

Roberta Tassora

**Le Meditatiunculae de rebus mathematicis di
Guidobaldo del Monte**

Tesi di Dottorato

2001

Supervisor: Professor Dr. Pier Daniele Napoletani,
Università di Pisa

A mia madre e mio padre

Vorrei esprimere i miei più sentiti ringraziamenti a quanti mi hanno aiutato per la realizzazione di questo lavoro.

In modo particolare rivolgo un caloroso grazie al Prof. Pier Daniele Napolitani per la sua paziente disponibilità e per i suoi preziosi suggerimenti, fondamentali per la stesura di questa tesi.

Desidero ringraziare, infine, tutta la mia famiglia e Anish per la fiducia e l'incoraggiamento con cui mi hanno sempre sostenuto nel corso di questi anni di dottorato.

Indice

I	Il manoscritto <i>Fonds Latin 10246</i>	13
1	Le <i>Meditatiunculae de rebus mathematicis</i> di Guidobaldo dal Monte	15
1.1	Descrizione del manoscritto <i>Fonds Latin 10246</i>	15
1.2	Il contenuto	17
1.3	La numerazione delle pagine ed il problema della datazione	19
1.3.1	”Il problema della tangente” (pagine 34, 62, 63)	20
1.3.2	”L’errore di Orontius Fineus” (pagine 45, 46, 112)	22
1.3.3	Le pagine 138 – 142	24
1.3.4	Alcune considerazioni	26
1.4	Un indice guidobaldiano delle <i>Meditatiunculae</i>	27
1.5	Il problema della datazione: le citazioni e la corrispondenza di Guidobaldo	29
1.5.1	Le citazioni	29
1.5.2	La corrispondenza	32
1.5.3	Pagina 116 delle <i>Meditatiunculae</i>	44
1.5.4	Conclusioni	51
2	Il problema dei tre cerchi nelle <i>Meditatiunculae</i> e nel codice di Los Angeles	53
2.1	Introduzione	53
2.2	La dimostrazione	56
2.3	Le versioni A e B: confronto	57
2.4	Le versioni A e B ¹ : confronto	63
2.5	La versione C: il caso dei tre cerchi non tangenti	67
2.6	Conclusioni	71

II	Il contenuto delle <i>Meditatiunculae</i>	73
3	Le pagine di meccanica nelle <i>Meditatiunculae</i>	75
3.1	Introduzione	75
3.2	L'equilibrio, il centro di gravità, il moto della terra, la bilancia	76
3.2.1	Il <i>De libra</i> delle <i>Meditatiunculae</i>	77
3.2.2	Le pagine 31 e 32	80
3.2.3	Sfera sul piano inclinato	85
3.3	Le pagine sulla coclea	87
3.4	Il principio di Archimede nelle pagine delle <i>Meditatiunculae</i> .	90
3.4.1	Movimento di un corpo in un mezzo liquido	90
3.4.2	Il problema della corona ovvero <i>mixti proportionem invenire</i>	93
4	La prospettiva nelle <i>Meditatiunculae</i>	101
4.1	Il <i>Della prospettiva</i>	101
4.2	Le <i>Notae quaedam de perspectiva</i>	106
4.2.1	La teoria dei punti di fuga	107
4.2.2	L'applicazione della teoria dei punti di fuga	114
4.3	La prospettiva delle <i>Meditatiunculae</i> e il <i>de perspectiva libri sex</i>	117
5	I problemi astronomici e la costruzione degli orologi solari	123
5.1	La costruzione degli orologi solari	123
5.2	Le pagine di astronomia nelle <i>Meditatiunculae</i> : descrizione .	131
5.3	Le pagine di astronomia nelle <i>Meditatiunculae</i> : il contenuto .	134
5.4	Conclusioni	146
6	Gli argomenti di geometria nelle <i>Meditatiunculae</i>	149
6.1	I problemi sui solidi	149
6.2	Gli strumenti per la costruzione delle sezioni coniche	156
6.3	Del Misurar	162
6.4	Proposizioni su cerchi e un problema	163
6.5	L'angolo di contatto è una grandezza	168
6.6	Teoremi sui poligoni inscritti in un cerchio	169
6.7	Conclusioni	172

7	Suggerzioni galileiane nelle <i>Meditatiunculae</i>	173
7.1	Introduzione	173
7.2	Le riflessioni sull'infinito	174
7.3	Il suono di due corde	179
7.4	Il moto dei proietti	181
8	Conclusioni	187
 III Appendici		 191
A	Indici delle <i>Meditatiunculae de rebus mathematicis</i>	193
A.1	Indice "carta per carta"	194
A.2	Indice per argomenti	205
A.2.1	Orologi solari	205
A.2.2	Astronomia	206
A.2.3	Geometria	208
A.2.4	Prospettiva	213
A.2.5	Meccanica	215
A.2.6	Ottica	216
A.2.7	"Pratica"	217
A.3	Elenco dei "foglietti" aggiunti	218
A.4	I rimandi interni	219
B	Alcune pagine del manoscritto 170/624 University of California Library	221
B.1	Carta 86r	221
B.2	Carta 89	222
B.3	Il problema dei tre cerchi: la pagina 90r del codice di Los Angeles	224
 IV Il testo		 227
B.4	Il foglietto di collocazione incerta	553
B.5	Note al testo	554

Elenco delle tabelle

2.1	Confronto versioni B – A	58
2.2	Confronto versioni A – B ¹	65
2.3	Confronto versioni B – C	69
4.1	Corrispondenza di proposizioni tra le <i>Meditatunculae</i> e il <i>Per- spective libri sex</i>	118
4.2	Corrispondenza di proposizioni tra le <i>Meditatunculae</i> e il <i>Per- spective libri sex</i>	120
5.1	La numerazione delle figure	133
5.2	Confronto tra <i>Meditatiunculae</i> e i <i>Planisferi</i>	136
5.3	Confronto tra le pagine di astronomia delle <i>Meditatiunculae</i> e i <i>Problemi astronomici</i>	141
6.1	Confronto problemi sui solidi	151

Introduzione

Guidobaldo dal Monte (Pesaro 1545-1607) fu un personaggio di rilievo nella vita scientifica del tardo Cinquecento italiano: formatosi nell'ambiente di Urbino egli raccolse l'eredità del maestro, Federico Commandino (1509-1575), dedicandosi al commento e alla restaurazione di alcune opere classiche, non tralasciando tuttavia di impegnarsi nell'elaborazione di lavori originali. In particolare, Guidobaldo sentì di dover completare l'opera di Commandino, dedicandosi alle scienze meccaniche che il maestro non aveva trattato in maniera sistematica. Nella prefazione al suo *Mechanicorum Liber*¹, l'opera alla quale il nome di Guidobaldo è maggiormente legato, Guidobaldo stesso, dopo aver lungamente elogiato l'opera di Commandino, spiega il suo tentativo di colmare la lacuna presente nell'opera di restaurazione svolta dal grande maestro che si dedicò alla meccanica in maniera del tutto limitata². Tra le opere di Guidobaldo, infatti, particolarmente importanti furono il già citato *Mechanicorum Liber* e la parafrasi ai due libri archimedei sull'equilibrio dei piani³ dedicati proprio alla meccanica e alla statica archimedeica.

Le numerose opere⁴ guidobaldiane rivelano una grande ammirazione da

¹ *Guidiubaldi e Marchionibus Montis Mechanicorum Liber*, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1577.

² Ille tamen perpetuo in aliarum mathematicarum explicationem versans, mechanicam facultatem, aut penitus praetermisit, aut modice attigit. Quapropter in hoc studium ardentius ego incumbere caepi, nec me unquam per omne mathematicum genus vagantem ea sollicitudo deseruit; ecquid ex unoquoque decerpi, ac deliberari possit; quo ad mechanicam expoliendam, et exornandam accomodatior esse possem. *Mechanicorum Liber*, cfr. [14].

³ *Guidiubaldi e Marchionibus Montis in duos Archimedis Aequiponderantium libros paraphrasis scholiis illustrata*, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1588.

⁴ Riportiamo un elenco delle opere edite di Guidobaldo:

parte dell'autore nei confronti del mondo classico e mostrano l'acquisizione del patrimonio di conoscenze, reso disponibile dall'attività di restaurazione della matematica greca che caratterizzò la prima metà del Cinquecento e che vide come uno dei principali centri di sviluppo proprio il ducato di Urbino. Scorrendo i titoli delle varie opere pubblicate da Guidobaldo non può sfuggire, inoltre, l'estrema varietà degli interessi che occuparono l'autore nel corso della propria vita; i suoi lavori, infatti, raccolgono riflessioni e studi relativi alle più diverse discipline scientifiche: dalla meccanica alla prospettiva, dall'astronomia alla matematica pura.

Un ulteriore aspetto che fa di Guidobaldo una figura di grande interesse è la ricchezza delle relazioni che egli ebbe con personaggi importanti del panorama culturale del suo tempo, citeremo per tutti Cristoforo Clavio, Francesco Barozzi ed il filosofo Jacopo Mazzoni, nonché l'amicizia che lo legò al giovane Galilei che egli incoraggiò nei primi studi nella direzione di una riscoperta dell'opera archimedea.

Nonostante la centralità di Guidobaldo nel dibattito culturale che caratterizzò la rinascita delle matematiche nel Cinquecento, mancano studi che tendano ad una valutazione complessiva della sua produzione scientifica e della sua figura intellettuale. Manca, in particolare, un'edizione completa della corrispondenza⁵ che sarebbe, ci sembra, particolarmente interessante

Guidiubaldi e Marchionibus Montis Mechanicorum Liber, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1577;

Guidiubaldi e Marchionibus Montis Planisphaeriorum univarsalium teorica, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1579;

De ecclesiatici calendarii restitutione opusculum, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1580;

Guidiubaldi e Marchionibus Montis in duos Archimedis Aequiponderantium libros paraphrasis scholiis illustrata, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1588;

Guidiubaldi e Marchionibus Montis Perspectivae libri sex, Pisauri, Apud Hieronymum Concordiam, 1600;

Guidiubaldi e Marchionibus Montis Problematum astronomicorum libri septem, Venetiis, Apud Bernardinum Iuntam, Io. Baptistam Ciottum et Socios, 1609 ;

Guidiubaldi e Marchionibus Montis De Cochlea libri quatuor, Venetiis, Apud Evangelistam Deuchinum, 1615.

⁵Parte del carteggio di Guidobaldo è stato pubblicato, ma non esiste una raccolta completa che contenga oltre a quanto sparso in varie pubblicazioni anche l'inedito. Tra le lettere pubblicate ricordiamo due lettere a Contarini pubblicate da Favaro (Antonio Favaro, *Due lettere inedite di Guidobaldo del Monte a Giacomo Contarini*, in "Atti del

per cogliere i rapporti che egli ebbe con gli studiosi suoi contemporanei e per avere informazioni circa il suo modo di accostarsi ai dibattiti scientifici. Della sua vasta opera, inoltre, ci sembra siano stati fino ad ora studiati solo particolari aspetti sottolineando, ad esempio, i possibili rapporti Guidobaldo-Galileo, trascurando però di analizzare la produzione guidobaldiana dall'interno nel tentativo di tracciare un quadro dell'evoluzione del suo pensiero scientifico. Da questo punto di vista, riteniamo possa risultare interessante, oltre lo studio delle opere a stampa, anche un'analisi degli scritti tuttora inediti che potranno fornirci utili informazioni circa il procedere della formazione guidobaldiana.

Tra gli inediti di Guidobaldo⁶ riteniamo particolarmente interessanti le *Meditatiunculae de rebus mathematicis*, conservate presso la Bibliothèque Nationale di Parigi con la collocazione *Fonds Latin 10246*⁷. L'ampiezza del trattato e la varietà dei temi affrontati, infatti, permettono di apprezzare la pluralità di interessi che caratterizzò l'attività culturale e scientifica di

Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti", Anno Accademico 1899-1900, tomo LIX, parte II, p. 302-312); il carteggio con Pier Matteo Giordani edito da Arrighi (Gino Arrighi, *Un grande scienziato italiano: Guidobaldo Dal Monte*, "Atti dell'Accademia Lucchese di scienze, lettere e arti", N. S. (II), vol. XII, 1965, p. 183-199); la corrispondenza con Galileo raccolta nell'Edizione Nazionale delle *Opere* di Galileo Galilei (*Le opere di Galileo Galilei*, Nuova ristampa dell'Edizione Nazionale, G. Barbera, Firenze 1968); la corrispondenza con Clavio pubblicata da Baldini e Napolitani (*Christoph Clavius: Corrispondenza*, a cura di Ugo Baldini e Pier Daniele Napolitani, 1982); alcuni scambi epistolari con personaggi dell'ambiente pesarese pubblicati da Bertoloni Meli (Domenico Bertoloni Meli, *Guidobaldo dal Monte and the Archimedean Revival*, "Nuncius", anno VII, 1992, p. 3-34).

⁶Tra gli scritti di Guidobaldo pervenutici in forma manoscritta, due sono stati recentemente pubblicati in E. Giusti, *Euclides reformatus. La teoria delle proporzioni nella scuola galileiana*, Bollati Boringhieri, 1993. Si tratta di due trattatelli sulla teoria delle proporzioni: *In quintum Euclidis Elementorum librum Commentarius* (Biblioteca Oliveriana di Pesaro, Mss. 630) e *De proportione composita* (Biblioteca Oliveriana di Pesaro, Mss. 631).

⁷Alcune pagine di tale manoscritto sono state pubblicate da diversi autori: G. Libri nella sua *Histoire des Sciences Mathématiques en Italie* ha pubblicato le pagine 1-12 e 230-236. Cfr. [25], tomo IV, p. 369-398. Gamba e Montebelli hanno invece pubblicato le pagine 54 e 235 nel loro *Le scienze ad Urbino nel tardo Rinascimento*; cfr. [62], p. 182-184. Le pagine di Prospettiva sono state studiate da P. Marchi *L'invenzione del punto di fuga nell'opera prospettica di Guidobaldo dal Monte*, tesi di laurea, anno Accademico 1997-98, relatore Prof. Pier Daniele Napolitani.

Guidobaldo e, al tempo stesso, mettono in evidenza la profondità delle conoscenze scientifiche che l'autore mostra di possedere.

Ci proponiamo di pubblicare e studiare le *Meditatiunculae* cercando di mettere in relazione quanto in esse contenuto con il resto della produzione di Guidobaldo e di precisare i rapporti che gli appunti e le osservazioni raccolti nel manoscritto hanno con la produzione a stampa, ovvero con la sistemazione definitiva che dei suoi studi Guidobaldo volle dare. Ricerche in questo senso sono già state svolte limitatamente alla parti delle *Meditatiunculae* relative alla prospettiva. Il lavoro di Paola Marchi⁸ offre uno spunto di ricerca interessante: le pagine di prospettiva presenti nelle *Meditatiunculae*, infatti, le hanno permesso di formulare un'ipotesi circa il percorso che portò Guidobaldo alla scoperta del concetto di punto di fuga e della teoria delle rette parallele, esposti nella trattazione a stampa del 1600, a partire dall'elaborazione e dalla reinterpretazione in chiave matematica di una primitiva teoria, legata ad ambienti prevalentemente "pratici".

Un'analisi delle *Meditatiunculae* del tipo sopra suggerito, estesa all'intero manoscritto, è resa estremamente difficile dall'assenza di un'esplicita coerenza tra le varie parti della trattazione e dalla necessità di dover approfondire tematiche appartenenti a diversi ambiti del sapere scientifico del '500: dall'astronomia alla meccanica alla geometria. D'altra parte, lo studio di questo manoscritto presuppone la distinzione di diversi punti di vista: se è senz'altro importante analizzare e studiare il contenuto, riteniamo non sia secondario cercare di capire come questa raccolta di scritti si sia formata nel tempo ed avanzare un'ipotesi plausibile di datazione. Le *Meditatiunculae* non contengono alcuna indicazione circa la data o, forse meglio, le date di stesura cosicché solo lo studio degli argomenti trattati, l'analisi dei riferimenti ad altri testi possono aiutarci a collocare temporalmente questo lavoro. Per questo motivo il nostro lavoro si è rivolto, prima che ad un'analisi del contenuto, ad uno studio preliminare volto a stabilire un probabile periodo di stesura e ad individuare un'ipotesi valida circa la genesi del manoscritto. È questo l'oggetto della prima delle quattro parti in cui la tesi risulta suddivisa, nella quale ci soffermeremo sulla descrizione materiale del manoscritto e sulla descrizione e dimostrazione della nostra ipotesi circa la

⁸P. Marchi, *L'invenzione del punto di fuga nell'opera prospettica di Guidobaldo dal Monte*. Cfr. [59]

stesura delle *Meditatiunculae*. È in questa prima parte, inoltre, che in base allo studio delle citazioni presenti nel testo e all'analisi della corrispondenza guidobaldiana cercheremo di individuare un arco temporale per la probabile stesura delle *Meditatiunculae*. Nel secondo capitolo analizzeremo nel dettaglio il rapporto tra due carte del manoscritto contenenti due diverse versioni di uno stesso problema: cercheremo di individuare l'ordine cronologico in cui esse sono state scritte e di chiarire il rapporto di queste pagine con alcune pagine manoscritte, di mano di Guidobaldo, conservate presso la *University of California Library* di Los Angeles.

La seconda parte della tesi è volta invece alla presentazione del contenuto delle *Meditatiunculae*: la scansione in capitoli segue la varietà dei temi e delle discipline che Guidobaldo affronta nelle sue riflessioni. Proponendo il contenuto ci soffermeremo a commentare alcune parti a nostro avviso particolarmente interessanti, pur cercando di presentare una visione quanto più possibile esauriente dei temi affrontati⁹. Vorremmo far osservare che l'estrema frammentarietà della trattazione rende difficile una esposizione lineare del contenuto. L'ultimo capitolo di questa parte sarà dedicato ad una analisi di alcune pagine delle *Meditatiunculae* molto vicine a riflessioni presenti in alcune opere galileiane. I rapporti tra Galileo e Guidobaldo sono noti, ma queste pagine, tutte situate peraltro nella parte finale del manoscritto, suggeriscono l'idea di un confronto scientifico tra i due in cui Guidobaldo, inizialmente "maestro" e protettore, cui il giovane Galilei si rivolge chiedendo un parere sui suoi lavori sui centri di gravità, appare in qualche modo quale discepolo affascinato dalle teorie galileiane. Alcune di queste pagine sono note, altre sono fino ad ora sfuggite, ci sembra, all'attenzione degli studiosi: ci proponiamo di individuare con maggiore attenzione queste pagine e di mostrare la vicinanza con alcuni passi galileiani.

La terza parte della tesi contiene le appendici: gli indici dei temi trattati nel manoscritto organizzati secondo l'ordine delle carte e per argomento; le trascrizioni di alcune pagine interessanti del codice di Los Angeles ed alcune tavole di confronto.

La quarta parte contiene, infine, il testo delle *Meditatiunculae* con un

⁹Il commento del contenuto delle *Meditatiunculae* proposto nella seconda parte si riferisce nello specifico alle argomentazioni prodotte da Guidobaldo e presuppone noto il contesto storico-scientifico in cui esse si collocano.

doppio apparato: il primo a piè pagina volto a fornire informazioni sulla disposizione del testo nel manoscritto, nonché gli interventi successivi dell'autore sul proprio elaborato; il secondo, a conclusione del capitolo, dedicato a fornire gli strumenti per la piena comprensione del testo, proponendo in particolare l'enunciato dei teoremi citati da Guidobaldo nel corso della trattazione. I testi riportati saranno quelli delle edizioni che, verosimilmente, Guidobaldo consultò per il suo lavoro.

Parte I

Il manoscritto *Fonds Latin 10246*

Capitolo 1

Le *Meditatiunculae de rebus mathematicis* di Guidobaldo dal Monte

1.1 Descrizione del manoscritto *Fonds Latin 10246*

Il *Fonds Latin 10246* è un manoscritto cartaceo, autografo di Guidobaldo, non datato e costituito di 245 pagine¹ — i numeri sono leggibili solo a partire da pagina 2 — più alcuni foglietti di varie dimensioni inseriti senza numerazione. La pagina recante il titolo ed il nome dell'autore non presenta alcuna numerazione e risulta incollata sulla prima pagina del testo. Le pagine 238-242 sono bianche.

La numerazione è di mano di Guidobaldo e, come dimostreremo ampiamente nel seguito, è stata inserita dall'autore al momento stesso della stesura del manoscritto come mostrano i numerosi rinvii alle pagine del trattato interni al testo. Da ciò risulta chiaramente che, nonostante la pluralità di argomenti e l'estrema frammentarietà della trattazione, le *Meditatiunculae* furono intese dall'autore come un *unicum* e non vadano, quindi, interpretate come una raccolta di appunti sparsi, riuniti solo in un secondo momento.

¹I fogli, le cui dimensioni medie sono di circa 20 cm di larghezza per 28 cm di altezza, sono numerati al retto e al verso.

A conferma di questa ipotesi si aggiunge quanto è emerso dall'analisi diretta del manoscritto: dall'osservazione delle filigrane è emerso che il corpo principale del manoscritto, fatta eccezione quindi per i foglietti aggiunti, è costituito da un unico tipo di carta².

Mancano le pagine 66 e 67, poiché il foglio relativo è stato tagliato, e le pagine 43 e 44 che risultano incollate tra loro cosicché la numerazione subisce un salto da pagina 42 a pagina 45. Non così accade nel caso della pagina 59, contenuta in un foglio incollato sul retro di pagina 58, costituito tra l'altro da un tipo di carta diverso da quello che caratterizza il corpo principale del manoscritto. In questo caso non compare alcun salto di numerazione né alcuna correzione sul numero 59. Osservando le pagine incollate possiamo notare, inoltre, che le pagine non più leggibili contengono comunque una parte di testo. In alcuni casi l'intervento di Guidobaldo si limitò ad eliminare alcune parti, come nel caso delle pagine 43 e 44, in altri casi egli sostituì una prima versione con una seconda, scritta su un foglio diverso incollato a sostituire la prima e rinumerato con il numero corretto.

Le osservazioni circa la numerazione delle pagine incollate sembrano confermare l'ipotesi già accennata, che ci proponiamo di dimostrare nel seguito, che la numerazione sia stata apposta da Guidobaldo contestualmente alla stesura del manoscritto.

Nel codice sono inseriti numerosi fogli di vari formati³, costituiti da carta diversa, talvolta non numerati in maniera conforme alle altre pagine, ma caratterizzati da una numerazione apposta a matita ad opera forse di un bibliotecario. Tale numerazione a matita compare, talvolta, anche ad affiancare la numerazione originaria del codice, qualora essa risulti scarsamente leggibile⁴. Una parte dei fogli aggiunti è inserita direttamente nella rilega-

²In particolare la filigrana che caratterizza la quasi totalità del manoscritto del tipo "cappello di cardinale" è molto simile alla n. 3385 del catalogo Briquet); la carta 38bis è simile alla 4385 del Briquet; il gruppo di pagine 1151 - 1157 è costituito da carta molto più sottile rispetto a quella del corpo principale del manoscritto. In particolare le carte 1156 e 1157 hanno la stessa filigrana (simile, ma non identica, alla 4836 del Briquet) e si presentano più corte rispetto alle altre del gruppo. La filigrana che compare nelle carte 1152 e 1153 è simile alla 7318 o 7319 del Briquet.

³Un elenco dei foglietti aggiunti è riportato nell'Appendice A.3.

⁴La doppia numerazione è presente nelle pagine 18, 25, 26, 46, 57, 70, 72, 74, 76, 235, 240, 242.

tura attuale del codice; un'altra parte contenente principalmente figure è fissata sulle pagine con colla o con nastro adesivo, frutto probabilmente di un restauro piuttosto recente.

Tra i fogli aggiunti, segnaliamo come caso particolare un gruppo di sette carte di varie dimensioni poste dopo la pagina 115, particolari poiché alcune di esse risultano scritte da una mano probabilmente diversa da quella di Guidobaldo. La grafia è effettivamente diversa da quella che caratterizza le altre parti del manoscritto: lo studio del contenuto, che esporremo in sintesi nel seguito, potrà forse fornirci qualche indizio circa la natura di queste carte aggiunte.

Nel corso del manoscritto appaiono oggi inchiostri di diverse tonalità: alcune parti risultano scritte con un inchiostro chiaro tendente al marrone; altre parti invece sono caratterizzate dall'uso di un inchiostro nero molto scuro. Particolarmente interessante è il fatto che in una stessa pagina si possano notare aggiunte e correzioni effettuate con inchiostri diversi, a testimonianza del fatto che l'autore sia intervenuto a più riprese sulle varie parti apportando modifiche talvolta anche significative.

1.2 Il contenuto

Sfogliando le *Meditatiunculae* emerge con particolare evidenza la natura estremamente composita di questo scritto che raccoglie, come il titolo stesso suggerisce, una serie di riflessioni riguardanti argomenti eterogenei affrontati con stili e fini differenti oltre che con lingue diverse. Su uno stesso argomento Guidobaldo ritorna a più riprese, esprimendosi ora in latino, ora in volgare e rinviano da una pagina all'altra, talvolta inserendo suggerimenti per l'integrazione delle varie parti. Proprio l'estrema alternanza di argomenti, in alcuni casi esauriti in pochissime pagine, rende difficile la comprensione e l'individuazione di un filo conduttore che unisca e dia coerenza interna anche alle varie parti.

Per rendere più chiaro quanto detto propongo nell'appendice A.1 un indice degli argomenti presentati, indicando le pagine del manoscritto in cui essi sono affrontati e la lingua usata nella trattazione.

L'elenco degli argomenti e dei problemi affrontati da Guibobaldo nelle *Meditatiunculae* ci permette di individuare alcuni temi che occupano uno

spazio maggiore nella trattazione ed altri che compaiono una sola volta ed occupano uno spazio estremamente limitato, ad esempio la riflessione sull'infinito e l'infinità dei punti in una retta. Gli argomenti cui Guidobaldo dedica più spazio sono la prospettiva (trattata nelle pagine 155-180 e 188-228), i problemi astronomici (pagine 69-109 e 126-128), gli orologi solari ai quali l'autore ritorna in momenti diversi (pagine 1-5; 13-19; 23-26; 129-133; 153-154; 185-187). Seguono le carte geometriche, sulle quali torneremo nel prossimo paragrafo, la maggior parte delle quali dedicate alla risoluzione di problemi attraverso costruzioni per le quali, talvolta, sono imposte opportune condizioni spaziali. Pagine sparse sono dedicate, inoltre, a considerazioni di meccanica (sfera sul piano inclinato, suono di corde diverse, moto del proietto) o a considerazioni relative alla bilancia, la coclea, il timpano e le taglie. Varie pagine raccolgono, poi, analisi dettagliate di errori presenti in opere di altri autori o, più in generale, ad esposizioni discordanti rispetto a quelle proposte in opere altrui (*Contra Orontii Finei libellum*; errore di Commandino nel *De centro gravitatis solidorum*; contro i capitoli 2 e 3 della meccanica di Benedetti; errore di Francesco Barozzi⁵)

Alla varietà dei temi corrisponde anche una diversità formale dell'esposizione: talvolta il testo si presenta ordinato, senza cancellature od aggiunte, appare suddiviso in proposizioni ed è corredato da figure precise, eseguite con riga e compasso e curate anche nei particolari. In altri casi, il testo appare, invece, più volte rielaborato così da risultare di difficile lettura a causa delle numerose integrazioni a margine ed in interlinea eseguite con una grafia estremamente minuta. A volte, sia la grafia sia le figure assai approssimative danno l'impressione di pagine scritte in fretta, o di un appunto veloce per un'idea ancora da sviluppare. Per questo motivo è molto difficile chiarire che cosa realmente rappresentassero le *Meditatiunculae* per il loro autore: ci sembra plausibile pensare alla *Meditatiunculae* quali una sorta di quaderno di appunti su cui l'autore lavorava talvolta annotando solo brevi riflessioni, talora elaborando intere teorie.

⁵Per un indice organizzato per argomenti si veda l'Appendice A.2.

1.3 La numerazione delle pagine ed il problema della datazione

Come abbiamo già avuto modo di osservare, le *Meditatiunculae* non contengono alcun esplicito riferimento alla data di stesura. In effetti, all'interno del codice troviamo un'unica data, apposta su di un foglietto che attualmente è incollato a pagina 238, cioè nella prima delle pagine bianche che chiudono il codice. In esso sono riportate alcune osservazioni astronomiche riferite all'agosto del 1587 in particolare in riferimento ai giorni 1, 2 e 17 del mese. La collocazione del foglietto alla fine del manoscritto è tuttavia del tutto inaffidabile: è estremamente probabile, infatti, che esso sia stato aggiunto in questa posizione in un restauro relativamente recente. Questa tesi trova conferma nell'esistenza di una versione microfilmata⁶ del manoscritto in cui il foglietto in questione si trova collocato nella pagina 212. Non è stato possibile stabilire un collegamento tra questo foglietto ed una delle pagine del codice dal momento che non si trovano altre osservazioni di questo tipo. Per questo motivo è pressoché impossibile, allo stato attuale, stabilire l'esatta posizione del foglietto all'interno delle *Meditatiunculae*. Dobbiamo osservare, inoltre, che non è da escludere che tale foglietto possa essere stato inserito all'interno del codice delle *Meditatiunculae* senza che originariamente ne facesse parte. Quanto detto, lungi dal voler suggerire una risposta a tali interrogativi, vuole sottolineare la scarsa utilità di quest'unico riferimento temporale al fine di datare le *Meditatiunculae*.

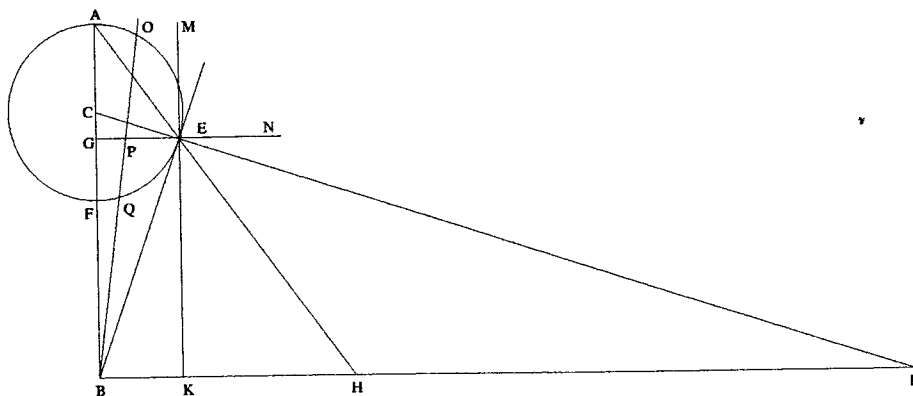
Il problema della datazione si presenta estremamente complesso a causa della varietà dei temi e degli stili presenti nel manoscritto che inducono a pensare che le varie parti possano essere state redatte in periodi anche molto lontani nel tempo. Da questo punto di vista ci sembra particolarmente importante il fatto che lo studio del contenuto ci ha permesso di dimostrare, senza dubbi ragionevoli, che la numerazione delle pagine fu apposta da Guidobaldo contemporaneamente alla stesura degli scritti. Questo elemento ci permette di affermare che l'ordine in cui si presentano gli argomenti coincide, con buona approssimazione, con l'ordine cronologico in cui le varie parti

⁶Ci riferiamo alla versione microfilmata in possesso del Dipartimento di matematica dell'Università di Pisa, acquistata nel 1988.

furono redatte. Indizi in questo senso sono forniti dai numerosi rinvii interni che citano in modo esplicito le pagine del manoscritto cui si vuole fare riferimento. Non credo sia utile elencare qui tutti i rinvii presenti nel testo (che riporto per completezza nella tabella dell'appendice A.4), tuttavia ritengo interessante illustrare alcuni esempi che mi sembrano particolarmente significativi e probanti e che, al tempo stesso, possono fornirci un saggio delle problematiche che Guidobaldo affronta nelle pagine di geometria. Propongo quindi tre diverse situazioni in cui è evidente la contemporaneità tra stesura e numerazione che vogliamo provare, con l'intento di trarre alla fine alcune conclusioni generali.

1.3.1 "Il problema della tangente" (pagine 34, 62, 63)

A pagina 34 delle *Meditatiunculae* Guidobaldo dimostra la seguente proprietà della tangente ad una circonferenza:



data la circonferenza AEF di centro C e di diametro AF, sia BE tangente alla circonferenza nel punto E. Sia EG perpendicolare ad AB.

Si avrà allora che:

$$AB : BF = AG : GF$$

Questa proprietà della tangente alla circonferenza è dimostrata nella proposizione 36 del primo libro delle *Coniche* di Apollonio il cui enunciato, più generale, si riferisce con le opportune modifiche anche all'ellisse e all'iperbole. La dimostrazione di Apollonio, come sottolinea lo stesso Guidobaldo,

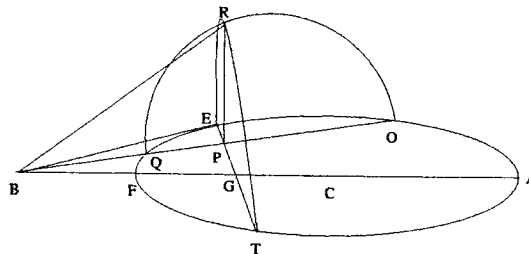
procede però per assurdo, mentre il nostro autore presenta una prova diretta utilizzando semplicemente la similitudine dei triangoli AGE e ABH e il teorema 36 del III libro degli *Elementi* di Euclide. È chiaro che questa dimostrazione si adatta al caso della circonferenza di cui sfrutta peculiari proprietà, ma non funziona altrettanto bene nel caso dell'ellisse. Al termine della dimostrazione troviamo una generalizzazione di tale proprietà:

se si prende una qualsiasi retta BO che intersechi la circonferenza in O ed EG in P si avrà:

$$OB : BQ = OP : PQ$$

Per la dimostrazione di questa seconda parte Guidobaldo rimanda a pagina 62: "*Quod infra demonstravimus 62.*"

Naturalmente il rinvio a pagina 62 è un'aggiunta successiva alla stesura, tuttavia il riferimento che da pagina 62 invita a tornare a pagina 34 non è a margine o in interlinea, ma all'interno del testo principale. Pagina 62, infatti, si apre con la frase "*Eadem construantur ut in 34*". Il riferimento, quindi, non può essere stato aggiunto in un secondo tempo, perché le costruzioni ed il risultato esposti nel corso della dimostrazione contenuta a pagina 34 sono l'indispensabile premessa della dimostrazione generale che segue.



Guidobaldo, infatti, dimostra la generalizzazione del teorema trasferendo il problema da una situazione piana ad una stereometrica cosicché la circonferenza AEF diventa il cerchio massimo della sfera di diametro FA e la retta QO il diametro del cerchio individuato nella sfera dal piano per QO perpendicolare al cerchio AFM.

Applicando alla circonferenza QRO quanto già dimostrato a pagina 34 si giunge alla conclusione voluta. Questo metodo dimostrativo può essere applicato anche al caso dell'ellisse (pag. 63) con l'avvertenza di parlare di ellissoide piuttosto che di sfera e di citare la proposizione 36 del III libro delle *Coniche* invece della proposizione di pagina 34, dal momento che la dimostrazione di Guidobaldo vale solo nel caso particolare della circonferenza e non è stata ampliata anche all'ellisse.

1.3.2 "L'errore di Orontius Fineus" (pagine 45, 46, 112)

Le pagine 45 e 46 sono dedicate a mostrare l'erroneità di una proposizione utilizzata da Orontius Fineus nel suo *De multangularum omnium et regularium figurarum descriptione*⁷. Si tratta di un trattatello in cui Fineus si propone di esporre un metodo semplice per costruire un poligono regolare in un cerchio o a partire da un segmento dato⁸.

La proposizione considerata, di cui Guidobaldo cita testualmente l'enunciato di Fineus⁹, può essere così riassunta:

se due triangoli hanno due coppie di lati rispettivamente uguali allora i terzi lati stanno tra loro come gli angoli compresi tra i lati uguali.

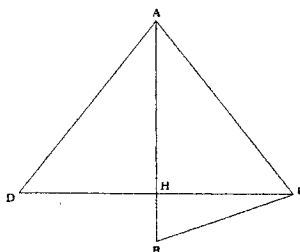
Guidobaldo costruisce due semplici controesempi, peraltro del tutto simili tra loro, che evidenziano in modo chiaro la falsità del teorema in questione.

Il primo controesempio è il seguente:

⁷Il trattato, il cui titolo completo è *Orontii Finei Delphinatis Regii Mathematicarum Lutatae professoris, De absoluta rectilinearum monium et multangularum figurarum (quae regulares adpellatur) descriptione, tam intra quam extra datum circulum, ac super quavis oblata linea recta libellus hactenus desideratus*, occupa le pagine 41-71 di un volume contenente anche altre opere di Fineus. Cfr. [2].

⁸Dice testualmente Fineus: "Nam certam et universalem viam demum excogitavi, et conscripsi: qua multangula quaevis rectilinea atque regularis figura primum in circulo, deinde super quavis data linea, describi vel facile possit. Quod neminem hactenus tentasse, nedum absolvisse, nusquam legit vel audivi." Cfr. [2], p. 42.

⁹Cfr. [2], p. 45r.



sia ABC un triangolo isoscele sulla base BC . Si tracci CH perpendicolare ad AB e si prolunghi fino al punto D in modo tale che CH e DH risultino uguali. Otteniamo così un nuovo triangolo ADC isoscele sulla base DC ed avente i lati obliqui uguali a quelli del triangolo di partenza ($AD = AB = BC$). Si ha inoltre che l'angolo DAC è uguale a due volte l'angolo BAC . Secondo la proposizione sopra enunciata si dovrebbe avere allora che $DC = 2BC$. Questo è palesemente falso dal momento che il triangolo BHC è rettangolo in H e quindi BC è maggiore di HC .

La seconda prova non aggiunge di fatto nulla alla dimostrazione che del resto è già conclusa: ciò che interessa è dimostrare la falsità di un teorema e quindi un controesempio è sufficiente allo scopo.

Al termine della trattazione dei due controesempi troviamo, però, aggiunta con carattere più piccolo rispetto a quello usato nel testo, la frase seguente: "*Universalium autem hoc demonstravimus pagina 112*". La pagina citata, in cui si rimanda alle pagine 45 e 46 quale presupposto per comprendere i termini del problema, è occupata, infatti, nella seconda metà, dalla dimostrazione del fatto che non solo la proposizione è falsa, ma che, addirittura, è vero il contrario, almeno nel caso di triangoli isosceli.

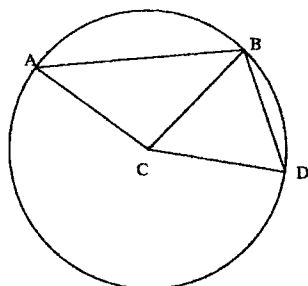
Guidobaldo, infatti, non si limita a mostrare attraverso una particolare costruzione che la proposizione di Orontius Fineus non sempre è verificata, ma enuncia in modo esplicito il seguente teorema:

siano dati i triangoli isosceli ABC e BCD i cui lati CA , CB , CD siano uguali. Si avrà allora che l'angolo ACB non ha con l'angolo BCD lo stesso rapporto che ha la base AB con la base BD .

Si nota immediatamente che neppure questo enunciato è "perfettamente vero" perché non tiene conto della possibilità, non esclusa dalle ipotesi, che i due triangoli ABC e BCD abbiano anche gli angoli al vertice uguali. Si avrebbero in questo caso due triangoli uguali e quindi il rapporto tra gli angoli

al vertice sarebbe uguale al rapporto delle basi e la tesi risulterebbe falsa. Questo caso, in qualche modo "degenero", è di fatto escluso da Guidobaldo che assume implicitamente l'ipotesi che i due angoli debbano essere diversi.

La dimostrazione si sviluppa considerando i triangoli all'interno della circonferenza di centro C e raggio CA.



Si ha allora¹⁰ che:

$$(AB)^{11}:(BD) > AB:CD$$

D'altra parte

$$(AB):(BD) = \angle ACB^{12} : \angle BCD$$

e quindi

$$\angle ACB : \angle BCD > AB : CD$$

1.3.3 Le pagine 138 – 142

L'ultimo esempio che presento riguarda le pagine 138-142 volte alla risoluzione del problema esposto in 139 e 140 e riassumibile nel modo seguente:

¹⁰Per giustificare questo passaggio Guidobaldo cita la settima proposizione de secondo libro delle *Metrices astronomicae* di Maurice Bressieu e la decima proposizione degli *Sphericis libro de sinubus* di Cristoforo Clavio. L'enunciato di tale proposizione è il seguente: In circulo sumptis duobus arcibus inaequalibus, quorum maiorum chorda maior sit, quam chorda minoris; maior est proportio arcus maioris ad minorem, quam chordae arcus maioris ad chordam minoris arcus. C. Clavius *Theodosii Tripolitae spahericorum libri tres*, cfr. [20], p.175.

¹¹Per semplificare l'esposizione rappresentiamo tra parentesi tonde gli archi.

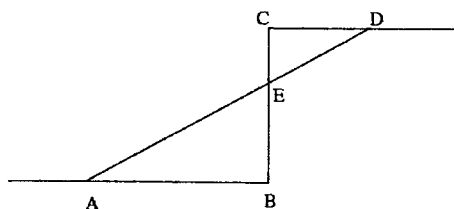
¹²Abbiamo usato la notazione $\angle ACB$ per indicare gli angoli.

dato un cono trovare, poste alcune condizioni di esistenza, un tronco di cono ad esso uguale avente la stessa altezza e per base un cerchio dato.

Le proposizioni delle pagine immediatamente precedenti e, come vedremo, successive si presentano come lemmi utili nella risoluzione del problema. In questo caso è possibile verificare come le pagine del manoscritto siano già numerate o almeno ordinate nel momento in cui Guidobaldo scrive.

Concentriamo la nostra attenzione sulla prima proposizione di pagina 138 che chiede dati due segmenti AB, BC di tagliare uno dei due, ad esempio BC nel punto E, in modo tale che il segmento intero e le due parti in cui risulta diviso l'altro segmento stiano in proporzione continua. Si richiede quindi che risulti $AB : BE = BE : EC$.

La costruzione che Guidobaldo propone lascia alquanto perplessi. Egli infatti si limita ad indicare il seguente procedimento.



Si dispongano i segmenti AB e BC ad angolo retto e dal punto B si conduca CD parallela ad AB. Si tracci, quindi, la retta AED in modo tale che risulti $EB = CD$. A questo punto, per la similitudine dei triangoli AEB e DEC avremo che

$$AB:CD=BE:EC.$$

Essendo per costruzione $BE = CD$ si avrà:

$$AB:BE=BE:EC.$$

La trattazione segue con un'altra proposizione e quindi con l'esposizione del problema sopra enunciato seguito da un corollario, immediata conseguenza dei risultati ottenuti nel corso della risoluzione.