

GLI STRUMENTI OTTICI DI FRANCESCO BIANCHINI. TECNICHE COSTRUTTIVE E USO DEL CANNOCCHIALE RETICOLATO E SENZA TUBO

MASSIMO TINAZZI

Liceo Scientifico «Girolamo Fracastoro», Verona

Francesco Bianchini sviluppò la sua attività di astronomo in termini fondamentalmente sperimentali, in quanto si dedicò in modo continuativo e costante alla osservazione di svariati oggetti celesti, quali comete, asteroidi, pianeti e stelle, con lo scopo di analizzarne l'evoluzione dinamica o le variazioni temporali della luminosità.

Per svolgere in modo proficuo questo lungo lavoro studiò le applicazioni più vantaggiose per progettare i suoi telescopi, soprattutto per migliorarne le caratteristiche ottiche. Per questo elaborò alcuni studi e applicazioni relative ai reticoli, alle lenti e alla struttura meccanica dei suoi «cannocchiali», di cui sono rimaste tracce in alcuni manoscritti conservati alla Biblioteca Capitolare del Duomo di Verona.

Nella costruzione dei suoi telescopi fu in particolar modo assistito dall'artigiano Giuseppe Campani, di Castel San Felice, e da quello genovese Antonio Degola. Grazie a questi due tecnici gli fu possibile realizzare un notevole numero di osservazioni con strumenti di elevata qualità, di notevole nitidezza e con grande precisione di puntamento, soprattutto grazie ai reticoli che il Bianchini stesso aveva messo a punto.

I manoscritti

Con questo lavoro si intende cogliere l'occasione per presentare i primi risultati di una ricerca in corso sui manoscritti di contenuto fisico e astronomico elaborati da Francesco Bianchini, e in particolare quanto sta emergendo da alcuni specifici scritti che riguardano le tecniche strumentali e ottiche da lui usate nella realizzazione di cannocchiali e telescopi. Alcuni autori hanno già affrontato le problematiche studiate da Bianchini sugli strumenti ottici da lui progettati (Bedini, 1993; Bedini, 1994; Van Helden, Righini-Bonelli, 1981; Beaumont, Fay, 1996; Monaco, 1983; Monaco, 2001), costruiti e utilizzati, grazie anche alla collaborazione di valenti artigiani dell'epoca. Tuttavia è ancora carente la pubblicazione delle testimonianze manoscritte che potevano far chiara luce sui sistemi adottati, sugli accorgimenti ideati e sullo sviluppo delle questioni tecniche relative alle ottiche che Bianchini aveva mirabilmente usato nelle sue osservazioni astronomiche. E questi aspetti tecnici sono alquanto importanti perché nell'ambito scientifico gli strumenti hanno condizionato la storia della ricerca sperimentale e quindi anche i risultati, ovvero da una parte le conferme di modelli teorici, dall'altro la possibilità di ottenere risultati inaspettati. Insomma la tecnica spesso è stata la chiave di volta per procedere



Fig. 1 Ritratto di Francesco Bianchini.

oltre i limiti raggiunti dalle speculazioni o da sistemi strumentali precedenti non adeguati alle esigenze in continua evoluzione.

La produzione di Francesco Bianchini (Verona 1662 - Roma 1729) nell'ambito delle osservazioni astronomiche fu molto ricca, infatti il poliedrico personaggio dalla vasta cultura ha lasciato un ampio corpo di manoscritti in cui sono raccolte anche molte osservazioni celesti. Oltre all'interesse specifico per il contenuto astronomico che si riferiva a oggetti planetari e stelle fisse va ricordato che Bianchini aveva sperimentato diverse soluzioni costruttive per migliorare la qualità ottica dei suoi strumenti di osservazione.

Nella sua continua necessità di avere a disposizione telescopi sempre più potenti si era servito dell'aiuto di uno dei maggiori artigiani, disponibili a Roma, Giuseppe Campani (Spoleto 1636 - Roma 1715), che era in competizione con il collega Eustachio Divini (San Severino Marche 1610 - Roma 1685). Naturalmente la collaborazione con l'ingegnoso Campani era necessaria per la sua abilità nella lavorazione delle ottiche che permetteva di limitare i difetti e gli inconvenienti dei telescopi a lunga focale.

Bianchini da parte sua aveva comunque elaborato una serie di tecniche costruttive per realizzare anche i suoi cosiddetti telescopi portatili senza tubo, grazie a una serie di ottiche allineate con opportuni sistemi ma senza un supporto rigido monolitico. Un secondo accorgimento da lui elaborato, il cui spunto veniva da macchine di De La Hire, consisteva poi nel montaggio di alcuni micrometri che aveva messo a punto per ottenere un puntamento di elevata precisione degli oggetti celesti e

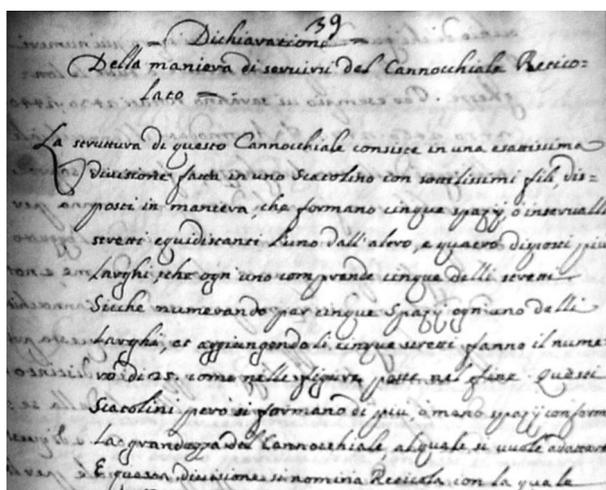


Fig. 2 Intestazione del manoscritto intitolato «Dichiarazione della maniera di servirsi del cannocchiale reticolato», tratto dal codice bianchiniano CCCXX *Studi su vario argomento di scienza astronomica*.

avere una maggior precisione delle coordinate stellari. Inoltre erano molto utili per misurare dimensioni e distanze di elementi caratteristici dei pianeti, con cui studiare gli eventuali movimenti degli oggetti celesti osservati, ma strumenti anche molto pratici per l'uso terrestre.

Molte informazioni ed elementi tecnici sugli strumenti usati da Bianchini e sulle tecniche di utilizzo dei medesimi si trovano nel codice CCCXX, intitolato *Studi vari su argomento di scienza astronomica* conservato presso la Biblioteca Capitolare del Duomo di Verona, che contiene pagine ricche di molte e disparate istruzioni tecnico-pratiche per la costruzione e messa a punto degli strumenti ottici, oltreché i calcoli per ricavare distanze e dimensioni degli oggetti osservati.

Il codice raggruppa una dozzina di manoscritti diversi la cui intestazione è in ognuno di essi assai indicativa:

Della maniera di servirsi del cannocchiale reticolato; Istruzione per collocare l'obbiettivo dentro la sua bussola; Della reticola nel cannocchiale mediante la quale si possono facilmente misurare le distanze, le altezze, e larghezze degli oggetti lontani. Applicato e dimostrato ne suoi lavori diottrici da d. Andrea Chiarelli vicentino in Roma; Pratica dell'applicare della reticola al cannocchiale e del modo di misurare per essa la distanza o il diametro dell'oggetto che si vede; Diligenze da praticarsi per vedere chiaramente gli oggetti in terra con i cannocchiali senza tubo di lunghezza di ottanta e più palmi, Istruzione per togliere la difficoltà nel servirsi della reticola nel cannocchiale per migliorare; Descrizione di una macchina portatile propria a sostenervi vetri per cannocchiali di gran foco presentato all'Accademia da Monsignor Bianchini; La descrizione e l'uso d'uno assortimento di microscopi portatili.

Questi testi raccolgono le istruzioni tecniche per mettere a punto i telescopi e cannocchiali portatili che spesso cita nelle sue lettere, i quali avevano anche la

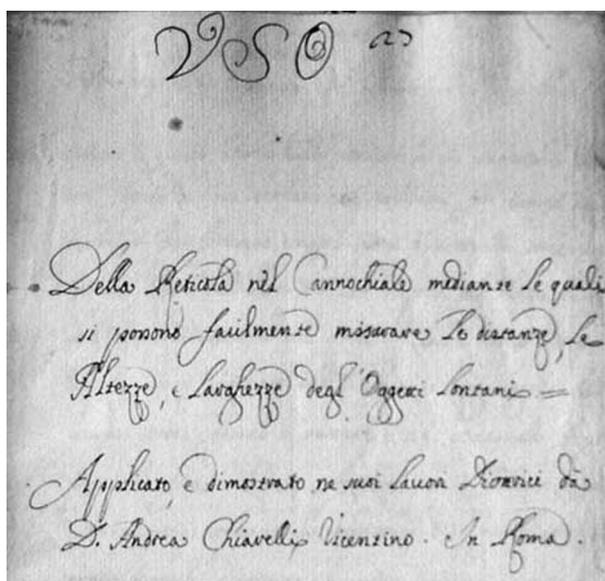


Fig. 3 Intestazione del manoscritto intitolato «Della reticola mediante le quali si possono facilmente misurare le distanze, le altezze e larghezze degli oggetti lontani», tratto dal codice bianchiniano CCCCXX *Studi su vario argomento di scienza astronomica*.

caratteristica di essere talvolta privi del classico tubo che portava le ottiche, e che erano invece costituiti solo dai supporti delle lenti che andavano posizionate direttamente sul campo. Altre istruzioni riguardano le tecniche per montare il sistema di puntamento della reticola ovvero del micrometro a fili che applicava ai cannocchiali [vedi *Gascoigne's Invention of the Micrometer*, in «*Philosophical Transactions*», 48 (1753-1754), pp. 190-192]. A esse erano allegate le istruzioni della tecnica di calcolo delle distanze e delle dimensioni degli oggetti osservati con il cannocchiale attraverso l'uso della sua reticola, applicando le regole della diottrica pubblicate da Andrea Chiarelli, la tecnica di messa a fuoco di cannocchiali di lunga focale o dei microscopi portatili.

Come si vede una delle prime cure che aveva a cuore il Bianchini era la taratura degli strumenti e la pratica nell'utilizzo, oltre che per gli aspetti legati al buon sfruttamento delle ottiche. Questi aspetti sono molto interessanti perché rivelano il retroterra preparatorio con un'analisi accurata delle conoscenze di ottica dalle quali Bianchini era partito per poi sviluppare tutte le tecniche necessarie alla difficile arte soprattutto della osservazione astronomica.

Vorremmo qui sottolineare due aspetti particolari a cui aveva lavorato molto il Bianchini nello sviluppo dei suoi strumenti di osservazione, ovvero l'utilizzo di telescopi a focale sempre più lunga, elemento che rendeva complessa la costruzione e l'uso di tali strumenti, e la possibilità di rendere trasportabile il tutto onde continuare la raccolta di osservazioni anche durante i suoi frequenti viaggi.

Rileggendo alcune sue lettere si comprende infatti come Bianchini fosse molto attento agli aspetti strumentali tanto che portava sempre appresso il necessario nei

suoi spostamenti per l'Italia o per l'Europa. Quando ad esempio si era trasferito a Roma, a partire dal 1688, per stabilirvisi definitivamente, aveva preparato il suo trasloco con due viaggi nei mesi precedenti. Infatti comunicava a monsignor Giovanni Ciampini (fondatore dell'Accademia Fisico-matematica di Roma e sostenuta dalla Regina Cristina di Svezia) che voleva portare a Roma tutti i suoi strumenti fisici e astronomici. L'intento era però quello di lasciarli in un deposito fuori porta per non pagare la tassa all'ingresso della città, quindi in varie lettere chiedeva a Ciampini se c'era tale disponibilità di locali. Infatti il 23 settembre 1688 scriveva al Ciampini di aver chiesto al Vettori di trovargli un luogo fuori della porta del popolo perché «alcuni [strumenti] che non tengono molto ingombro, si potranno riporre ne' cassetti della carrozza è [...] così ancora la cassa di un cannocchiale lungo 24 palmi, la quale benché si raccorci molto, non si potrà però accomodare in carrozza con molti altri ferri della stessa lunghezza».

In particolare i telescopi che aveva utilizzato, soprattutto nel periodo romano, erano quelli a lunghissima focale costruiti da Giuseppe Campani [vedi i seguenti riferimenti: *A Further Account, Touching Signor Campani's Book, and Performances About Optick-glasses*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society», 1, 1665, pp. 70-75; *An Account of the Tryalls, Made in Italy of Campani's new Optick Glasses*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society», 1, 1666, pp. 131-132; *An Account of the Improvement of Optick Glasses*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society», 1,

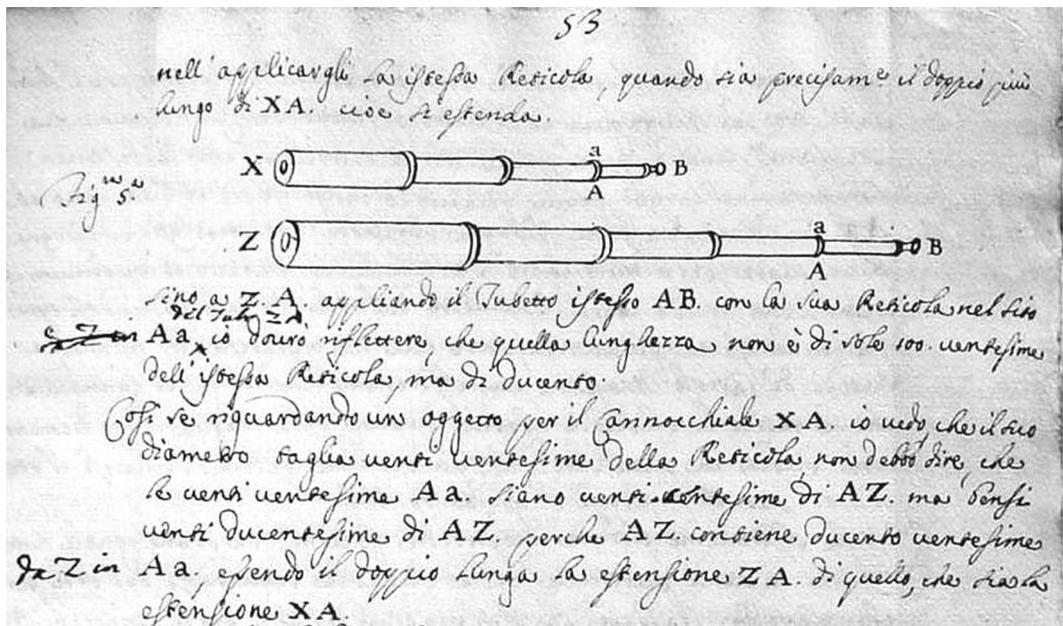


Fig. 4 Disegno e istruzioni per utilizzare i cannocchiali tratti dal manoscritto «Istruzione per togliere la difficoltà nel servirsi della reticola nel cannocchiale» dal codice bianchiniano CCCCXX Studi su vario argomento di scienza astronomica.

1665, pp. 2-3; *A Description of an Instrument for Dividing a Foot into Many Thousand Parts, and Thereby Measuring the Diameters of Planets to a Great Exactness*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society», 2, 1667, pp. 541-544] il cui nome, con le dimensioni degli strumenti, si trova riportato in molte note che accompagnavano le osservazioni notturne. Negli appunti manoscritti si trova che Bianchini aveva utilizzato diversi strumenti in diverse occasioni, ovvero telescopi del Campani di 7, di 23 di 94 palmi e oltre. Aveva anche affrontato il problema della precisione del puntamento e aveva montato uno o più differenti micrometri a filo da lui messi a punto, che collocava in varie posizioni a diverse distanze, di 3, 5, 7, o 11 palmi dall'estremità del cannocchiale. Per alcune osservazioni, quali quelle dedicate al pianeta Venere, abbiamo notizia che aveva poi offuscato il cristallino della lente dell'oculare del telescopio con del fumo, per limitare la luminosità dell'astro, che disturbava la visione.

Costruzione e uso del micrometro o reticola

Il cannocchiale dotato di «reticola», ovvero di micrometro, era costruito in modo da portare «un'esattissima divisione fatta in uno scatolino con sottilissimi fili», quindi un apparecchio applicato al sistema ottico. Il sistema consisteva di un contenitore nel quale erano stati posizionati quattro sottili fili «principali» montati a una determinata distanza tra loro ed erano disposti in maniera da dividere il campo visivo in cinque parti uguali. Queste a loro volta erano divise da altri quattro fili equidistanti tra loro montati più ravvicinati dei precedenti e suddividevano gli spazi «principali» in ulteriori cinque spazi minori. In tal modo il campo osservativo veniva suddiviso in 25 parti. Il tutto veniva incluso in una scatolina detta «reticola» che veniva avvitata all'estremità inferiore del cannocchiale e nel punto centrale di questa veniva scritto il numero degli spazi e quanti ne poteva comprendere la lunghezza del cannocchiale, in modo da tener conto delle caratteristiche ottiche di ogni singolo strumento; il numero suddetto veniva definito «proporzionale» e doveva essere utilizzato nelle operazioni di misura relative alle osservazioni.

Poiché il cannocchiale poteva variare la sua lunghezza muovendo i tubi telescopici in funzione della distanza dell'oggetto da osservare, sul corpo dei tubi vi erano scritti più numeri proporzionali in funzione degli spazi della reticola «accìò possono servire a tutte le lunghezze». Tali numeri erano coperti dal tubo successivo e comparivano via via che questo veniva esteso: «per esempio vi saranno notati 2430, 2440, 2450, 2460, 2470». Una volta sistemato il cannocchiale su un soggetto e messo a fuoco, se ad esempio la prima canna era estesa al punto che «vedo il più vicino numero all'orlo della seconda canna essere il numero 2460 di questo mi servo d'un numero proporzionale per la distanza di quell'oggetto osservato».

Per sapere quanto fosse lontano l'oggetto osservato si contavano gli spazi della reticola contenuti nell'immagine e «poi con il numero di detti spazi osservati divido il numero proporzionale e il quoziente sarà la distanza orizzontale dal Cannocchiale all'oggetto».

Naturalmente non sempre era possibile un puntamento così preciso, infatti «si deve sapere [che] quando si può avere oggetti grandi che occupino maggiori

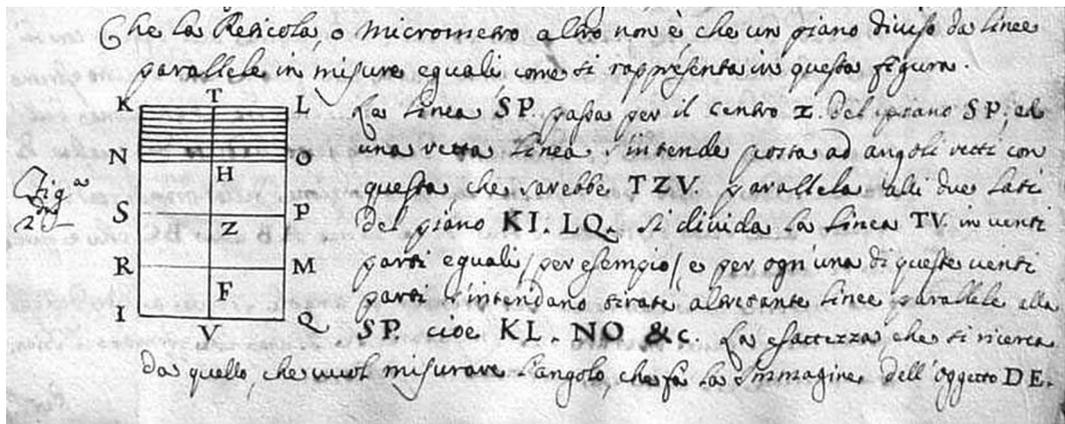


Fig. 5 Schema di realizzazione della reticola, o micrometro, tratto dal manoscritto «Istruzione per togliere la difficoltà nel servirsi della reticola nel cannocchiale», dal codice bianchiano CCCXX *Studi su vario argomento di scienza astronomica*.

numeri de spazi vengono più esatte le operazioni. Quando poi il sito non lo permette come a luoghi dell'inimico in guerra, bisogna valersi di ottimo giudizio, per scegliere da osservare di quelle cose, che hanno qualche nota grandezza». Occorreva dunque tenere conto che la qualità delle osservazioni migliorava quanto maggiore era il numero di linee reticolari che coprivano l'oggetto della osservazione, quindi era importante avere un riferimento dalle dimensioni note con cui fare una «taratura», per esempio «un uomo a cavallo, una picca, una muraglia di Fortezza scalcinata di cui si vogliono numerare le file delle pietre, o mattoni, e altre simili cose, tutte sono a proposito per trovare le distanze, dove si osservano le grandezze degl'oggetti cognitivi. Volendo poi venire in cognizione di una distanza, dove non si veda alcun oggetto di nota grandezza, si ottiene l'intento con fare due stazioni non già in triangolo, come nell'altimetria ordinaria, ma stando sempre in linea retta con avvicinarsi all'oggetto, o allontanarsi dal medesimo».

I testi consultati descrivono poi in vari passi le operazioni di puntamento e di misura nell'uso del cannocchiale, ma quello intitolato *Della reticola nel cannocchiale mediante la quale si possono facilmente misurare le distanze, le altezze e larghezze degli oggetti lontani. Applicato e dimostrato ne suoi lavori diottrici da d. Andrea Chiarelli vicentino in Roma* è probabilmente quello tra i più interessanti.

Il calcolo delle distanze con il cannocchiale

Proprio su questo personaggio sarà in futuro interessante indagare per comprendere quali elementi di ottica furono utilizzati dal Bianchini, che aveva estratto evidentemente molte informazioni dal testo citato. Va da ultimo ricordato che le invenzioni messe a punto da Bianchini gli avevano permesso di utilizzare i cannocchiali sia per osservare gli oggetti sulla terra che per seguire la Luna e i pianeti, gra-

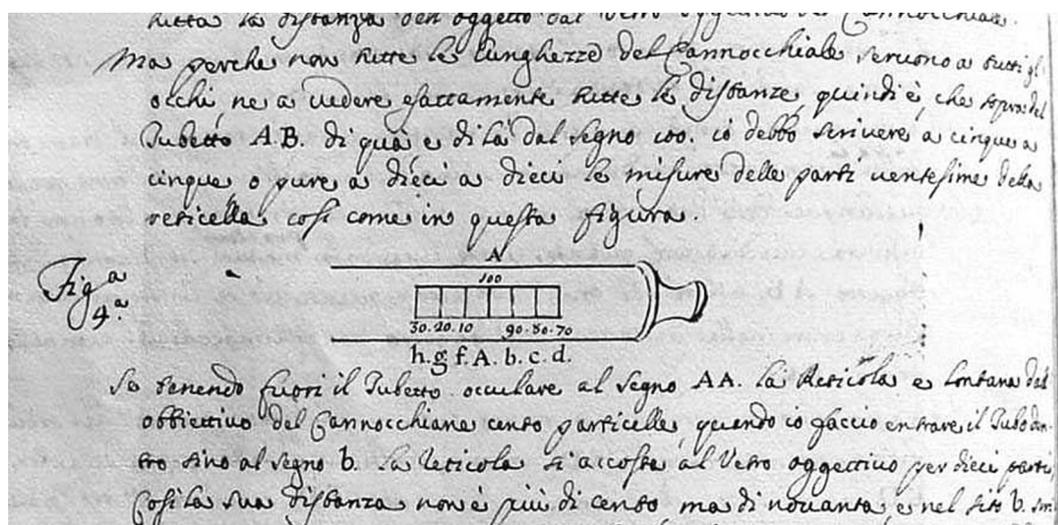


Fig. 6 Suddivisione del sistema di riferimento da applicare al cannocchiale per misurare distanza e dimensione di un oggetto, tratto dal manoscritto «Istruzione per togliere la difficoltà nel servirsi della reticella nel cannocchiale», dal codice bianchiniano CCCXX Studi su vario argomento di scienza astronomica.

zie ad alcune modifiche al sistema di puntamento e di inquadramento. Attaccato al tubo aveva infatti aggiunto un contenitore con diversi fori che potevano essere collegati a piacimento all'estremità del tubo. In tale scatolina, detta bussola, si potevano posizionare a piacimento diversi vetri lavorati, preparatigli dal Campani, poi bloccati da alcuni fili d'ottone.

Sopra il vetro andava posizionato un capello per il quale «si avverte che il suddetto capello non si adopra in altro che per osservare li oggetti della terra, e per osservare la Luna». Quando invece si volevano osservare i pianeti si doveva togliere il capello che andava sostituito con una «bussola foderata negra» per limitare al massimo il disturbo di sorgenti luminose interne allo strumento.

Per calcolare la distanza con una sola stazione di un oggetto sulla terra, di cui fosse nota la grandezza, Bianchini suggeriva di prendere un riferimento, ad esempio una picca (arma in asta, lunga fino a 5-8 metri che termina con un ferro a punta aguzza, usata dalla cavalleria nel medioevo e nel rinascimento) posta in piedi, che andava osservata con i fili della reticella sistemati in orizzontale. Ad esempio si poteva supporre che la picca occupasse due spazi maggiori e sette minori nella reticella, che facevano in totale 13 spazi, inoltre si poteva ad esempio trovare che tale valore fosse proporzionale alla segnatura 2460 sul corpo del cannocchiale. Si divideva allora 2460 per 13, che forniva il quoziente 189 e $1/4$, per cui la distanza cannocchiale-picca era 189 e $1/4$ della lunghezza della picca (da 947,5 a 1514 metri).

Se invece non erano note le dimensioni dell'oggetto da osservare si usavano due stazioni. Si osservava ad esempio da una prima stazione una colonna nella sua altezza e lo spazio occupato nella reticella, poniamo 3 spazi maggiori pari a 15 minori più stretti. Poi si lasciava un'asta di riferimento dove era posizionato il cannocchia-

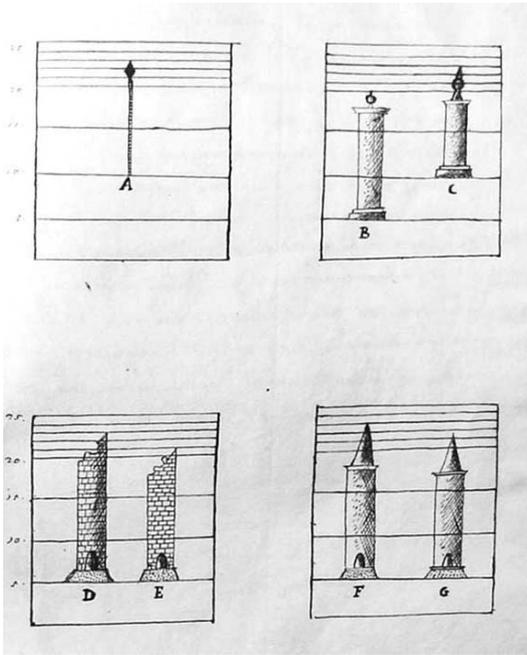


Fig. 7 Disegno di torri, colonne e picche proposte da Bianchini da usare come riferimento per la taratura del cannocchiale, tratto dal manoscritto «Della reticola nel cannocchiale mediante la quale si possono facilmente misurare le distanze, le altezze, e le larghezze degli oggetti lontani. Applicato e dimostrato ne suoi lavori didattici da Andrea Chiarelli.

le e ci si allontanava dall'oggetto osservato di 120 passi, canne o altro tipo di unità di misura, e ci si posizionava nella seconda stazione da dove si osservava nuovamente la stessa colonna, tenendo come riferimento l'allineamento con la posizione iniziale di osservazione (la prima stazione). Se si osservava che la colonna occupava ad esempio due spazi maggiori e tre minori per un totale di 13 spazi (come si vede dalla figura con la colonna G), con tali numeri si utilizzava la regola del tre. Nel primo termine si metteva la differenza tra gli spazi visti nella prima e seconda stazione (15-13). Nel secondo termine si usava il numero di spazi registrati o nella prima, o nella seconda stazione. Nel terzo termine si poneva il numero di piedi, passi o canne misurati tra le due stazioni. Nel quarto termine si otteneva quindi il numero che rappresentava la distanza orizzontale dell'oggetto osservato.

Naturalmente se nel secondo termine della regola del tre si poneva il numero di spazi osservati nella stazione più vicina all'oggetto, allora nel quarto termine si trovava la distanza dell'oggetto dalla seconda e più lontana stazione. Se nel secondo termine si poneva il numero di spazi osservati nella stazione più lontana dall'oggetto allora nel quarto termine si trovava la distanza dell'oggetto dalla stazione più vicina.

Nell'uso della reticola (o micrometro) era pratica osservativa di posizionare in maniera fissa la reticola in modo che fosse determinata la distanza dell'immagine su di essa dal centro dell'obiettivo C. Usando la stessa scala usata per separare i fili della reticola si suddivideva tutta la distanza che vi era dal centro della lente obiettivo del cannocchiale al suo fuoco. Il numero di spazi della reticola che conteneva l'intera linea di riferimento si chiamava numero del cannocchiale, con il quale s'intendeva una distanza fissa del luogo ove si formava l'immagine dall'obiettivo, divisa poi in tante parti eguali come nella reticola. Naturalmente poiché gli obiettivi dei

cannocchiali potevano avere lunghezze focali differenti, ognuno di essi doveva avere il suo numero accompagnato alla spaziatura di una specifica reticola. Tuttavia era possibile utilizzare anche una sola reticola da applicare a differenti obiettivi e cannocchiali, quindi con un'unica scala invariabile si metteva in evidenza in un piccolo cannocchiale (che fosse stato lungo supponiamo 90 spazi) la decima parte della distanza fuoco obiettivo-lente; invece in un cannocchiale dieci volte maggiore, che sarebbe stato lungo 900 spazi dati dalla medesima reticola, si utilizzava solamente la centesima parte di tale lunghezza. Questa opportunità di poter sfruttare una sola reticola su diversi cannocchiali non era estranea anche al fatto che gli artigiani come Giuseppe Campani erano in grado di fornire ai tecnici o, più sovente, agli appassionati frequentatori delle accademie scientifiche, obiettivi di varie dimensioni, come si può vedere dall'elenco di obiettivi con relativo prezzo con e senza tubo di supporto, in funzione delle differenti lunghezze focali, tratto da un documento dei carteggi citati.

Cannocchiali senza tubo

Uno dei manoscritti più ricchi di informazioni tecniche è poi quello intitolato *Diligenze da praticarsi per vedere chiaramente gl'oggetti in terra con i cannocchiali senza tubo di lunghezza di ottanta e più palmi* che esprime un'ipotesi di lavoro dalle vaste applicazioni.

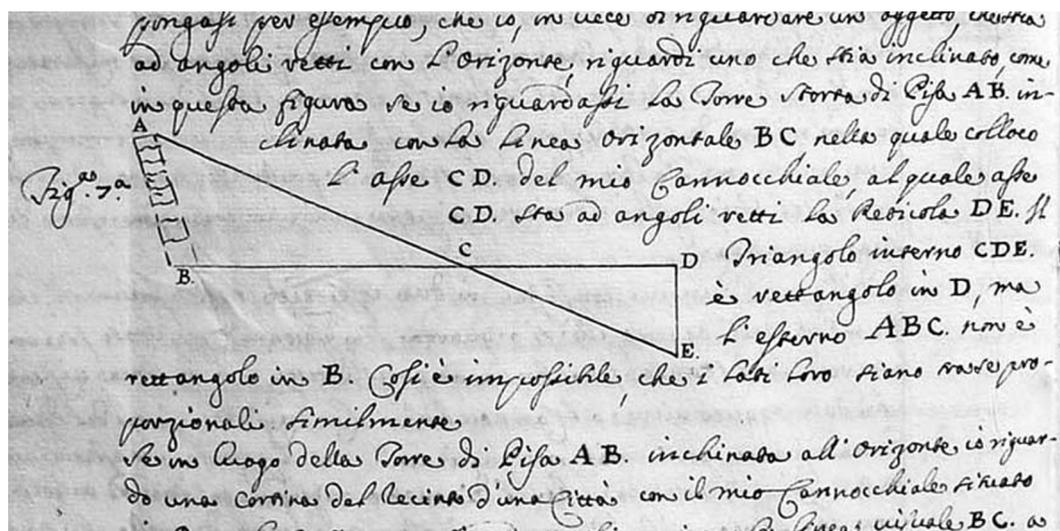


Fig. 8 Schema geometrico di riferimento per costruire le misure di distanza e dimensione di un oggetto osservato da un cannocchiale, tratto dal manoscritto «Istruzione per togliere la difficoltà nel servirsi della reticola nel cannocchiale», dal codice bianchiniano CCCXX Studi su vario argomento di scienza astronomica.

69

*Oggetti fatti dalle mani del sig.
Giuseppe Campani = Brezo senza tubo de
L. grandi*

Di Salmi	205	350
Di Salmi	195	340
Di Salmi	150	300
Di Salmi	142	170
Di Salmi	138	160
Di Salmi	120	150
Di Salmi	88	100
Di Salmi	55	85
Di Salmi	50	75
Di Salmi	36	50
Di Salmi	30	45
Di Salmi	25	40
Di Salmi	20	35
Di Salmi	18	30
Di Salmi	15	25

Prezi con il Tubo

+ Di Salmi	12	20
Di Salmi	10	18
Di Salmi	8	15
Di Salmi	6	1
+ Di Salmi	4	10
Di Salmi	31	9
Di Salmi	2	7

Fig. 9 Elenco degli obiettivi con varie lunghezze focali costruiti da Giuseppe Campani presentati con i relativi prezzi, tratto dal manoscritto *Istruzione per collocare l'obiettivo dentro la sua bussola*.

Pensò adunque il sig. Campani alla invenzione di valersi in ogni tempo di vetri di qualunque distanza [focale] e diametro tanto di giorno per gli oggetti terrestri quanto di notte per i celesti e ancora per i terrestri quando siano illuminati con sufficiente copia di lumi senza necessità veruna di tubi. E dopo molte speculazioni ha finalmente riprovato e provato un modo sicurissimo di servirsi di cristalli lavorati a qualunque ampiezza [di curvatura] di sfera, così nel rimirare corpi celesti, come terrestri, senza discapito di quella distinzione che darebbe il tubo perfettamente difeso da raggi esterni e tenuto perfettamente a filo dell'asse dell'obiettivo e del cannocchiale.

Ritrovandomi io in Roma in predetto tempo in che ho inteso parlare di quella rara invenzione ho voluto da me medesimo. Promette adunque il sig. Campani di comunicare un modo nuovo da se ritrovato per dirigere a qualunque oggetto esposto alla nostra vista, o sia in cielo o sia in terra, i cristalli e obiettivi e oculari di qualunque grandezza cannocchiale che avesse molte centinaia di palmi di lunghezza senza bisogno di tubo; e per tenerli fissi dirittamente nell'oggetto stabilito e per seguitare e accompagnare il di lui moto se sarà mobile, come i pianeti, con la medesima chiarezza con la quale si vedrebbe il medesimo oggetto inserendo i cristalli al tubo steso dalli obiettivi alli oculari, e tenuto perfettamente diretto nella linea se fosse l'asse del cannocchiale.

Afferma se la maniera di adoperare la sua invenzione riesce tanto spedita e tanto semplice per i pochissimi attrezzi o stromenti necessari che una persona sola può puntare senza aiuto d'altri quanto è necessario all'uso di qualunque gran cannocchiale di 200 e più palmi: e che in osservare? Attualmente ancora in cielo basta il solo osservarsi per assicurare la macchina e tenuta sempre rivolta esattamente al pianeta o ad altro corpo che si riguarda per i cristalli.

Come si legge, questa macchina osservativa particolare messa a punto da Bianchini e Campani era il cannocchiale senza il tubo di supporto delle lenti, che necessitava però di una precisa tecnica di puntamento e messa a fuoco del soggetto. Seguendo le istruzioni e i disegni preparati da Bianchini è possibile ricostruire l'utilizzo del suo macchinario: nella figura 10 si nota il treppiede AB su cui è collocato il cristallo obiettivo C che può essere orientato da ogni parte essendo collocato su un perno A. In tal modo si tende poi un filo (NTV) sulla stessa linea retta che congiunge l'oggetto S che si vuole osservare e il centro dell'obiettivo C, retta passante quindi per i centri dei cristalli oculari nel tubo TV; occorre avere l'accortezza di verificare la correttezza del posizionamento in linea retta sostituendo temporaneamente il cristallo obiettivo CA sul treppiede AB con un cerchio di cartone DA che abbia un piccolo cerchio forato D. Naturalmente la distanza AD del centro di quel foro dalla sommità del sostegno A deve essere uguale alla distanza CA del centro del cristallo obiettivo C dalla sommità A del treppiede, nella quale è incassato il ferro Abd che sostiene l'obiettivo medesimo. Oltre al sistema di allineamento occorre poi eliminare la luce proveniente da altre direzioni che poteva finire negli oculari e disturbare la visione.

Le complesse operazioni di messa a punto erano state descritte con dovizia di particolari e le possiamo seguire nelle parole del Bianchini medesimo che ne sviluppa un esempio.

Dunque volendo riguardare per esempio la statua S sommità d'un palazzo lontano SO dal sito E del piano EB ora sarà da collocare (figura prima) un cannocchiale di ottanta e più palmi io poserò il tripiede AB, che deve sostenere il cristallo obiettivo (figura seconda) lontano 80 e più palmi dall'altro treppiede EK, che deve sostenere i tre vetri oculari. Nel nostro cannocchiale sarà la differenza BE 85 palmi romani.

Sul treppiede AB (figura seconda) invece del vetro obiettivo io colloco prima il cerchio del cartone D forato nel mezzo con un pertugio largo due o tre centimetri solamente di poi nel foro EK colloco il treppiede con la cassetta quadrata KY nella quale si dovrà collocare il cannone con li tre vetri oculari. A questa cassetta quadrata KY io pongo dentro essa il tubo delle lenti oculari del cannocchiale grande, ma un cannocchialetto di due palmi, o due e mezzo, che abbia nel foro dell'oculare e dell'obiettivo suo una reticola di due fili in croce, a modo movendo su e giù a destra e a sinistra il treppiede EKY sino a tanto che nel centro di quella croce, che dentro il cannocchialetto formano le due fila della reticola vedasi per il forame D del cerchio di cartone DA la statua S. Allora io sono certo che se collocherò il centro dell'obiettivo in D otterrò il centro del cartone forato e nella cassetta YK in luogo del cannocchialino RQ il tubo (figura seconda) che ha incluse le tre lenti oculari del cannocchiale grande di 85 palmi tutte le lenti del cristallo obiettivo e oculari saranno in linea rettilinea che dal punto Q, ove terrò l'occhio, ma a dirittura alla statua S proposta per riguardare.

Dunque essendo certo che questa linea è retta io levo via dal treppiede AB il cartone AD (figura seconda) e senza muovere il treppiede AB punto dal suo luogo, mi colloco sopra l'obiettivo AC (figura seconda) il centro del quale C starà ove appunto stava il centro D del cartone avendo noi fatto apposta le due misure AD AC eguali.

Il cristallo obiettivo C ha nell'incassatura tre fili di ferro, che si uniscono in N e in N punta di questa piramide triangolare Ndbx si attacca il filo, che deve reggere la situazione dell'obiettivo in linea retta con gli oculari. Tirasi il filo NTV fino alla cassetta quadrata KY, dove staranno gli oculari.

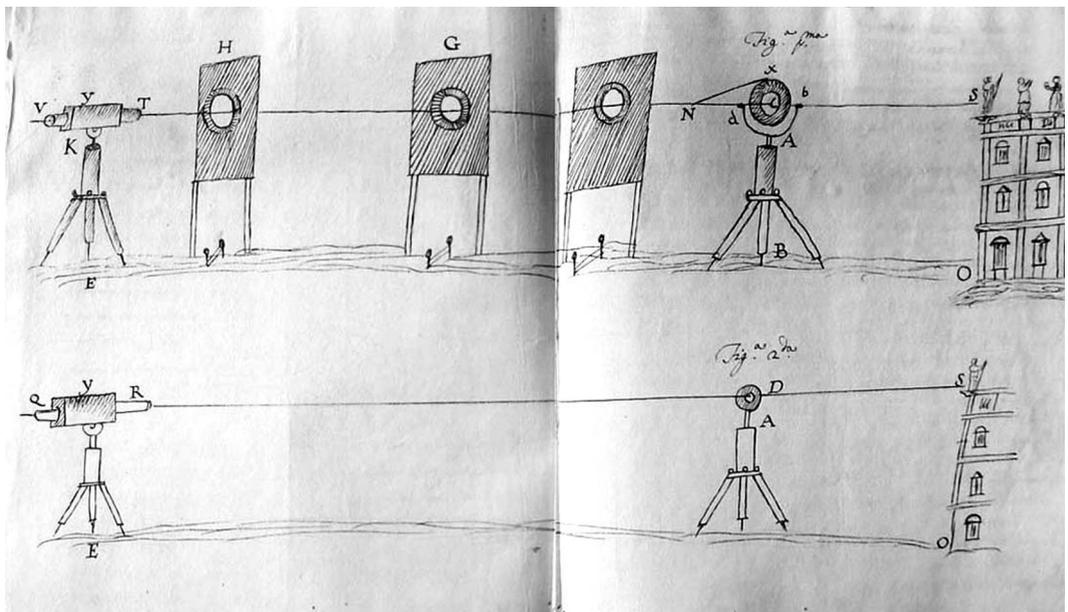


Fig. 10 Schema di puntamento e messa in posizione del cannocchiale senza tubo, tratto dal manoscritto «Diligenze da praticarsi per vedere chiaramente gl'oggetti in terra con i cannocchiali senza tubo di lunghezza di ottanta e più palmi».

In questa forma dunque siamo sicuri che tutti quattro i cristalli i centri loro stanno in linea retta con l'oggetto che si rimira.

Oltre a questa diligenza per tenere in linea retta i centri bisogna farne un'altra per escludere tutti gli altri raggi che vengono fuori dell'obbiettivo su gl'oculari, i quali, se non si escludessero vieterrebbero la vista dell'oggetto. Per escluderli si fa così.

Si mettono tre tele nere di canovaccio tinto in nero che non faccia lume alcuno e siano larghi 5 palmi in circa et alti 6 palmi in circa. Nel mezzo di queste tele si apre un foro rotondo grande quanto è l'apertura dell'obbiettivo.

La prima tela si colloca 5 palmi in circa lontana dall'obbiettivo verso gli oculari, cioè in F. La seconda in G lontana da C in G palmi 50 e la terza in H lontana da C palmi 70 di modo che sarà 15 palmi lontana dalla cassetta degl'oculari YK.

Queste tele si collocano perpendicolari e si fanno stare distese con piombi attaccati. Si formano in modo che i buchi loro possano alzarsi e abbassarsi a fine che il centro di ogni buco lasci passare il filo diritto da N in T e in conseguenza ancora tutti i raggi che dall'oggetto S vengono sull'obbiettivo C e dall'obbiettivo C si mandano per l'asse NT al suo foco in T ove per gl'oculari devono rivoltarsi e tramandarsi all'occhio del riguardante.

Si avverta di far sostenere queste tele da due bastoni perpendicolari intraversati da tre bastoni in cima a mezzo, e tre piedi che formino come un telaro. E per il traverso da piedi si passa un altro traverso in croce nel quale si possono conficare cavicchie di ferro che lo tengano fermo nel pavimento che si suppone di terra. Se il pavimento fosse di pietra o di mattoni in cui non si possono inchiodare i piedi suddetti con le cavicchie di ferro bisognerà in luogo di quelle far collocare sassi grandi su quelle croci affinché con il peso loro ten-

gano fermo e dritto il telaro e la tela in modo che il vento non possa gettare le tele e in terra i telari.

Con queste precauzioni escludendosi tutti i raggi inutili e ricevendosi direttamente quelli che manda l'oggetto illuminato è necessario che il cristallo obbiettivo se è bene lavorato mandi i raggi al suo luogo giusto e i vetri oculari li ricevano e li rimettano dirizzati al dovuto termine senza mostrarne d'altri. Così l'oggetto si vede chiaramente e distintamente se i vetri sono bene lavorati.

Conclusioni

Il breve *excursus* qui sviluppato su alcune annotazioni tecniche di Francesco Bianchini pone in risalto la ricchezza della sua sperimentazione nel campo della ricerca ottica e soprattutto applicativa. Il continuo evolvere di studi e le proposte di significativi miglioramenti nell'arte costruttiva dei cannocchiali e dei telescopi percorre tutti i documenti citati, che richiederanno ancora notevoli approfondimenti, tuttavia confermano l'interesse per il lavoro del Bianchini per alcune notevoli intuizioni e per l'innovativo metodo di lavoro in stretta sinergia con gli artigiani dell'epoca. Ne era nato uno scambio continuo e virtuoso i cui risultati hanno contribuito a un originale, ancorché poi superato, sviluppo della storia dell'astronomia.

Bibliografia

- Allen H.S., *James Gregory, John Collins, and Some Early Scientific Instruments*, in «Nature», 121 1928, pp. 456-458.
- Bedini S.A., *The Optical Workshop Equipment of Giuseppe Campani*, in «Journal of the History of Medicine and Allied Sciences», 16, 1961, pp. 18-38.
- Bedini S., *On Making Telescope Tubes in the 17th Century*, in «Physis», 4, 1962, pp. 110-116. Reprinted in Id., *Science and Instruments in Seventeenth Century Italy*, Variorum, Aldershot 1994.
- Bedini S., *Lens Making for Scientific Instrumentation in the Seventeenth Century*, in «Applied Optics», 5, 1966, pp. 687-697.
- Bedini S., *The Tube of Long Vision, the Physical Characteristics of the Early 17th Century Telescope*, in «Physis», 13, 1971, pp. 147-204.
- Bedini S., *The Optical Workshop Equipment of Giuseppe Campani*, in Id., *Science and Instruments in Seventeenth Century Italy*, Variorum, Aldershot 1994.
- Bedini S., *Science and Instruments in Seventeenth Century Italy*, Variorum, Aldershot 1994.
- Bedini S. e Bennett A., *A Treatise on Optics by Giovanni Christoforo Bolantio*, in «Annals of Science», 52, 1995, pp. 103-126. Reprinted in S. Bedini, *Patrons, Artisans, and Instruments of Science, 1600-1750*, Variorum, Aldershot 1999.
- Bedini S. e Campani, G., *Dictionary of Scientific Biography*, C. Gillispie (a cura di), Scribner, New York 1970-1980.
- Bennett J.A., *The Divided Circle: A History of Instruments for Astronomy, Navigation, and Surveying*, Phaidon, Oxford 1987.
- Bianchedi M., *Un cannocchiale del Divini*, in «Luci ed immagini», 22, 1948, p. 10.
- Carini I., *Diciotto lettere inedite di Francesco Bianchini e Giovanni Ciampini*, Tipografia Vaticana, Roma 1892.

- Celani E., *L'epistolario di monsignor Francesco Bianchini*, in *Memoria ed indici*, Visentini, Venezia 1889, pp. 50-57.
- Gamba G.V. e Bianchini F., in E. De Tipaldo (a cura di), *Biografia degli italiani illustri*, vol. 7, Alvisopoli, Venezia 1840, p. 288.
- Gentili C.G., *Elogio di Bartolomeo Eustachio e Memorie Storiche di Eustachio Divini Settempedani*, Macerata 1837.
- Govi G., *Della invenzione dei micrometri per gli strumenti astronomici*, in *Bollettino di Bibliografia e Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, Tomo XX, Dicembre 1887, pp. 607-622.
- Marchi S. (a cura di), *I Manoscritti della Biblioteca Capitolare di Verona*, Casa Editrice Mazziana, Verona 1996.
- Martini A., *Manuale di metrologia ossia misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli*, Loescher, Torino 1883, pp. 822-823.
- Mazzoleni A., *Vita di Monsignor Francesco Bianchini veronese*, Stamperia Targa, Verona 1735.
- Monaco G., *Un parere di Francesco Bianchini sui telescopi di Giuseppe Campani*, in «Physis», 35, 1983, 413-431.
- Monaco G., *L'astronomia a Roma. Dalle origini al Novecento*, Osservatorio Astronomico di Roma, Roma 2001.
- Righini Bonelli M.L., *Delle prime lavorazioni dei cannocchiali in Italia e della loro fortuna*, in «Giornale di astronomia», 48, 1977, pp. 153-170.
- Spagnolo A., *Francesco Bianchini e le sue opere*, in *Memorie dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*, s. 3, LXXXIV, 1898, pp. 89-122.
- Spagnolo A., *Di alcuni doni preziosi di mons. Francesco Bianchini alla Capitolare di Verona*, in *Atti e Memorie dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*, LXXV, s. III (1899) pp. 113-125.
- Tinazzi M., *Le osservazioni astronomiche di Francesco Bianchini nei codici bianchiniani della Biblioteca Capitolare di Verona*, in *Atti del secondo congresso nazionale di archeoastronomia astronomia antica e culturale e astronomia storica*, Osservatorio Astronomico di Roma, Monteporzio Catone settembre 2002, Società Italiana di Archeoastronomia (in corso di stampa).
- Tinazzi M., *I disegni inediti dei manoscritti di Francesco Bianchini conservati presso la Biblioteca Capitolare di Verona*, in *Atti della fondazione Giorgio Ronchi* (in corso di stampa).
- Van Helden A., *The Telescope in the Seventeenth Century*, in «Isis», 65, 1974, pp. 38-58.