezione relativa alle lenti e alla loro fabbricazione nella Sala della Diottrica è costituita da forme di varie dimensioni e curvatures, differenze più visibili nelle figure successive.



Figura 3.2: Alcune delle forme metalliche per lenti di Giuseppe Campani custodite a Palazzo Poggi, di varie dimensioni e curvatures.

All'interno della Sala della Diottrica vi sono poi diversi obiettivi di Campani, alcuni dei quali con delle lunghezze focali non indifferenti, anche superiori ai 40 metri.

Di seguito ne sono riportate alcune.

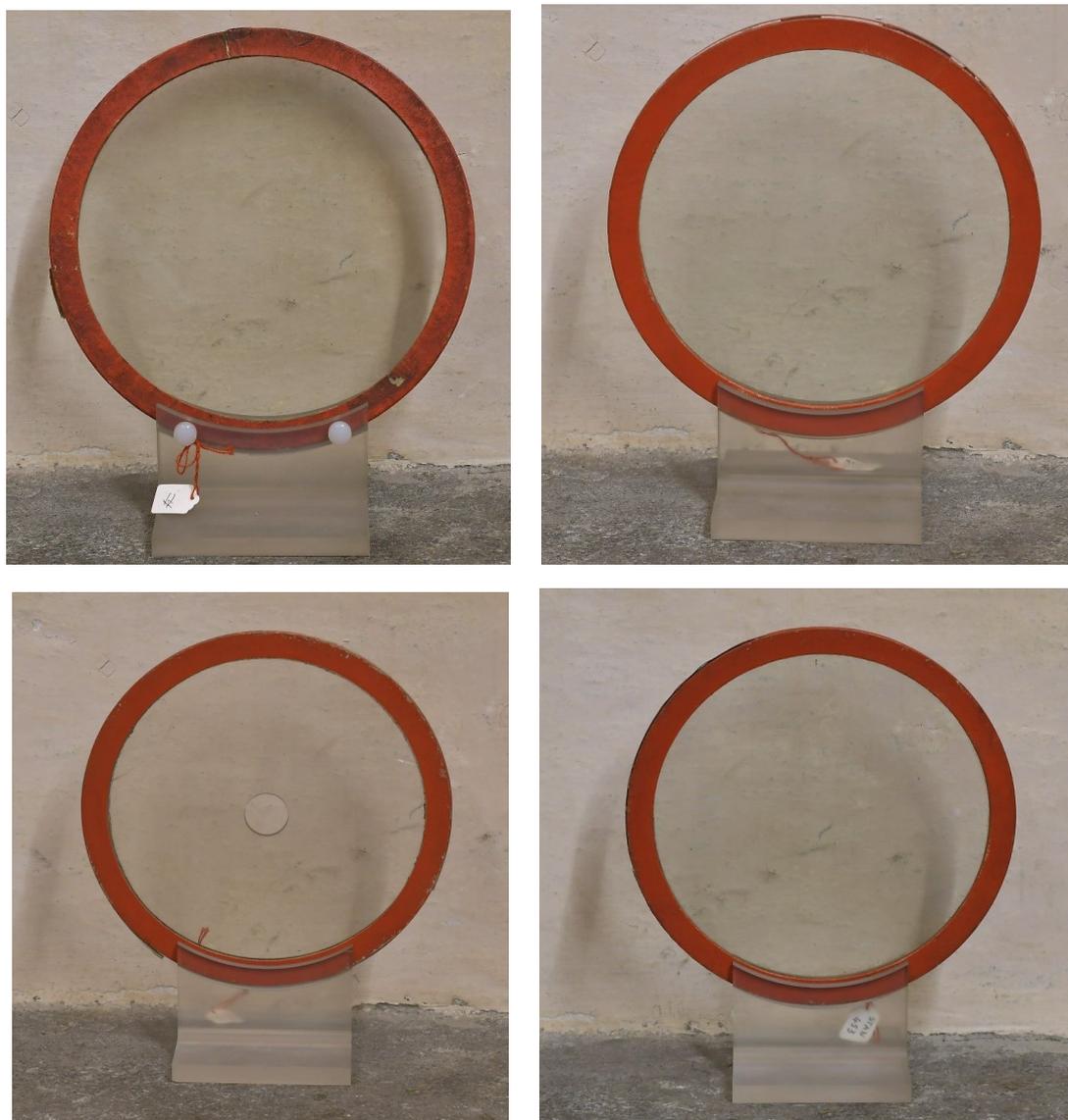


Figura 3.3: Quattro delle lenti di Campani custodite nella Sala della Diottrica.

Le lenti di Campani sopra rappresentate sono tutte contornate da una corona circolare di colore rosso che ne determina il diametro massimo utilizzabile³⁶ e poggiano su una base che le mantiene in posizione verticale.

Su ognuna di esse vi è una scritta, non visibile in foto, che ne indica la provenienza e la firma di Campani. Nella seguente lente, però, essa risulta leggibile nella parte destra, vicino al bordo rosso:

Giuseppe Campani in Roma anno 1683 Palmi 130

³⁶Si veda nota 1 p. 438



Figura 3.4: Lente di Campani nella Sala della Diottrica. In questo caso si nota, lungo la circonferenza della lente, a destra, la scritta che ne denota la provenienza e le caratteristiche, oltre alla firma di Campani, ingrandita nel particolare sottostante.

Sempre in questa sala vi sono altre due lenti, sempre di Campani, senza corona circolare esterna, rappresentate nella Figura 3.5.

Nel caso della lente a sinistra non sono leggibili le caratteristiche e la firma, mentre quella a destra presenta in basso a destra entrambi questi elementi. Purtroppo, quest'ultima risulta danneggiata nella porzione esteriore, a differenza della lente a sinistra.



Figura 3.5: Due lenti di Campani custodite nella Sala della Diottrica, senza corona circolare esterna.

La lente probabilmente più interessante è però quella rappresentata nella figura successiva.



Figura 3.6: Lente di Campani spezzata, conservata nella Sala della Diottrica.

In questo caso sulla lente sono visibili la firma e la scritta con le caratteristiche, sulla circonferenza a destra, dove si ha:

Giuseppe Campani in Roma anno 1683 Palmi 205



Figura 3.7: Dettaglio della scritta sulla lente spezzata di Campani. A sinistra si ha un particolare della fotografia precedente, mentre a destra si è puntato il flash della fotocamera verso la lente, fotografando la scritta sul muro retrostante con una seconda fotocamera.

Questa fa parte di un gruppo di quattro lenti richieste da Jean-Baptiste Colbert, ministro di Luigi XIV, tra le quali si ha anche la lente rappresentata in Figura 3.4. Come già accennato, per le proprie osservazioni astronomiche Gian Domenico Cassini aveva utilizzato, appena trasferitosi in Francia, degli strumenti prodotti da Campani, i quali avevano lasciato impressionati i membri dell'Accademia Francese, tanto che Colbert volle rifornire l'osservatorio di Parigi con essi.³⁷ Grazie a questa commissione Cassini fu in grado di scoprire due nuovi satelliti di Saturno e di osservare le macchie solari, e l'eccellenza delle lenti degli artigiani italiani (Campani in primis, ma anche quelle di Eustachio Divini) venne sempre confermata tramite il confronto con strumenti prodotti da altri:

*Colbert thought their glasses the best in all France, much to the chagrin of Borel and other French opticians. Cassini writes of the many trials he made with the rival glasses, in company with Picard, Huygens, Perrault and Römer. In his opinion, there was little to choose between those of Campani and those of Divini, but both were superior to French glasses.*³⁸

Una teoria francese affermava che fossero necessarie delle lenti con la massima lunghezza focale possibile per far sì che ci potessero essere delle scoperte di rilievo³⁹, dunque Colbert, seppur soddisfatto delle lenti con focale più corta, richiese questo sforzo a Campani.

Dopo una decina di anni, nel 1683, riuscì nell'intento producendo quattro lenti con le seguenti lunghezze focali: una da 105 palmi, una da 130, un'altra da 150 e l'ultima da 205 palmi, corrispondenti rispettivamente a circa 23, 29, 34 e 46 metri.⁴⁰

La lente rappresentata nella figura precedente è quella con la lunghezza focale maggiore, spezzatasi esattamente a metà mentre l'assistente di Cassini preparava il tele-

³⁷Si veda nota 11 p. 613

³⁸Si veda KING H. C., *The History of the Telescope*, Courier Corporation, 2003, pp. 59-60

³⁹Si veda nota 37

⁴⁰Si veda nota 11 p. 630. Un palmo romano corrisponde a circa 22,34 cm, si veda nota 1, p. 440.

scopio per le osservazioni.⁴¹

Essa venne restituita a Campani insieme alle altre per volere della regina di Francia:

*She did not wish to separate that lens from the others.*⁴²

Successivamente Campani riparò la lente, incollando le due parti, ma il tentativo di venderla insieme alle altre fu vano: esse rimasero nel laboratorio di Campani fino al loro trasferimento a Bologna nel 1747 per volere di Benedetto XIV.⁴³

Questa lente ha una delle lunghezze focali più elevate realizzate da Campani⁴⁴, ha un diametro di 21,2 cm e uno spessore inferiore ai 6 mm. L'elemento interessante sta nel fatto che sia perfettamente utilizzabile, essendosi spezzata esattamente lungo il diametro ed essendo stata incollata in maniera opportuna.⁴⁵

L'attuale collezione di Campani contiene anche un microscopio - che Bedini fa notare non essere incluso nella donazione di Benedetto XIV e la cui provenienza rimane a tutt'oggi misteriosa - con la firma di Campani e il luogo di fabbricazione ("*Giuseppe Campani in Roma*").



Figura 3.8: Microscopio a singola lente di Giuseppe Campani, conservato nella Sala della Diottrica. In alto: visione frontale e posteriore. In basso: visione inclinata e laterale.

Secondo quanto affermato da Bedini, questo microscopio a singola lente risulterebbe essere per ora l'unico esempio concreto della produzione di questo tipo di strumento da parte di Campani, e la sua origine è incerta: potrebbe essere stato uno dei microscopi utilizzati da Marcello Malpighi, come suggerito da Bedini stesso, oppure potrebbe

⁴¹Si veda nota 11 p. 634

⁴²Si veda *Ordine dato al Sig. Campani dalla Corte di Francia*, S.83, tomo VIII, parte III, cc. 1220-1227, custodito alla Biblioteca Vallicelliana a Roma; in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 636

⁴³Si veda nota 11 p. 639

⁴⁴All'Osservatorio di Parigi dovrebbe essere conservata una lente di Campani con una lunghezza focale di 220 palmi Romani, cioè circa 49 metri, si veda nota 11 p. 640

⁴⁵Si veda nota 36

essere stato acquistato da Marsili e donato alla nascita dell'Istituto. Malpighi era solito utilizzare dei microscopi per le proprie ricerche, e da alcune sue corrispondenze si comprende il suo apprezzamento per dei microscopi prodotti da Eustachio Divini, molti dei quali andarono persi in un incendio: a seguito di ciò il duca di Modena inviò anche dei microscopi di Giuseppe Campani, dato che Divini al tempo si era ritirato a vita privata.⁴⁶

A questi fu allegata una lettera con delle istruzioni sull'uso degli strumenti, dove si dà una breve descrizione di un microscopio che sembra rimandare a quello custodito al Museo di Palazzo Poggi:

*With this microscope it is provided that the object will positively be seen lighted, and not only by reflection as was done before: and thus the advantage of observing better the structure of the little animals, of the liquids, and other objects that appear.*⁴⁷

Lo strumento sarebbe poi stato donato all'Istituto da Jacopo Bartolomeo Beccari nel 1766, come richiesto dal testamento di quest'ultimo, ma ufficialmente scomparve nel nulla⁴⁸: risulta complesso legare il microscopio conservato nella Sala con la figura di Malpighi senza una documentazione ufficiale.

Per quanto riguarda il secondo caso, Marsili aveva redatto un documento contenente un catalogo della sua donazione all'Istituto, suddiviso in categorie; tra queste ve n'è una legata ai microscopi, e sembra esserci un riferimento a Giuseppe Campani:

*Aliud Microscopium parvum manui accomodatum Campanae opus, ex duabus lentibus compositum.*⁴⁹

[Un altro piccolo microscopio adattato alla mano, opera di Campana, composto da due lenti.]

Nella traduzione si può vedere come si parli di "Campana", nome con cui si identifica generalmente Giuseppe Campani nei documenti del tempo, insieme a "Campano", utilizzato precedentemente da Marsili parlando di un telescopio "di ottima fattura".⁵⁰ Tuttavia, il microscopio a cui si fa riferimento sarebbe costituito da due lenti, mentre quello conservato nella Sala della Diottrica è a singola lente: probabilmente non è questo il microscopio considerato, ma non è nemmeno impossibile il fatto che possa essere stato comunque acquistato da Marsili e donato all'Istituto successivamente a quando il catalogo venne stilato.

Nella Sala della Diottrica di Palazzo Poggi è poi custodita un'ultima lente, preparata da Giuseppe Bruni con la strumentazione di Campani.

Essa è interessante soprattutto per l'iscrizione che segue la circonferenza del vetro andando a occupare due righe: dato lo spessore impiegato, probabilmente questa lente aveva solo scopo ornamentale e non doveva essere utilizzata costantemente per delle osservazioni astronomiche, ipotesi sostenibile se si considera il fatto che Bruni doveva

⁴⁶Si veda nota 11 pp. 671-672

⁴⁷Si veda MALPIGHI M., *The Correspondence of Marcello Malpighi*, vol. 3, 1684-1688, Cornell University Press, 1975, p. 1192, contenuto in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 672

⁴⁸Si veda nota 11 pp. 672-673

⁴⁹Si veda nota 4 p. 98

⁵⁰Si veda nota 5



Figura 3.9: Lente di Giuseppe Bruni conservata nella Sala della Diottrica a Palazzo Poggi.

verificare ogni anno l'efficienza delle macchine di Campani producendo una nuova lente e delle forme.

L'iscrizione della lente risulta ben visibile nella figura successiva, dove si è puntato il flash della fotocamera sulla lente in modo da osservarne le caratteristiche sulla parete.



Figura 3.10: Particolare dell'iscrizione sulla lente di Giuseppe Bruni nella Sala della Diottrica.

Dato che le scritte sulle lenti venivano inserite a mano, non risulta molto semplice da leggere e da tradurre, ma le informazioni importanti riescono a essere ricavate:

(Lens Obiectiva focum pedes XVIII protendens quam supra formam primum coram eccelsis VII viris Scientiarum Instituti praesidibus

*(ex Machina Campaniana constructam perfecit Joseph Bruni in eodem Instituto Optice Artis prefectus a= 1771*⁵¹

[Lente obbiettiva (con) un fuoco da 18 piedi che si estende come sopra la forma (metallica). Per la prima volta davanti a sette nobili autorità dell'Istituto delle Scienze, Giuseppe Bruni, in questo stesso Istituto addetto all'arte ottica, portò a termine (la lente) fabbricata con la macchina di Campani a= 1771]

Dall'iscrizione si comprende che l'obiettivo di Giuseppe Bruni è di 18 piedi e probabilmente è stato uno di quelli prodotti nel 1771 durante le dimostrazioni pubbliche dell'utilizzo del tornio di Campani, da lui rimontato e a cui si farebbe dunque riferimento.⁵²

3.3.2 Museo della Specola

La collezione di lenti, come già affermato, non è confinata nella Sala della Diottrica al Museo di Palazzo Poggi, ma una parte è conservata al Museo della Specola. Qui vi sono diverse lenti, tra cui una di Giuseppe Bruni.



Figura 3.11: Lente di Bruni conservata al Museo della Specola e particolare dell'iscrizione.

L'iscrizione della lente riporta il nome dell'autore, Joseph Bruni, e il luogo di produzione, Bononiae. Nei cataloghi risultano esistenti due lenti di Bruni, una è quella vista precedentemente, mentre l'altra è una lente del 1767 con una lunghezza focale di 12,5 piedi, presumibilmente quella raffigurata sopra.⁵³

Oltre alla lente di Bruni, si ha una lente con una focale di 14 piedi di Marco Antonio Cellio, di cui non si hanno molte informazioni a parte un suo legame con Cassini.⁵⁴

⁵¹Si sono mantenute le parentesi come nell'iscrizione originale, dove separano le due righe. Per i motivi sopra citati, la trascrizione può essere in parte errata e, di conseguenza, anche la traduzione libera.

⁵²Si veda nota 32

⁵³Si veda nota 33

⁵⁴Si veda [Museo della Specola](#).



Figura 3.12: Lente di Marco Antonio Cellio con particolare dell'iscrizione.

Vi sono anche una lente di Geminiano Montanari, astronomo modenese, con l'iscrizione *Geminianus Montanarius Bononiae 1666*.



Figura 3.13: Particolare dell'iscrizione della lente di Geminiano Montanari conservata al Museo della Specola.

Tra le altre lenti presenti al Muso della Specola se ne contano poi tre di Giuseppe Campani, ognuna delle quali presentante l'iscrizione *Giuseppe Campani in Roma*.

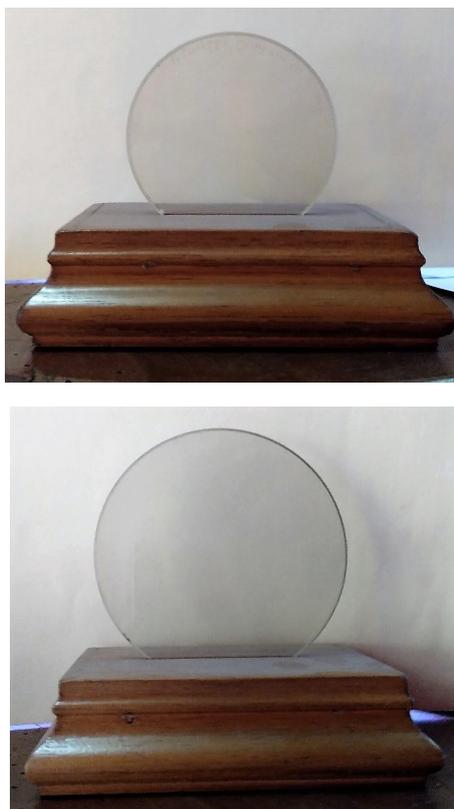


Figura 3.14: Due delle tre lenti di Giuseppe Campani conservate al Museo della Specola.

L'ultima lente di Campani ha una lunghezza di 33 piedi (circa 12 metri) e un diametro di 13,8 cm. Prova della maestria di Campani è la quasi totale mancanza di bolle sul vetro.⁵⁵



Figura 3.15: Particolare Particolare della terza lente di Campani conservata al Museo della Specola.

La collezione di lenti dell'Università risulta dunque essere ricca e con un'importanza storica e scientifica considerevole, grazie soprattutto alla sua componente più importante – gli strumenti di Campani – che ha avuto però una storia travagliata. Se le cose fossero andate diversamente, probabilmente il valore della collezione non

⁵⁵Si veda [Museo della Specola](#). La mancanza di bolle nel vetro è spesso vista da Carlo Antonio Manzini come sinonimo di perfezione dell'artefatto ne *L'Occhiale all'Occhio*.

sarebbe nemmeno immaginabile.

Tuttavia, anche da queste poche pagine e da una descrizione contenuta se ne comprende la profondità: seppur le componenti più "tecniche", cioè le macchine, siano mancanti, la collezione di ottica dell'Università di Bologna permette di comprendere quali siano gli strumenti principali della "*dioptrica pratica*" a cui Carlo Antonio Manzini aveva dedicato un'intera opera e quali oggetti possano essere fabbricati, anche con caratteristiche eccezionali⁵⁶, tracciando a grandi linee la storia di una delle principali branche dell'artigianato del tempo.

⁵⁶Due esempi possono essere il microscopio a singola lente e la lente spezzata con lunghezza focale di 46 metri, entrambi di Campani.

Capitolo 4

Conclusioni

L'elaborato voleva restituire una descrizione delle tecniche seicentesche di lavorazione delle lenti, con particolare riferimento alla città di Bologna.

Si è partiti dalla figura di Carlo Antonio Manzini come esempio di intellettuale seicentesco, amante della cultura e bramoso di conoscenza.

Ma non solo: Manzini può essere considerato come un vero e proprio intellettuale del suo tempo perché vuole che vi sia *diffusione di conoscenza*.

Nel proemio della sua opera *L'Occhiale all'Occhio* afferma esplicitamente di voler pubblicare il testo in italiano affinché sia accessibile principalmente agli artigiani, ma in generale a chiunque possa essere interessato a questi argomenti e semplicemente non abbia appreso il latino.

Oltre a questo, la stella polare di Manzini è la *conservazione della conoscenza*: le tecniche di lavorazione delle lenti erano tendenzialmente tramandate oralmente, il che portava a un elevato rischio di perderle nel tempo.

Manzini raccolse il maggior numero di informazioni possibili, aggiungendoci la propria esperienza, e creò una piccola enciclopedia sulla *dioptica pratica*.

Queste intenzioni rendono la sua opera una fonte storica dal profondo valore.

Il testo è stato poi analizzato dettagliatamente, soprattutto nelle parti più "tecniche", in modo da cercare di capire quali fossero effettivamente i metodi di lavorazione del tempo, lasciando le componenti più teoriche per un possibile approfondimento.

Nella ricerca effettuata per ottenere informazioni sull'opera non sono stati trovati studi, come affermato all'inizio del secondo capitolo, e più spesso vi sono delle descrizioni generali della stessa o biografie di Manzini: l'analisi de *L'Occhiale all'Occhio* è pertanto un lavoro originale.

Per questo motivo non si nega il fatto che, anche in minima parte, essa possa essere errata. In tal caso questo non sarebbe un male e si spera che possa essere un punto di partenza per eventuali approfondimenti: la ricerca deve partire da degli errori; se fosse tutto corretto non ve ne sarebbe la necessità e non sarebbe possibile progredire, cogliendo ulteriori sfaccettature di un argomento.

Nel terzo capitolo si è voluto invece contestualizzare le informazioni ottenute nel secondo capitolo, attraverso una descrizione della collezione di ottica dell'Università di Bologna, con particolare interesse alle lenti conservate nei Musei di Palazzo Poggi e della Specola.

In questo caso si è potuto osservare quanto la città di Bologna possa contribuire allo studio dell'ottica attraverso queste collezioni: in particolare, quanto possa aiutare a

conoscere il personaggio di Campani.

Un obiettivo ulteriore che si voleva tentare di raggiungere con questo elaborato era infatti quello di restituire un po' di luce e onore alle figure di Carlo Antonio Manzini e Giuseppe Campani, le quali nella storia dell'ottica hanno un'enorme importanza ma che nel tempo sono state dimenticate.

Questo può avvenire per diversi motivi, tra cui il fatto che generalmente la storia della scienza è tramandata attraverso i personaggi principali, lasciando in disparte le comparse e i ruoli secondari.

La fisica e la scienza in generale però non sono costruite dai singoli, ma progrediscono *anche e soprattutto* grazie ai personaggi in secondo piano: sono loro che nel loro piccolo, lentamente, offrono gli strumenti ai protagonisti affinché questi possano giungere a nuove teorie.

Il contributo significativo di certi personaggi – Galileo, Keplero, Newton - è innegabile, ma allo stesso tempo non si deve dimenticare il fatto che le teorie non nascono da una singola persona, bensì spesso i più piccoli aiuti possono arrivare da figure in secondo o terzo piano.

Manzini e Campani possono essere annoverati tra queste ultime: nel periodo storico in cui vissero furono noti e apprezzati, ma nel tempo i loro contributi persero importanza. Tuttavia, il valore è innegabile: l'opera di Manzini è un'importante fonte storica, testimonianza di tecniche andate perdute, che è stata però relegata agli angoli della storia probabilmente per un superamento delle tecniche suddette e dell'impostazione strutturale, mentre le opere di Campani, a suo tempo ritenute irraggiungibili, divennero obsolete, ma per essere ritenute tali devono essere state analizzate nel tentativo di superarle.¹

Per entrambi i personaggi si può sperare che le ricerche future possano riconoscere i loro contributi all'arte della *dioptrica pratica*, valorizzandoli nuovamente.

*Basterebbe questa sola impresa [la pubblicazione de "L'Occhiale all'Occhio"], che si staglia incisivamente fra la sua produzione letteraria e scientifica, per consegnare il Manzini alla memoria dei posteri e dargli quella fama duratura che con tanto entusiasmo rivendica il Perini [ne "Le scienze inconsolabili"].*²

*Tra gli specialisti del ramo, il nome del Campani è ben noto. Tuttavia [...] sembra manifesto che egli meriti di qualche notorietà anche in un ambito più vasto, specialmente nella città che ne conserva ancora i cimeli più significativi.*³

¹In questo capitolo l'analisi è stata svolta sulla base di STANLEY M, *Why should physicists study history?*, *Physics Today* 69 (7), Luglio 2016, pp. 38–44

²Si veda ROVERSI G., *Carlo Antonio Manzini: alle radici dell'ottica*, in *Saecularia nona annual: Università di Bologna 1088-1988*, Volume 12, 1995, p. 112

³Si veda TABARRONI G., *La lente spezzata del Campani conservata nell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Patron Editore, Anno XVII, 1967, p. 440. Si fa riferimento alla città di Bologna.

Bibliografia

ANGELELLI G., *Notizie dell'origine, e progressi dell'Istituto delle Scienze di Bologna e sue Accademie con la descrizione di tutto ciò, che nel medesimo conservasi nuovamente compilate, ed in questa forma ridotte per ordine, e comandamento degl'illustrissimi, ed eccelsi signori senatori dello stesso Istituto prefetti*, edito dall'Istituto delle Scienze di Bologna, 1780.

BEDINI S. A., *An Early Optical Lens-Grinding Lathe*, pubblicato da *The Johns Hopkins University Press* e *The Society for the History of Technology*, Vol. 8, n. 1 (Gennaio 1967), pp. 74-77.

BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae", an Uncommon Genius*, Brill, 2021.

BEDINI S. A., *The Aerial Telescope*, pubblicato da *The Johns Hopkins University Press* e *The Society for the History of Technology*, Vol. 8, n. 3 (Luglio 1967), pp. 395-401

BEDINI, S. A., *The Optical Workshop Equipment of Giuseppe Campani*, pubblicato da *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, Vol. 16, n. 1 (Gennaio 1961), pp. 28-38.

BETTI G. L., *La penna e l'archibugio. Note su Giovan Battista, Carlo Antonio e Luigi Manzini* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Pàtron Editore, Anno XLIV, 1994, pp. 37-55.

BETTI G. L., *Tra Università e accademie. Note sulla cultura bolognese del primo Seicento* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Pàtron Editore, Anno XXXVII, 1987, pp. 83-98.

BOLLETTI G. G., *Dell'origine e de' progressi dell'Istituto delle Scienze di Bologna e di tutte le accademie ad esso unite, con la descrizione delle piu notabili cose, che ad uso del mondo letterario nello stesso istituto si conservano, operetta in grazia degli eruditi compilata da Giuseppe Gaetano Bolletti Sacerdote, e Cittadino Bolognese, per Lelio dalla Volpe, Impressore dell'Istituto delle Scienze*, 1753.

BUCCIANTINI M., CAMEROTA M. e GIUDICE F., *Il telescopio di Galileo. Una storia europea*, Einaudi, 2012.

CHABOD F., *Le radici dell'idea di Europa tra '700 e '800* estratto da *Storia dell'idea di Europa*, Laterza, 1964, pp. 161-164, pubblicato alla voce *Europa* in *I percorsi della Storia: Enciclopedia*, Istituto Geografico De Agostini per *Il Corriere della Sera*, 1993, p. 426.

DRAGONI G., *Vicende dimenticate di mecenatismo bolognese dell'ultimo '700: l'acquisto della collezione di strumentazioni scientifiche di Lord Cowper*, *Il Carrobbio*, Volume 11, 1985.

DURANT W. e DURANT A., *L'avvento della ragione in Storia della civiltà*, Mondado-

ri, 1961.

FANTUZZI G., *Notizie degli scrittori bolognesi*, Tomo V alla voce Carlo Antonio Manzini.

GALILEI G., *Opere*, Ricciardi, 1953, p. 121 in W. DURANT e A. DURANT, *L'avvento della ragione in Storia della civiltà*, Mondadori, 1961, p. 792.

Genesi in *La Bibbia di Gerusalemme*, EDB, 1993.

GINGERICH O., *Galileo, the Impact of the Telescope, and the Birth of Modern Astronomy*, pubblicato da *American Philosophical Society*, Vol. 155, n. 2 (Giugno 2011), pp. 134-141.

I percorsi della Storia: Enciclopedia, Istituto Geografico De Agostini per *Il Corriere della Sera*.

Instrumentum donationis illustrissimi, & excellentissimi viri domini comitis Aloysii Ferdinandi De Marsiliis favore illustrissimi et excelsi Senatus, et civitatis Bononiae in gratiam novae in eadem Scientiarum Institutiones, probabilmente stampato dall'Istituto delle Scienze di Bologna almeno nell'anno della donazione.

KING H. C., *The History of the Telescope*, Courier Corporation, 2003.

MALPIGHI M., *The Correspondence of Marcello Malpighi*, vol. 3, 1684-1688, Cornell University Press, 1975, p. 1192, contenuto in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 672.

MANNARINO L., *La condizione dell'intellettuale nel Seicento*, Loescher Editore, 1980.

MANZINI C. A., *L'Occhiale all'Occhio, Dioptrica pratica, dove si tratta della Luce, della Refrazione de' Raggi dell'Occhio, della Vista, e degli aiuti, che dare si possono a gli Occhi per vedere quasi l'impossibile, dove in oltre si spiegano le Regole pratiche di fabbricare Occhiali a tutte le Viste, e Cannocchiali da osservare i Pianeti, e le Stelle fisse da Terra, e da Mare, & altre da ingrandire migliaia di volte i minimi degli oggetti vicini*, l'Herede del Benacci, 1660.

Le scienze inconsolabili per la morte dell'Ill.mo & Ecc.mo Signor Carlantonio Manzini Dottore Collegiato di Filosofia, e Conte di Mondonio, a cura di PERINI A. M., Per li Manolesi, 1677.

MONTANELLI I. e GERVASO R., *L'Italia del Seicento (1600-1700)* in *Storia d'Italia*, Rizzoli Editore, 1969.

MONTANELLI I. e GERVASO R., *L'Italia della Controriforma (1492-1600)* in *Storia d'Italia*, Rizzoli Editore, 1968.

Nota di quanto i Sig.ri Commissarij Francesi si presero dall'Instituto il giorno 5 luglio 1796 nella sezione Dalle camere di fisica, conservato all'Archivio Arcivescovile di Bologna (K/255/43k), 1796.

Ordine dato al Sig. Campani dalla Corte di Francia, S.83, tomo VIII, parte III, cc. 1220-

1227, custodito alla Biblioteca Vallicelliana a Roma; in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 636.

Relazione della Deputazione Amministrativa dell'Istituto Nazionale di Bologna Al. Citt. Avvocato Ristori Inspettore degli studi del Dipartimento del Reno nella sezione Quanto al Gabinetto di Ottica, conservato all'Archivio Arcivescovile di Bologna (K/255/43n), databile tra il 1803 e il 1830.

ROSEN E., *Galileo and the Telescope*, pubblicato da *American Association for the Advancement of Science in The Scientific Monthly*, Vol. 72, n. 3 (Marzo 1951), pp. 180-182.

ROVERSI G., *Carlo Antonio Manzini: alle radici dell'ottica in Saecularia nona annual: Università di Bologna 1088-1988*, Volume 12, 1995, pp. 112-118.

STANLEY M., *Why should physicists study history?*, *Physics Today* 69 (7), Luglio 2016, pp. 38-44.

TABARRONI G., *La lente spezzata del Campani conservata nell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna* estratto da *Strenna Storica Bolognese*, Pàtron Editore, Anno XVII, 1967, pp. 433-441.

Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie provincie del Regno col sistema metrico decimale, stilate dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio e approvate con decreto reale, 20 maggio 1877 n. 3836, stampate dalla Stamperia Reale.

VAN HELDEN A., *The Telescope in the Seventeenth Century*, pubblicato da *The University of Chicago Press* per la *Società di Storia della Scienza*, Vol. 65, n. 1 (Marzo 1974), pp. 38-58.

VARETTI C. V., *"L'artefice di Galileo Ippolito Francini detto Tordo: contributo agli studi galileiani e alla storia dell'ottica"*, estratto dai *Rendiconti della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche* della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, ser. VI, vol. XV, fasc. 3-4, 1939.

WINKLER M. G. e VAN HELDEN A., *Representing the Heavens: Galileo and Visual Astronomy*, pubblicato da *The University of Chicago Press* per la *Società di Storia della Scienza*, Vol. 83, n. 2 (Giugno 1992), pp. 195-217.

WOOD L., *Inventario delli Strumenti, e Lavori diottrici del fu Giuseppe Campani e che sono stati consegnati dal Sig.re Abb.e Uti a Ercole Lelli per spedirli a Bologna, ed ivi consegnarli all'Istituto delle Scienze a tenore degli ordini di N.ro Signore Papa Benedetto XIV*, Assunteria d'Istituto, *Diversorum* 11 n. 15, 28 Settembre 1747, cc. 10 in BEDINI S. A., *Giuseppe Campani, "Inventor Romae": an uncommon genius*, Brill, 2021, p. 768.

ZANI V., *Memorie imprese, e ritratti de' signori Accademici Gelati* alla voce *Carlo Antonio Manzini*, Per il Manolesi, 1672.

Sitografia

Museo Galileo: <https://brunelleschi.imss.fi.it/telescopiogalileo/itel.asp?c=50457>

Enciclopedia Treccani:

- <https://www.treccani.it/enciclopedia/vannoccio-biringuccio%28Enciclopedia-Italiana%29/>
- <https://www.treccani.it/enciclopedia/sale-ammoniaco%28Enciclopedia-Italiana%29/>
- <https://www.treccani.it/enciclopedia/orologio%28Enciclopedia-Italiana%29/>

Vocabolario Treccani:

- <https://www.treccani.it/vocabolario/sollimato/>
- <https://www.treccani.it/vocabolario/marcasite/>

Museo della Specola:

- https://museospecola.difa.unibo.it/italiano/index_2.html
- https://museospecola.difa.unibo.it/italiano/can_31.html
- https://museospecola.difa.unibo.it/italiano/can_25.html
- https://museospecola.difa.unibo.it/italiano/can_30.html