

MISCELLANEA GALILEIANA

VOL. III



PONTIFICIA
ACADEMIA
SCIENTIARVM

EX AEDIBVS ACADEMICIS IN CIVITATE VATICANA

—
MCMLXIV

MISCELLANEA GALILEIANA

VOL. III



PONTIFICIA
ACADEMIA
SCIENTIARVM

EX AEDIBVS ACADEMICIS IN CIVITATE VATICANA

—
MCMLXIV

VASCO RONCHI

STORIA DEL CANNOCCHIALE

Il cannocchiale ha poco più di tre secoli e mezzo di vita. Però in questi tre secoli e mezzo la scienza ha fatto dei progressi molto più rapidi e importanti di quelli che poteva registrare in periodi del passato ben più lunghi. Non si tratta di una semplice coincidenza: il cannocchiale ha avuto un'ingerenza determinante sul decorso del progresso scientifico. L'avvento del cannocchiale ha segnato una vera svolta nella evoluzione del pensiero scientifico, in generale.

Per quanto molti storici della scienza si siano occupati di questa storia, soltanto da poco tempo ne è stata compresa la grande portata, ne sono state messe in evidenza le origini e le ripercussioni; è stato dimostrato che non si tratta soltanto del ritrovamento di un ordigno utile e pratico, in numerose applicazioni; ma di una vera e profonda rivoluzione filosofica, che ha portato nel campo scientifico idee e indirizzi nuovi, dimostrando dei principi e delle convinzioni che prima sembravano essenziali e definitivi.

Proprio in questo cambiamento radicale di principii sta l'interesse precipuo di questa storia; cosicchè non è esagerato parlare di una scienza antica e di una scienza moderna il cui periodo di innesto corrisponde proprio a quello dell'affermazione del cannocchiale come strumento di indagine scientifica.

Si tratta di considerazioni molto recenti e di carattere piuttosto specializzato, in quanto richiedono, per essere ben comprese, una conoscenza assai particolareggiata dei fondamenti dell'ottica antica e dei « misteri tecnologici », per così dire, dell'ottica pratica. Siccome soltanto un numero ristretto di specialisti tratta correntemente con argomenti del genere, nel corso di questa esposizione saranno fornite delle informazioni atte a facilitare la comprensione e la valutazione degli avvenimenti e degli interventi, sia dal punto di vista storico, sia da quello tecnico, sia infine anche da quello filosofico.

* * *

L'ottica antica che subì una grave crisi con l'avvento del cannocchiale aveva le sue radici nella grande filosofia del periodo greco-romano, costruita dai grandi luminari del IV e III secolo a. C. A prima vista potrà sembrare esagerato prender le mosse da tempi così lontani, per spiegare avvenimenti che riguardano il XVI e il XVII secolo dell'era volgare; ma basti considerare quali influenze e quali ripercussioni ha avuto quella grande filosofia sulla evoluzione del pensiero scientifico e filosofico di tutti i tempi, per giustificare immediatamente il ricorso a elementi così remoti nel tempo allo scopo di spiegare ciò che è avvenuto molto più recentemente.

Per ciò che riguarda il nostro studio, è necessario ricordare che proprio in quei tempi così lontani i filosofi affrontarono un argomento fondamentale, quale quello della conoscenza del mondo esterno. Sul quale argomento, notoriamente, sono stati versati fiumi d'inchiostro e non è il caso ora di entrare in particolari, che son parte essenziale del bagaglio culturale di tutti coloro che hanno studiato, anche superficialmente, la storia della filosofia; ma invece dovremo insistere sopra un gruppo di elementi che hanno relazione stretta col fenomeno della « visione », perchè soltanto mettendo bene in chiaro queste basi fondamentali è possibile comprendere intimamente l'evoluzione delle idee al riguardo nel corso dei secoli. Proprio questa evoluzione di

idee circa il meccanismo della visione è stato il contenuto essenziale dell'ottica antica.

È noto che fu messo subito in evidenza che il nostro « io », la nostra « anima » o la « psiche » conoscono il mondo esterno per mezzo dei sensi; nella sua essenza la conoscenza del mondo consiste in una « rappresentazione » delle informazioni che giungono alla psiche per la via dei sensi periferici e dei nervi che li mettono in comunicazione con l'organo centrale, cioè col cervello. Così il sapore è la rappresentazione psichica delle informazioni giunte per la via della bocca e dei nervi che collegano le papille gustative col cervello; e gli odori sono pure una rappresentazione psichica di ciò che viene conosciuto per la via del naso; e i suoni sono pure rappresentazioni psichiche di ciò che arriva al cervello per la via degli orecchi e dei nervi acustici. Che anche la luce, i colori e le figure viste rientrassero in questo gruppo di fenomeni fu presto stabilito dai filosofi che studiarono questi argomenti; ma mentre tutto sembrò facile a spiegarsi per gli altri sensi, per quello della vista fu aperto un capitolo di difficoltà tremende, che doveva impegnare l'attività speculativa e sperimentale di migliaia di filosofi per almeno una ventina di secoli.

Per ogni senso fu studiato il meccanismo, ossia il processo col quale un agente esterno agiva sull'organo periferico di senso. Furono escluse le « azioni a distanza » e si stabilì che ogni sensazione dovesse essere effetto di un « contatto » immediato (come per il tatto e per il gusto) o mediato (come per l'olfatto e per l'udito) tra il corpo esterno e il « sensorio », ossia con la parte della superficie del corpo atta a sentire quel contatto e a trasmetterne al cervello le caratteristiche, perchè la psiche le rappresentasse con le modalità differenziali di cui è capace. Così che un odore, anche di una cosa lontana, si sentisse, fu spiegato col fatto facilmente dimostrabile che delle esalazioni o vapori portavano al naso qualche cosa capace di agire sulle mucose nasali. Quando delle vibrazioni dell'atmosfera penetrano in un orecchio, vi producono delle azioni che,

comunicate alla « psiche » per la via dei nervi acustici, la inducono a rappresentarle mediante suoni e rumori dotati di certe qualità, come intensità, altezza e timbro, e anche a « localizzarle » al di fuori, nel « mondo apparente » là dove la psiche stessa giudica che si trovi il corpo vibrante origine delle vibrazioni trasmesse nell'aria.

Tutto ciò è ben noto; ed è altresì noto che fu messo presto in evidenza che la rappresentazione psichica non poteva pretendere di essere perfetta, come del resto tutte le cose umane; e quindi non si poteva giurare sulla corrispondenza assoluta fra la rappresentazione e l'oggetto reale. Questa frattura fra realtà e apparenza ha avuto conseguenze filosofiche profonde, dando origine alle grandi correnti filosofiche; ma non è questa la via sulla quale dobbiamo procedere per la nostra storia. Però il motivo fondamentale della storia stessa è strettamente legato a queste considerazioni.

Appunto perchè nel quadro delle speculazioni di cui si è fatto cenno, il senso della vista ha occupato una posizione di primo piano. Il problema, per questo senso, era di individuare la natura e la struttura dell'agente esterno, fisico, di definirne in modo di agire sull'organo periferico di senso, cioè sugli occhi, e quindi possibilmente di definire il meccanismo della rappresentazione psichica conseguente, cioè la visione di figure luminose e colorate, distribuite nel mondo apparente davanti ai nostri occhi. Problema veramente complesso e difficile; potremmo dire, addirittura pauroso.

Le difficoltà si presentarono subito, alle prime indagini: perchè mentre un collegamento o diretto o indiretto era stato facile trovarlo per gli altri sensi già ricordati, per la vista il problema era reso difficilissimo dal fatto che si vedono contemporaneamente innumerevoli figure di luminosità e di colore e di forma diversa; mentre si tocca una cosa alla volta, si sente un sapore alla volta, un odore alla volta e anche (benchè si usi affermare diversamente) si sente un sol suono alla volta.

Se una qualche esalazione o un qualche moto poteva pen-

sarsi come mezzo di collegamento fra oggetti e occhi, questo *quid* non poteva essere « informe », come quello che penetra nel naso o quello che agisce sugli orecchi; ma doveva esser capace di portare entro gli occhi, fino al sensorio, e cioè alla retina, le informazioni ordinate, perchè la psiche potesse rappresentarle con forme ben definite, con colori, con luminosità diverse, e cioè con figure complesse distribuite in profondità nello spazio apparente. Per la soluzione di questo enigma furono fatti sforzi veramente sovrumani; ma lo scopo nell'antichità non fu raggiunto.

Furono ideate le teorie più strane. Tra tutte due furono le più importanti e le più seguite: quella dei « raggi visuali » e quelle delle « èidola » o « scorze ».

La teoria dei « raggi visuali » fu per oltre un millennio seguita dalla grande maggioranza degli studiosi e dei filosofi. Aveva un contenuto squisitamente matematico, derivato evidentemente da considerazioni di prospettiva. È noto infatti che per molto tempo la distinzione fra ottica e prospettiva era molto vaga. Il concetto fondamentale di questa teoria era che il collegamento fra oggetto e occhio fosse costituito da « raggi » uscenti dall'occhio, detti appunto per questo « visuali »; raggi rettilinei, capaci di estendersi a distanze enormi, come quelle delle stelle e capaci di « esplorare » discontinuamente il mondo esterno e di riferire al sensorio il risultato della loro esplorazione, in modo da mettere la psiche in condizioni di rappresentare queste informazioni mediante la creazione del mondo apparente, colle sue forme e i suoi colori, il tutto distribuito in profondità.

Questa idea, che oggi sembra tanto strana, fu suggerita da due gruppi di considerazioni: una fu « il bastone del cieco », rilevando appunto che un cieco può conoscere la forma di un corpo anche senza toccarlo direttamente con le mani, ma esplorandolo con un bastone; l'altra fu appunto il concetto base della prospettiva, che considera l'occhio come il « punto di vista », centro di una « stella di rette », nel senso matematico

moderno della parola. Queste rette dovevano avere la proprietà di sentire la presenza degli oggetti materiali, di sentirne i colori, e di esplorarne la forma mediante un movimento, di sentirne la distanza dall'occhio.

I matematici fecero largo uso di questa ipotesi: la si trova usata con grande disinvoltura nei più antichi libri di ottica che ancora si conservano, l'« Ottica » e la « Catottrica » di Euclide, che risalgono al IV secolo a. C.; la utilizza ancora senza alcuna riserva Claudio Tolomeo nello studio degli specchi fatto con tanta cura nel II secolo d. C. Ed è notevole che ragionando con questi raggi visuali sia stata trovata ed enunciata la legge della riflessione, sostanzialmente identica a quella di oggi, anche se espressa in forma diversa.

Naturalmente circa la natura di questi raggi si conservava il più assoluto silenzio e non si notava neppure una specie di contrasto col fatto che i ragionamenti di tipo fisiologico fatti su questi raggi in fenomeni visuali venissero poi applicati senza troppo ritegno anche ai « raggi » (ora non più visuali) che dal Sole investivano uno specchio concavo e si concentravano nel suo fuoco, dando luogo a fenomeni di combustione. Lo « specchio ustorio » si trova descritto nella « Catottrica » di Euclide. In questo prezioso libretto si trova descritta anche una esperienza di rifrazione dei raggi visuali attraverso la superficie superiore di un vaso pieno di acqua.

Per quanto questa teoria fosse professata dalla grande maggioranza dell'ambiente colto e venisse insegnata nelle scuole, ha avuto notevole importanza anche la teoria sostenuta da un esigua minoranza, che non intendeva rinunciare all'idea generale di una trasmissione di un qualche cosa dagli oggetti verso gli occhi. E siccome, come si è detto sopra, il collegamento fra l'oggetto e gli occhi non poteva essere informe e disordinato, perchè in tal caso non si sarebbe potuto render conto della molteplicità delle figure viste contemporaneamente, si affermò l'idea che da ogni corpo venissero emesse continuamente e in tutte le direzioni delle « scorze » identiche per forma

e per colori alla superficie del corpo stesso che le emetteva. Queste « scorze » dovevano penetrare nella pupilla degli occhi in qualunque punto dello spazio la incontrassero e per soddisfare a questa necessità, fu pensato che le « scorze » avessero la proprietà di contrarsi progressivamente per via, conservando l'ordine delle parti, cioè restassero omotetiche a se stesse, e conservassero anche l'ordine dei colori. L'ipotesi diveniva veramente acrobatica, quando si doveva ammettere che la contrazione avveniva in modo da permettere l'introduzione della « scorza » in una pupilla di due millimetri di diametro, a qualunque distanza questa si trovasse dal corpo emittente, come se per via la « scorza » stessa sapesse dove avrebbe incontrato la pupilla e predisponesse quindi opportunamente il meccanismo della contrazione.

Per quanto i « raggi visuali » potessero apparire strani, non vi è dubbio che le « scorze » apparivano ancor più difficili ad ammettersi. Tuttavia anche esse trovarono dei sostenitori convinti e tra gli altri va ricordato il nome di Democrito, come uno dei più famosi. E siccome il nome di « scorza », anche se rendeva l'idea, era troppo volgare, furono adottati più spesso quello greco di « *èidolon* » e quello latino di « *simulacro* ».

Il fatto che si adottassero delle ipotesi così paradossali dimostra quanto difficile apparisse il problema ai filosofi di quel periodo. Sarebbe molto interessante ricostruire le discussioni animate e talvolta anche violente tra i sostenitori delle due ipotesi: per ciascuno era facile trovare argomenti demolitori per l'ipotesi avversaria, ma era molto difficile, anzi addirittura impossibile difendere esaurientemente la propria.

Naturalmente furono tentate anche altre ipotesi, e un cenno meritano quelle di Platone e di Aristotele, anche per la grande notorietà dei loro autori; quella di Platone che tentava un compromesso fra i raggi visuali e le scorze; quella di Aristotele, che, con un linguaggio piuttosto sibillino (del resto adatto alla difficoltà dell'argomento) parlò di una « pressione » o comunque di un intervento del mezzo frapposto fra oggetto e occhio;

ma non è il caso ora di entrare in particolari, che ci porterebbero troppo lontano e che non gioverebbero molto alla esposizione della storia che ci interessa.

Tuttavia è stata necessaria questa rapida premessa per dimostrare che in antico non si conosceva una teoria soddisfacente del meccanismo della visione. L'argomento era considerato aperto e i filosofi di tutti i periodi vi rivolgevano la loro attenzione, nell'intento di giungere a una conclusione ragionevole. Proprio in questo intento venivano eseguite innumerevoli osservazioni, con spirito critico e indagatore. La conclusione fu ben diversa da quella a cui ciascuno studioso tendeva; non soltanto da tante osservazioni non seguì un chiarimento teorico definitivo; ma seguì invece la condanna del senso della vista, come indegno di fiducia. Perchè in tante osservazioni risultava evidente che il mondo apparente creato per via visuale non corrispondeva affatto a quello creato mediante gli altri sensi e in particolare mediante il senso del tatto.

In un numero enorme di casi risultano evidenti delle figure a cui non corrisponde alcun oggetto reale. Oggi questa affermazione ci riesce strana e incredibile, e ne vedremo la ragione: è questione di formazione mentale. Per comprendere bene ciò che è avvenuto in passato bisogna sforzarsi di riportarsi alla mentalità dell'epoca e per questo bisogna spogliarsi di quella che oggi domina tutto l'ambiente colto. Il vedere al di là di uno specchio piano la nostra figura, oggi, non viene considerato interessante, degno di nota; il vedere una figura deformata in uno specchio curvo ci appare appena una curiosità, se non soltanto una seccatura. Tutto ciò a scuola ci viene « spiegato » e quindi minimizzato. Esistono anche delle « illusioni ottiche » stranissime e anche interessanti, ma rappresentano appena un gioco di cui si può fare a meno anche di tener conto.

Ma ben diverso era l'atteggiamento dei filosofi di un tempo di fronte a fenomeni del genere: nessuno aveva « spiegato » loro questi fenomeni ed essi li osservavano con l'intento di definire la corrispondenza fra figure viste e realtà obbiettiva onde

arrivare a definire il meccanismo col quale si passava dall'oggetto esistente alla sua rappresentazione psichica luminosa e colorata e localizzata nello spazio. A chi guardava in uno specchio piano o curvo con questo intento non poteva non risultare evidente la differenza sostanziale fra ciò che esiste e ciò che si vede, e non si poteva evitare la conclusione che spesso ciò che si vede non corrisponde a ciò che esiste. In termini meno ipotetici, si deve dire che il mondo apparente costruito per via visuale è molto diverso da quello costruito per via tattile. Si doveva arrivare quindi a definire una priorità: quando i due mondi apparenti, quello ottico e quello tattile, erano in contrasto, a quale si doveva assegnare maggior fiducia? La risposta non poteva esser dubbia: a quello tattile.

Non è da credersi che il senso del tatto sia esente da errori e da imperfezioni. Anche gli antichi conoscevano bene la famosa esperienza che fa sentire due nasi a chi si tocca il proprio naso con due dita della mano accavallate; ma bisogna riconoscere che i casi in cui il tatto sbaglia sono veramente eccezionali, ossia rari; d'altra parte fra oggetto e organo tattile non vi è alcun intermediario e più diretta l'esplorazione non potrebbe essere. Chi consideri invece che fra oggetto e occhio vi è una distanza che normalmente è assai grande (e anzi non può esser piccola, perchè quando l'oggetto si avvicina troppo all'occhio si vede malissimo); che non si riusciva a dare una natura e una struttura al quid addetto al collegamento fra oggetto e occhio; che in innumerevoli casi si aveva una dimostrazione indiscutibile, anche indipendente dal tatto; che la figura vista è in un luogo dove l'oggetto non esiste assolutamente (come quando uno vede la propria figura al di là di una superficie riflettente piana) o è di forma e di dimensioni certamente diverse da quelle benissimo conosciute, col massimo della certezza filosoficamente possibile (come quando uno vede una figura ingrandita o deformata di sè stesso, in uno specchio curvo), non vi poteva esser dubbio circa la sorte del confronto fra vista e tatto.

La filosofia, col massimo di convinzione di esprimere un verdetto indiscutibile e prezioso, condannò il senso della vista come indegno di fiducia, e lo pose sotto la tutela del tatto. Si può credere a quello che si vede soltanto quando è confermato dal tatto. La sentenza ebbe una formulazione latina: « *Non potest fieri scientia per visum solum* ».

La dimostrazione razionale e sperimentale non poteva esser più convincente. La regola divenne un principio generale indiscutibile, insegnato nelle scuole da maestri che ne erano profondamente convinti e che trasfondevano facilmente la loro convinzione nelle menti ingenuie degli allievi. Questi a loro volta ne restavano conquistati ed erano intimamente grati ai maestri che li avevano messi al sicuro dai grossi abbagli di cui sarebbero rimasti vittime innocenti qualora non fosse stato loro insegnato a controllare tattilmente le apparenze visive, prima di prenderle per buone.

Questo principio filosofico si trova più o meno palesemente in tutta la letteratura antica e medioevale. In generale non è messo in evidenza, perchè era una nozione così comune e indiscussa che era tacitamente supposto in ogni ragionamento; quindi non è facile saperla rilevare ed è per questo che finora non è mai stata considerata e criticata adeguatamente dai filosofi e dagli storici della scienza. Però non mancano i casi in cui lo scetticismo filosofico contro la vista è balzato in primo piano con piena evidenza: siccome esso era un patrimonio riservato delle persone erudite, mentre era del tutto ignorato dall'uomo della strada e in particolare dagli artigiani, che, naturalmente hanno creduto sempre vero tutto quello che vedevano, come è avvenuto dalla preistoria ai giorni nostri, vi è qualche episodio in cui il contegno della persona colta è stato notato particolarmente.

Uno dei più noti è quello di S. Tommaso Apostolo, di cui parla anche il Vangelo: egli dichiarò che non credeva a quello che vedeva, se non toccava con mano. Per quanto questa dichiarazione oggi venga presentata quasi come una stranezza

dell'Apostolo e non se ne metta in evidenza l'origine, il caso non è affatto strano e non è personale. Si deve riconoscere che S. Tommaso ha enunciato semplicemente la regola filosofica della sfiducia nella vista e della necessità del controllo del tatto. Se oggi questo non si rileva, lo si deve evidentemente al fatto che quasi nessuno conosce l'esistenza della regola filosofica. Ed è molto interessante rilevare che Gesù Cristo non condannò e non redarguì l'Apostolo scettico, ma in certo qual modo gli dette soddisfazione perchè quando lo incontrò, lo invitò a « toccare col dito » le Sue piaghe. Si dovrebbe dedurre da questo episodio che S. Tommaso Apostolo era il solo fra tutti gli Apostoli che avesse seguito un corso di studi filosofici e siccome gli altri Apostoli avevano una origine notoriamente popolana, il suo contegno dette luogo a questo rilievo particolare che lo ha reso famoso: nessuno ne avrebbe parlato se egli avesse espresso le sue riserve in un consesso accademico dell'epoca.

Un altro caso che merita di essere rilevato, riguarda Leonardo da Vinci. È ben noto che egli era un autodidatta e che amava chiamarsi « omo senza lettere », perchè non aveva mai seguito un corso regolare di studi, ma si era formato nelle botteghe artistiche di Firenze, come ragazzo di bottega. Siccome per altro è altrettanto noto che egli era uno spirito acutissimo e indagatore, che voleva rendersi conto di tutto ciò che lo circondava, ha affrontato i problemi più ardui, anche dal punto di vista filosofico, sia studiando ciò che i saggi dell'epoca avevano scritto e insegnavano, sia tentando di andare a fondo nell'indagine dei fenomeni, per conto suo.

Egli ha scritto un trattato « Della Pittura » dove non trascura il problema di base, cioè cerca di spiegare come mai dopo aver disteso su una tavola o un cartone degli strati di materie colorate, l'osservatore vi vede delle figure di oggetti che non vi esistono, come una figura di uomo, una casa, un panorama. Anche questo fenomeno in sostanza rientra nella serie degli « inganni della vista ». E, naturalmente, l'argomento non è

trascurato da Leonardo. Nel trattato vi sono numerosi passi che interessano da questo punto di vista. Vale la pena di citarne uno, perchè descrive la situazione tacitamente: È a pag. 32: « I maestri non si fidano nel giudizio dell'occhio, perchè sempre inganna, come prova chi vuol dividere una linea in due parti uguali a giudizio d'occhio, che spesso la speranza lo inganna. Onde per tale sospetto i buoni giudici sempre temono, il che non fanno gli ignoranti ».

Specialmente l'ultima frase è interessante: credere nella vista era da ignoranti.

Non insisteremo ulteriormente sulla documentazione circa l'esistenza della sentenza citata circa il valore del senso della vista come mezzo di indagine scientifica; la storia che stiamo raccontando ne sarà una ulteriore prova, perchè proprio da quanto è stato riassunto nelle pagine precedenti la storia stessa trae la sua organicità e, diciamo, la sua necessità. Se le cose si sono svolte come risulta dalla documentazione che via via esporremo, lo si deve proprio perchè alla base dei ragionamenti e degli avvenimenti si trovava lo scetticismo contro la vista; e se si toglie questo sfondo, l'insieme appare strano, sconnesso e irragionevole.

Prima però di entrare nel vivo della questione non saranno inutili alcuni rilievi, che poi a suo tempo, renderanno più chiaro e più conseguente il decorso dei fatti.

Anzitutto devesi richiamare una nozione storico-filosofica ben nota ai cultori di storia e di filosofia della scienza: dal periodo della filosofia greco-romana già considerato, per molti secoli lo studio sperimentale ebbe uno sviluppo molto modesto, mentre ne ebbe uno considerevole quello delle matematiche. Ciò fece capo alla Scuola di Platone, perchè proprio Platone, avendo studiato a fondo il problema della visione, ne perse ogni fiducia, e giunse alla conclusione che il ragionamento, le «idee», fossero meno esposte all'errore che non il risultato delle osservazioni. In ogni caso si doveva finire nell'ambito psichico; ma le rappresentazioni psichiche ricostruite in base alle infor-

mazioni giunte per la via dei sensi mostravano una debolezza maggiore che non quelle dedotte per via di puro raziocinio.

Era inevitabile che l'ambiente colto formato con queste direttive, alla cui base sempre si trova l'argomento principe dello scetticismo verso la vista, considerasse con una specie di disprezzo ogni attività di tipo sperimentale e trovasse più elevato e più saggio coltivare invece le matematiche e le speculazioni filosofiche. Siccome, come si è accennato, le attività pratiche, che le necessità della vita obbligavano a non trascurare (come la medicina, l'architettura, l'ingegneria, l'arte militare) erano affidate agli artigiani, e questi non studiavano filosofia, proprio per opera di essi troviamo, in ogni tempo, dei progressi tecnici importantissimi e anche dei progressi di natura scientifica, che però nessuno chiamava in tal modo, proprio perchè l'ambiente scientifico non assegnava loro l'importanza che meritavano, ma anzi li svalutava sia definendoli attività artigianali, o attività tecniche, sia trascurandoli completamente nelle opere scritte e stampate, sia anche qualche volta perseguitandoli con l'accusa di magie e alchimie.

Il fenomeno prese un aspetto anche più definito quando la politica intervenne a controllare la scuola e la cultura, per evitarne influenze di carattere rivoluzionario. È noto che il dogmatismo peripatetico trovò in un ambiente del genere un terreno particolarmente favorevole, perchè formare un ambiente colto convinto che già tutto il sapere fosse noto e che non fosse possibile rinnovare con ulteriori scoperte ciò che i saggi dell'antichità avevano ormai dimostrato incontestabilmente, dava molta tranquillità ai governanti e rinforzava anche nel concetto generale il principio dell'autorità. Non è chi non veda come in un quadro del genere la formazione mentale degli allievi che toglieva loro ogni fiducia nella vista e quindi nell'indagine personale, era quanto di meglio si potesse desiderare. In poche parole si può dire che la filosofia era riuscita ad « accecare » l'umanità scientifica: infatti l'averla convinta che poteva credere a quello che vedeva soltanto se poteva confermarlo

col tatto, l'aveva degradata al livello di una folla di ciechi; perchè anche questi, col loro tatto, avrebbero potuto rappresentarsi il mondo esterno come coloro (e forse meglio) che potevano valersi anche del senso della vista. Si comprende quindi come l'aver privato l'umanità scientifica della fiducia nel senso più rapido, più fino, più potente di cui essa dispone, l'ha paralizzata e ne ha frenato il progresso, fino quasi ad arrestarlo completamente.

* * *

Delle novità importanti in questo settore si debbono segnalare soltanto verso l'XI secolo dell'era volgare. Uno degli esponenti più noti della Scuola araba del medio Oriente, Ibn-al-Haitham, più noto sotto il nome latinizzato di Alhazen, fece degli studi circa il meccanismo della visione che cambiarono decisamente il corso delle idee e le indirizzarono per la via che doveva portare alla soluzione oggi ritenuta giusta. Si deve all'Alhazen se la teoria dei raggi visuali, dopo oltre quindici secoli di vita quasi incontrastata, cadde definitivamente e conservò interesse soltanto dal punto di vista della storia della scienza.

La considerazione fondamentale dell'Alhazen fu di natura fisiologica: egli rilevò un fenomeno frequentissimo, a cui i predecessori non avevano fatto attenzione. Se uno guarda il Sole e poi chiude gli occhi, continua a vedere la figura del Sole per un tempo anche assai lungo; non solo, ma mentre uno guarda il Sole, sente dolore agli occhi. La prima osservazione non può andare d'accordo con l'ipotesi dei raggi visuali, perchè una volta chiusi gli occhi, essi non possono uscirne e quindi non possono far vedere; ma più che altro l'insieme delle due osservazioni dimostra che un agente esterno agisce sull'occhio, in modo anche sgradevole e doloroso e anche in modo da lasciarvi un'impronta durevole.

Per quanto forte il colpo inferto così alla teoria dei raggi

visuali, non avrebbe avuto effetti decisivi se non fosse stato seguito da un'opera costruttiva; perchè anche in passato critiche gravi erano state mosse alla teoria stessa, senza che essa potesse difendersi; ma siccome critiche altrettanto gravi si potevano rivolgere alle altre teorie, la scelta era sul « meno peggio » e in base alla formazione mentale di chi la faceva.

Invece l'Alhazen nel riprendere la teoria delle scorze, come la meglio rispondente alle nuove considerazioni, vi apportò un progresso determinante: egli riuscì a liberarla dalla critica più grave, quella cioè della contrazione delle scorze per via, in modo da penetrare in una pupilla di occhio, ovunque questa si trovasse. Egli ebbe l'idea geniale di considerare ogni oggetto non come un tutto inscindibile, e come tale atto a emettere scorze di dimensioni corrispondenti a quelle dell'oggetto stesso; ma come un insieme di parti elementari, ciascuna delle quali emette una piccola scorza per conto suo in tutte le direzioni. Le scorzettine elementari sono così piccole che possono penetrare in una pupilla, ovunque la incontrino, senza alcun bisogno di contrazione per via.

L'Alhazen andò oltre: quando un occhio è rivolto verso un oggetto comunque grande, da tutti i punti di questo riceve scorze elementari, che procedono in linea retta e che penetrano nella pupilla incrociandosi nel centro del bulbo oculare; quindi divergono e tracciano sulla retina uno stimolo dotato delle stesse forme dell'oggetto. Il discorso dovrebbe essere completato con precisazioni ulteriori per eliminare complicazioni, dovute sia alle dimensioni della pupilla, ora divenuta troppo grande, sia al capovolgimento dello stimolo sulla retina. Ma ora ci limitiamo a rilevare i capisaldi del ragionamento, tralasciando i particolari, che l'Alhazen considerò accuratamente e risolse in base a meccanismi geometrici e fisiologici del tempo e ora naturalmente superati, e come tali richiederebbero un discorso troppo lungo per esser esposti in modo comprensibile, per chi non ha avuto occasione di occuparsi in precedenza di questi argomenti. Il fatto è che si deve all'Alhazen se dal suo

tempo i filosofi d'avanguardia distolsero la loro attenzione dalla teoria dei raggi visuali e la concentrarono su quella delle « èdola »; non solo, ma cominciarono a porre il problema della natura di quel quid che sotto forma di scorze minutissime si propagava dai corpi verso gli occhi ed era capace di agire sulla retina fino a procurarvi dolore e a lasciarvi delle impronte alquanto durature. A questo quid fu dato il nome di « lumen », entità fisica da definirsi, ma distinta dalla « lux », dalla luce che si vede, entità evidentemente di natura psichica, rappresentazione dell'azione del lumen sulla retina.

L'opera dell'Alhazen è molto importante anche perchè affrontò molte altre questioni ottiche: non soltanto studiò gli specchi piani e curvi, ma studiò anche la rifrazione, sempre però attraverso a una superficie piana (e senza giungere a una legge accettabile), fece delle esperienze che possono considerarsi le prime a proposito della « camera oscura », e fece anche delle osservazioni attraverso semisfere trasparenti di vetro. Ma non è il caso ora di entrare in particolari del genere; per la nostra storia invece è molto importante rilevare che anche l'Alhazen studiò a fondo il problema della visione e cercò di definire quali corrispondenza esiste fra ciò che si vede e ciò che risulta confermato dal tatto e concluse che in realtà la corrispondenza è molto incerta, specialmente quando la visione non è diretta, ma avviene attraverso riflessioni o rifrazioni, e nei casi più complicati arrivò a definire fino a cinquanta condizioni, che dovevano esser soddisfatte perchè la visione potesse dirsi attendibile. Lo studio delle « illusioni ottiche » per quei tempi costituiva il capitolo principale delle opere di ottica.

L'influenza in occidente dell'opera dell'Alhazen fu molto ritardata e molto lenta; la questione della lingua e la difficoltà delle comunicazioni fra oriente e occidente, anche per ragioni politiche e religiose, non la favorirono certamente. Si deve per altro al Vitellione, un monaco polacco di cui si sa soltanto che nel 1265 era a Viterbo, la traduzione della maggior parte degli scritti dell'Alhazen, e la pubblicazione di un volume dal titolo

« Opticae Thesaurus » in latino che sostanzialmente contiene gli studi dell'Alhazen, con qualche contributo originale e soprattutto con ordine nuovo. Siccome l'autore arabo è lasciato molto in ombra, questo volume in occidente era noto col nome del traduttore. E fu considerato a lungo come un testo classico.

Però l'effetto di queste idee non fu chiarificatore, ma anzi si manifestò come un marasma teorico. Perchè in occidente la cultura greca si era affermata molto prestigiosamente e non era facile smantellarne dei capisaldi molto rapidamente, tanto più che la diffusione delle idee scientifiche e filosofiche in quel tempo era molto lenta.

Come avviene normalmente quando si lanciano delle idee rivoluzionarie, vi è sempre una tendenza a minimizzare il nuovo e a conciliarlo col vecchio, anche se ciò porta a delle combinazioni ibride e anche assurde. È difficile che i sapienti, specialmente se anziani, rinunzino subito alle idee che hanno coltivato per tutta la vita e che hanno sempre ritenute giuste e dimostrate; anzi in generale occorrono delle generazioni perchè il nuovo si imponga e divenga di uso generale; i vecchi continuano a professare le loro idee finchè vivono e le portano seco nella tomba.

Così nei secoli XIV, XV e XVI, in occidente le idee circa la visione attraversarono un periodo veramente caotico. Ormai più nessuno credeva nella esistenza dei raggi visuali, ma i matematici continuavano a servirsene, sia come modello di lavoro, sia perchè comodi nei discorsi di prospettiva; che la visione avvenisse per mezzo di « simulacri » era divenuta idea corrente, ma i nomi di « èidola » e di « scorze » erano stati aboliti ed era stato introdotto nell'uso quello di « specie »; gli studi sulla natura del lumen erano già avviati e avevano portato a parlare di un nuovo tipo di raggi: quelli « solari », dato che il Sole costituiva l'unica sorgente di radiazioni interessante praticamente. E siccome l'esperienza dimostrava che al buio nessuno vedeva nulla, si ideò un procedimento di questo genere: i raggi solari investendo un oggetto ne provocano l'emissione delle

« specie »; queste penetrando negli occhi degli osservatori permettono alla psiche la rappresentazione dell'oggetto, ossia la costruzione del mondo apparente. Vi era stato un ragionamento, quello dell'Alhazen, che aveva reso ragionevole e non più acrobatico il procedimento per cui le specie anche di oggetti grandi potevano penetrare nelle pupille degli occhi, ovunque si trovassero; ma su questo ragionamento nessuno insisteva ulteriormente. Qualcuno arrivava anche a immaginare che le specie emesse da un oggetto sotto l'azione dei raggi solari camminassero, come su un binario, sui raggi visuali dell'occhio rivolto verso l'oggetto stesso.

Non si può dire che si trattasse di una teoria bene assestata. Eppure tutti, filosofi, matematici, ottici la usavano con piena convinzione di essere sulla via buona. Vi erano anche dei matematici che studiavano la riflessione sugli specchi piani e anche su quelli curvi; ma con criterii che non hanno nulla a che vedere con quelli di oggi. Così lo studio accurato della riflessione dei raggi solari sugli specchi concavi portò alla dimostrazione che quando un fascio di raggi paralleli incide sullo specchio (che allora era sempre considerato della massima apertura, ossia emisferico), si riflettono non passando per un unico punto (come si dice oggi), ma involupando una superficie caratteristica a forma di cappello messicano, con una cuspidi nel mezzo, a cui fu dato il nome di *caustica*.

Cosicchè quando uno specchio concavo si volgeva, per esempio, di notte verso la Luna, e se ne vedeva l'immagine ingrandita dietro di esso, nessuno poteva trovare un qualsiasi collegamento fra i raggi che la Luna stessa inviava sullo specchio; ma si trovava più ragionevole dire che la specie della Luna, rimbalzando sullo specchio penetrava negli occhi, seguendo i raggi visuali dell'osservatore, mentre i raggi lunari incidenti sullo specchio involupavano una bella caustica, che nessuno però vedeva. E non si può non ammirare il coraggio e la tenacia di quei matematici e di quei filosofi che continuavano a osservare e a speculare, in questo intricato groviglio di feno-

meni e di idee, nell'intento di mettervi dell'ordine e di trovarne delle regole generali.

D'altra parte tutta questa costruzione teorica era talmente ardua e difficile, che i giovani studiosi non potevano non trovarcisi a disagio, non sentirsi impotenti a ragionarvi, e quindi prendevano per buono con fiducia cieca tutto ciò che veniva impartito dai maestri; e quando questi, dopo aver esposto delle idee così complesse e strane, concludevano che non bisognava fidarsi della vista, gli allievi non potevano non convenirne, sicuri di essere penetrati in uno dei segreti più riposti della natura.

Abbiamo esposto con un po' di particolari lo stato delle idee circa il meccanismo della visione e i fondamenti dell'ottica antica e medioevale, perchè tutto ciò costituisce come lo sfondo su cui si possono inquadrare gli avvenimenti della nostra storia; anzi, si deve rilevare, che questi avvenimenti non possono essere compresi altro che quando vengono inseriti nel quadro esposto; ed evidentemente il valutarli secondo le idee odierne, così diverse da quelle di allora, non può che renderli addirittura incomprensibili.

* * *

Una grande novità, per la nostra storia, si deve segnalare verso la fine del XIII secolo. Gli studi di uno storico della scienza molto accurato, Edward Rosen, hanno ridotto il periodo d'incertezza a soli cinque anni: dal 1280 al 1285. In questo periodo fu trovato che antepoendo davanti agli occhi delle persone anziane, incapaci di vedere bene da vicino, dei dischi di vetro lucido e trasparente a facce ricolme, esse tornavano a vedere bene come quando erano giovani.

Data la somiglianza di questi dischetti di vetro con le lenticchie, sia pure di dimensioni molto diverse, essi furono chiamati « lenti di vetro » o « lenti cristalline ». Per quante ricerche siano state fatte, non si è trovata la persona che ha fatto

questa grande scoperta. In tutti i tempi sono state avanzate ipotesi, sono state anche coneguate delle burle e si è arrivati persino a creare una tomba in cui sarebbe stato sepolto « l'inventore degli occhiali ». Tutto ciò è risultato privo di fondamento. Salvino degli Armati è effettivamente esistito a quell'epoca, esercitava il commercio di derrate agricole e non si è mai occupato di « lenti di vetro ». Senza entrare ora nei particolari di tutte le notizie più o meno prive di fondamento lanciate a più riprese circa l'origine degli occhiali (e chi desidera avere in proposito dei ragguagli molto precisi e attendibili, può consultare il pregevole studio del citato Edward Rosen) è invece importante, per la nostra storia rilevare che la scoperta delle « lenti di vetro » non è avvenuta nell'ambiente della scienza e della filosofia, ma per opera di artigiani.

Ciò è reso evidente appunto dalle premesse circa le idee del tempo sul funzionamento dell'occhio e circa le leggi dell'ottica. Come si è visto, si conosceva bene la legge della riflessione, ma questa ora non interviene affatto; la legge della rifrazione non si conosceva neppure attraverso ad una sola superficie piana di separazione fra due mezzi; le poche esperienze fatte riguardano il passaggio dei raggi visuali dell'aria all'acqua e viceversa, e non solo non ne era stata dedotta alcuna legge generale, ma ne era stato concluso soltanto che le specie subivano gravi deformazioni, ingannevoli naturalmente, come quella che fa vedere troncato un remo parzialmente immerso nell'acqua, mentre in realtà è sano e dritto. Nessuno studio era stato fatto attraverso a superficie sferiche trasparenti, salvo le poche osservazioni dell'Alhazen attraverso a semisfere di vetro e anche qualche altra esperienza del genere accennata da Roger Bacon. In conclusione non si aveva nessuna conoscenza circa il funzionamento ottico di dischi di vetro trasparenti a facce ricolme.

Si aggiunga che ancora nessuno sapeva in che cosa consisteva la presbiopia. Che il fenomeno esistesse era troppo evidente ed era stato osservato e studiato anche dagli antichi filosofi greci; del resto il nome stesso, che significa « visione dei

vecchi » è proprio del periodo greco classico; ma il perchè al passare dell'età si accentuasse il fenomeno già di per sè incomprendibile della impossibilità di vedere troppo da vicino, era un grosso mistero, su cui tutti preferivano tacere, perchè non quadrava con nessuna delle teorie dominanti. Infatti nessuno riusciva a spiegare come mai i raggi visuali non potevano far vedere gli oggetti vicinissimi agli occhi, anche giovani, mentre avrebbero dovuto esplorarli più facilmente e più minuziosamente; e la stessa difficoltà incontrava la teoria delle « èidola ». Quindi a maggior ragione non si capiva come mai col passare dell'età occorreva una distanza maggiore tra oggetto e occhio per vedere distintamente.

Non sapendo in che cosa consisteva la presbiopia e come funzionavano le lenti, era umanamente impossibile ogni ragionamento, anche sbagliato e paradossale, che portasse a mettere delle lenti di vetro davanti agli occhi presbiti per compensarne il difetto.

Non vi è dubbio quindi che quella delle lenti da occhiali non è stata una invenzione, ma una scoperta fatta per caso. La ipotesi più probabile è che essa sia stata fatta da un maestro vetraio. A quell'epoca si costruivano dischi di vetro trasparente, sia a scopo ornamentale, sia anche per farne delle vetrate legandoli in piombo. Non è difficile quindi che un maestro anziano, guardando attraverso questi dischi che occasionalmente avevano le facce ricolme, abbia visti bene degli oggetti vicini, che senza vetri vedeva confusi. L'aver notato questo, ha voluto dire scoprire le lenti per la correzione della presbiopia.

Che la scoperta sia avvenuta nell'ambiente dei vetrai è una pura ipotesi, dettata dalla alta probabilità perchè in quell'ambiente si maneggiava il vetro; ma che la scoperta stessa sia avvenuta in ambiente artigianale è indubbio.

Una prova è data dal nome stesso: nessun filosofo e nessun matematico avrebbe mai dato a un suo ritrovato il nome di un legume, e difatti quando più tardi, come vedremo, gli scienziati si interessarono delle lenti, le chiamarono « specilli », nome

evidentemente prestigioso. Ma più che altro la dimostrazione che la scoperta fu un frutto dell'ambiente artigianale è data proprio dalla valutazione che gli scienziati ne fecero quando ne vennero a conoscenza: ne emisero una sentenza di condanna.

La prima volta che questo fatto fu reso pubblico, risultò addirittura incredibile. Ma col passare degli anni, le idee si sono talmente chiarite a questo proposito, che tale sentenza non solo è risultata del tutto equanime e logica, ma addirittura necessaria. L'incredulità era dovuta al fatto che mancavano del tutto le premesse storico-filosofiche e l'avvento delle lenti veniva studiato con le idee e la mentalità di oggi. Ma quando si tenga presente ciò che è stato premesso nelle pagine precedenti, è fin troppo evidente che uno scienziato di quel tempo guardando attraverso una « lente di vetro » e vedendo delle figure più grandi o più piccole di quelle viste direttamente, e quindi confermate dal tatto, e talvolta anche capovolte, deformate, iridate, non poteva non concludere che si trattava di un inganno, di una apparenza diversa dalla realtà e quindi indegna di fiducia.

D'altra parte, se anche qualcuno avesse tentato di indagare il funzionamento delle lenti in base alle teorie vigenti, doveva giungere alla stessa conclusione: perchè chi ragionava col modello dei raggi visuali non poteva pensare che la esplorazione del mondo esterno potesse trarre vantaggio da una rifrazione, ossia da una frattura dei raggi stessi, fuori dell'occhio che li aveva emessi: certamente tale frattura doveva portare a una alterazione delle informazioni e quindi a un inganno. Alla stessa conclusione dovevano giungere i fautori delle specie, perchè quando queste, nel loro tragitto dall'oggetto all'occhio venivano deformate per la rifrazione attraverso la lente, evidentemente dovevano portare entro l'occhio informazioni false. E, come si è detto, l'esperienza confermava puntualmente queste considerazioni teoriche.

Abbiamo insistito un po' su questi particolari, perchè se ne deve concludere evidentemente che la condanna delle lenti da parte degli scienziati non fu provocata da presupposti ma-

gici o religiosi o comunque mistici, ma fu la conclusione di un esame prettamente tecnico e anche sperimentale. Non bisogna dimenticare che già dal tempo di Euclide si conoscevano gli specchi concavi e che, fra l'altro, Claudio Tolomeo ne aveva fatto uno studio accurato e profondo, sia pure servendosi dei raggi visuali, e ne aveva descritto le figure sia ingrandite, sia impiccolite che essi facevano vedere, e anche quelle capovolte. Tale studio, che fra l'altro fu anche pubblicato in un volume di « Ottica » che per vie intermedie è giunto a noi quasi completo, non portò a nessuna utilizzazione delle proprietà ottiche dello specchio, oltre quella ben nota di dispositivo ustorio (in cui per altro non si utilizzano per niente le immagini), ma portò soltanto un cospicuo contributo alla convinzione che per questa via si potevano vedere delle figure sostanzialmente diverse dalla realtà e quindi alla conclusione che non se ne doveva far uso per indagine scientifica.

Quando si presentò il caso delle « lenti di vetro », l'estensione ad esse di queste conclusioni classiche era immediata e inevitabile. Tutto il decorso degli avvenimenti si presenta logico e conseguente nel quadro che ha per sfondo lo scetticismo verso il senso della vista; dovrebbe esser considerato quanto mai strano e inspiegabile se venisse preso a sè, staccato dalla scienza del tempo.

La sentenza fu considerata così logica e necessaria che nessun uomo di scienza prese più in considerazione le lenti di vetro. E ciò per ben tre secoli.

Ancora Edward Rosen, sorpreso da queste conclusioni e anche piuttosto incredulo, ha voluto ricercare quante persone avevano scritto qualche cosa circa le lenti di vetro in quel periodo di tre secoli. Egli ha trovato soltanto pochissimi autori. Il primo è un medico famoso di Montpellier, Guy de Chauliac, che in una enciclopedia medica, completata nel 1363, col titolo « Chirurgia magna » scrive: « E quando queste cose non serviranno, si deve fare ricorso agli occhiali di vetro o di berillo (ocularios vitri aut berillorum) ». Circa dieci anni dopo Fran-

cesco Petrarca, quasi all'inizio della sua autobiografica « Lettera ai Posterì », scrive: « Per molto tempo ho avuto una vista molto acuta, che contrariamente alle mie speranze, mi ha abbandonato quando ho superato i sessant'anni di età, cosicchè con mia noia ho dovuto ricorrere all'aiuto degli occhiali (ocularium... auxilium) ». Nella sua ottantatreesima novella, scritta verso il 1358, Franco Sacchetti fa dire a un Priore della Repubblica Fiorentina: « Io non vedo bene senza i miei occhiali ». E basta. Il Rosen dunque, nonostante le sue minuziose e accurate ricerche, ha trovato soltanto un medico, un poeta e un novelliere.

Tuttavia vi è qualche altro autore da segnalare. Si potrebbe ricordare Leonardo da Vinci, che fa cenno delle lenti nei suoi manoscritti, ma si deve rilevare che egli non ha pubblicato nulla a questo proposito e si deve anche notare che, come è stato già rilevato poco sopra, egli era da considerarsi un artigiano e non un uomo di scienza, nel senso ufficiale della frase.

Invece merita di essere ricordato ciò che ha scritto un medico famoso, Girolamo Fracastoro, persona di grande cultura e di grande autorità, se Papa Paolo III lo nominò medico del Concilio di Trento nel 1555. In un'opera dal titolo « Turrius sive de intellectione », in un capitolo intitolato « Deceptiones » egli scrive: « Ci sono le lenti ottiche, che fanno vedere volti mostruosi, altri satirici, altri di forma anche più brutta; ve ne sono di quelle che fanno vedere tutto iridato; altre di un anello posto in mezzo alla tavola ne fanno vedere dodici, talmente uguali che, se uno si propone di indicare quello vero, si sbaglia, con grandi risate dei presenti ». Il tono e l'intento di questo accenno alle lenti non potrebbe essere più esplicito, nè più indicativo.

L'Autore stesso cita le lenti nell'operetta astronomica « Homocentrica », nell'intento di spiegare come mai in cielo i corpi celesti talvolta si vedono più grandi, tal'altra più piccoli, (fenomeno che rientra fra le « illusioni », perchè non si vede come i corpi sono realmente) e dopo aver accennato all'influenza dei

vapori più o meno densi contenuti nell'aria, al fatto che si vedono di grandezza alterata i corpi immersi nell'acqua, a seconda della profondità di immersione, scrive: « ...Se uno guarda attraverso due lenti ottiche sovrapposte vedrà tutto molto più grande e più vicino; per questa causa tutte le stelle vicine all'orizzonte si vedono più grandi e più vicine, e in mezzo al cielo più piccole e più lontane: infatti la specie vicino all'orizzonte attraversa un mezzo denso e un'aria molto piena di vapori... ».

Dunque le lenti « ottiche » (in latino: « specilla ocularia » nel testo del Fracastoro) erano un modello di inganno e servivano a spiegare come poteva produrre un inganno simile anche l'aria densa di vapori.

Risalgono a questo periodo (e, si noti, siamo già alla metà del XVI secolo, quando le lenti avevano già un'anzianità di quasi tre secoli) anche due citazioni, in cui le lenti non vengono considerate ingannevoli: uno è il caso di un altro medico, Gerolamo Cardano, che fa un fugace accenno all'applicazione di una lente, che egli chiama « orbem e vitro », al foro della camera oscura, per proiettare le immagini delle figure esterne sopra uno schermo bianco. Ciò in un libro del 1551. Nel 1568 un architetto, Daniele Barbaro, descrive la stessa operazione in un breve paragrafo della sua « La pratica della prospettiva ».

Tirando le somme, in tre secoli possiamo contare sei citazioni delle lenti, di cui tre da medici, due da letterati, una da un architetto. Tre di queste citazioni sono semplicemente notizie sulla esistenza e l'impiego delle lenti; una è una vera stroncatura; due sono riservate alla applicazione alla camera oscura. Queste ultime due non vanno considerate nel gruppo interessante per la nostra storia, perchè riguardano una applicazione nuova, nella quale non si utilizza l'osservazione attraverso le lenti stesse.

Non si può non rilevare un assenteismo assoluto di tutto unanime il mondo della scienza dallo studio delle lenti: non un matematico, non un fisico ha scritto una parola sull'impiego

delle lenti, non uno studio è stato fatto e pubblicato, di qualunque natura, sia teorico, sia sperimentale.

Ma questo periodo di silenzio, di disinteresse assoluto per le lenti di vetro sta per terminare. Il processo per cui si è arrivati a trasformare radicalmente la situazione è del massimo interesse storico e filosofico.

Per altro prima di chiudere l'esame di questo periodo si deve rilevare che l'assenteismo e il disinteresse dell'ambiente scientifico non ha avuto come conseguenza la morte delle lenti di vetro. Esse furono salvate dagli « ignoranti » (secondo la frase di Leonardo), che non preoccupati della conoscenza della verità e ignari degli inganni della vista, hanno constatato che i presbiti potevano correggere il loro difetto e con ciò traevano notevole beneficio dall'uso delle lenti di vetro.

Gli artigiani ignoranti e molto probabilmente anche analfabeti, hanno sviluppato la costruzione delle lenti, le hanno fornite di montature, le hanno adattate al naso dei vecchi che ne avevano bisogno e ne hanno tratto guadagno.

Non solo, ma ancora questi artigiani hanno perfezionato la costruzione delle lenti; hanno trovato che a seconda della età del paziente erano necessarie lenti a facce più o meno ricolme, e le hanno graduate, proprio « in età », costruendo cioè lenti per persone di 45 anni, di 50 anni e così via. Non solo ma ancora questi artigiani hanno fatto un'altra grande scoperta: hanno trovato il modo di correggere la miopia. Hanno trovato che a tale scopo non servivano « lenti di vetro », cioè dischetti a facce ricolme come le lenticchie, ma occorreivano dischi di vetro a facce cave; e siccome non si conoscevano lenticchie a facce cave, i nuovi dischi non si poterono chiamare « lenti di vetro », ma furono chiamati appunto « vetri cavi »; però dopo qualche tempo entrò nell'uso la nomenclatura di lenti convesse e lenti concave.

Naturalmente non si saprà mai chi ha fatto queste scoperte, che se fossero fatte oggi sarebbero onorate con premi internazionali. Invece il nome e la residenza dell'artigiano che ha tro-

vato il modo di correggere la miopia resterà ormai sepolto definitivamente nell'oblio, perchè egli non ha scritto nulla e i matematici e i filosofi si sono guardati bene dal comunicare che un artigiano utilizzando ordigni fallaci e ingannatori era riuscito a riportare in condizioni di funzionamento normale tanti occhi minorati.

* * *

All'inizio di questo nuovo capitolo della nostra storia si trova l'edizione del 1589 della « *Magia Naturalis* ». Un giovane napoletano appena ventenne, Giovan Battista Della Porta, pubblicò nel 1555 un volumetto in quattro libri (o capitoli), col titolo appunto di « *Magia Naturalis* », in cui erano descritti numerosi trucchi e giochi interessanti fatti mediante applicazione di leggi e di fenomeni fisici. Non si trattava di un libro scientifico, ma soltanto di una raccolta di « attrazioni » da baraccone di fiera. L'opera ebbe un grande successo e ne furono fatte molte edizioni e anche traduzioni in molte lingue, perfino in arabo. Nel 1589 ne uscì una nuova edizione, in cui il numero dei libri era salito a venti. Il diciassettesimo tratta di « magie » ottiche e dopo una parte destinata agli specchi piani e curvi di varia foggia, segue una parte destinata alle lenti.

È questo il primo libro stampato, in cui si parla delle lenti senza l'intenzione di considerarle ingannevoli; però non va taciuto che si tratta di un libro di « magie », sia pure naturali. Si può dire dunque che le lenti sono entrate nella letteratura, come « magie ».

Si deve anche mettere bene in chiaro che il Porta non era uno scienziato, almeno in questo periodo della sua vita; figura interessante, soprattutto per la sua stranezza e la sua versatilità; ingegno multiforme e vivacissimo, assetato di novità e di curiosità, disordinato e arruffone al massimo, non aveva molta familiarità con la logica e il retto ragionare. Non essendo affiliato ad alcun organismo accademico (solo in tarda età fu nominato accademico dei Lincei) godeva di una libertà che

non si potevano permettere le persone bempensanti. Tutte queste qualità sono state preziose al momento in cui egli ha avuto il coraggio di trattare delle lenti in una sua pubblicazione: proprio per le sue qualità egli ha compiuto questo passo, perchè se fosse stato una persona seria, preoccupato del valore teorico e pratico dei suoi studi, anche lui le lenti non le avrebbe toccate. Invece lui poteva parlarne tranquillamente senza timore di rappresaglie di sorta: nessuno dell'ambiente ufficiale si sarebbe abbassato a confutare un libro di sciocchezze e di giochi e a polemizzare col suo autore.

Con ciò il Porta scrive con una franchezza senza precedenti, a cominciare dal Proemio che premette al cap. X destinato appunto alle lenti. Infatti subito dopo il titolo « Sugli effetti della lente di vetro » accenna all'esistenza delle lenti concave e di quelle convesse e non esita quindi a dichiarare: « ...idem sunt et specillorum effectus, qui maxime ad humanae vitae usum sunt necessarii, quorum adhuc nemo neque effectus neque rationes attulit ».

È un linguaggio di un tono completamente nuovo: gli « effetti » delle lenti (per le quali talvolta viene usato anche il nuovo termine prestigioso di « specilli ») ora vengono dichiarati senza mezzi termini « necessari all'uso della vita umana »; e al tempo stesso viene lanciata un'accusa diretta contro la scienza, che non ha spiegato in alcun modo il loro comportamento.

Quel « nemo » che si trova in queste righe conferma ancora ciò che è stato rilevato nelle pagine precedenti: « nessuno » aveva preso in considerazione le lenti allo scopo di definirne le « rationes » nè gli « effectus »; nessuno cioè ne aveva tentata la teoria nè ne aveva studiato le proprietà sperimentalmente. Così scriveva il Porta nel 1589, proprio tre secoli da quando le lenti erano state applicate per la prima volta alla correzione della presbiopia.

Il capitolo che segue è pieno di elementi interessanti dal punto di vista storico e anche da quello filologico: si può dire

che ogni parola merita un commento perchè involontariamente è collegata a un retroscena teorico, in cui si sente continuamente la presenza dei concetti dell'ottica del tempo: i fenomeni di questo campo, anche se elementari, non si possono descrivere senza fare uso di un modello teorico base. Naturalmente ora non ci possiamo soffermare su tanti particolari, per interessanti che siano dal punto di vista storico in generale; ma un brano merita di essere riportato per intero, perchè molto probabilmente ha avuto un intervento notevole sul decorso degli avvenimenti. Riportiamo la traduzione italiana del testo latino, perchè ciò implica già una certa interpretazione e quindi facilita la comprensione del testo, non sempre facile ed esente da equivoci per chi tratta per la prima volta con questi argomenti. Ecco il brano: « Ma ciò che segue vi da ragione di pensare molto attentamente; cioè

*per mezzo di una lente di vetro vedere vicinissimi gli
oggetti lontani.*

Posto infatti l'occhio dietro la lente al suo centro, guarda una cosa lontana, e vedrai le cose lontane così vicine che quasi ti sembrerà di toccarle con la mano, i vestiti, i colori, i volti degli uomini, cosicchè tu possa riconoscere amici molto lontani. Ugualmente

con una lente di vetro leggere una lettera lontana.

Infatti se porrai l'occhio nello stesso posto, e se ci sarà una lettera alla debita distanza, vedrai le lettere così grandi che le potrai leggere chiaramente. Ma se inclinerai la lente, in modo che tu veda la lettera attraverso di essa disposta obliquamente, vedrai le lettere abbastanza ingrandite, cosicchè le potrai leggere anche alla distanza di venti passi. E se saprai moltiplicare le lenti sono sicuro che potrai distinguere lettere piccolissime a cento passi, perchè i caratteri saranno resi maggiori dall'uno all'altro; il debole di vista (miope) usi delle lenti a seconda

della qualità della vista. Chi saprà far ciò a modo, si sarà acquisito un non piccolo segreto. Possiamo

eseguire le stesse cose mediante una lente di vetro più perfettamente.

Le lenti concave fanno vedere chiarissimamente le cose lontane; le lenti convesse quelle vicine; onde potrai usufruire di esse per comodità della vista. Con la lente concava vedi lontano le cose piccole, ma nitide, con quella convessa più grandi le cose vicine, ma confuse; se saprai comporre giustamente le une e le altre, vedrai ingrandite e chiare e le cose lontane e quelle vicine. A molti amici non poco aiuto abbiamo arrecato, che vedevano ottenebrate le cose lontane e confuse quelle vicine; di modo che hanno potuto vedere tutto perfettamente ».

Per quanto l'esposizione sia tutt'altro che chiara e precisa e anche attendibile (e tutto ciò rientra nello stile del Porta), non vi è dubbio che in questo complesso si descrivono delle esperienze fatte guardando attraverso lenti da occhiali, che migliorano il visus di persone affette da miopia (che allora si usava chiamare anche « vista debole ») o anche affette da astigmatismo. A quell'epoca evidentemente dell'astigmatismo nessuno ne parlava: si conosceva la presbiopia, che si correggeva con lenti convesse, la miopia, che si correggeva con lenti concave, e si sapeva che esistevano occhi affetti da altre anomalie, alle quali i due tipi di lenti conosciuti non apportavano alcun beneficio. Questa si chiamava « la vista guastata ». Il Porta, ha trovato (o più probabilmente ha saputo che altri avevano trovato) che guardando attraverso a una lente disposta obliquamente davanti all'occhio difettoso, questo ci vedeva meglio; e siccome oggi sappiamo che in quelle condizioni una lente presenta l'astigmatismo detto « dei fasci obliqui », se ne deve dedurre che con questa tecnica il Porta riusciva a correggere qualche caso di occhio astigmatico.

Un effetto affime si può ottenere accoppiando (male) due

lenti, anche se una convessa e una concava, e nell'ultima parte del brano riportato qui sopra si parla appunto della « composizione » di una lente convessa e di una concava. Per raggiungere lo scopo, però, non basta accoppiare le due lenti, ma bisogna disporle in modo che i loro centri ottici non coincidano. Per questo il Porta dice: « se saprai comporre giustamente le une e le altre » e non dice come, perchè a quel tempo era impossibile avere una nozione anche vaghissima di ciò che avveniva nelle lenti così messe insieme. Non c'era che provare tante posizioni diverse, in modo da trovare quella che dava un qualche beneficio.

Il fatto è che con questa manipolazione il Porta è riuscito ad « arrecare non poco aiuto a molti amici che vedevano offuscate le cose vicine e confuse quelle lontane; di modo che hanno potuto vedere tutto perfettamente ». Non vi è dubbio quindi che egli ha corretto qualche caso di « vista guastata ». Ma è chiaro che non si trattava di mettere insieme un cannocchiale.

Tuttavia non pochi studiosi di cose storiche hanno preso il gruppo di parole sotto il terzo titolo sopra riportate, ne hanno tagliato l'ultimo periodo e ne hanno concluso che il Porta aveva dato la ricetta per fare un cannocchiale a oculare divergente. Coloro che sostengono questa tesi, sono passati sopra anche a un particolare filologico non trascurabile: per fare un cannocchiale non si deve « comporre » (il testo latino dice proprio « componere ») una lente convessa e una concava, cioè non si debbono mettere una accanto all'altra, ma bisogna « disporle » (ossia « disporre ») a forte distanza una dall'altra.

Gli argomenti atti a dimostrare che nelle frasi suddette non era contenuta affatto la ricetta del cannocchiale a oculare divergente sono numerosi e indiscutibili, e forniti dallo stesso Porta, negli anni successivi, come accenneremo in seguito; ma anche nel testo stesso della « Magia » del 1589 ve ne è una prova decisiva: poche righe dopo il brano riportato qui sopra segue il Cap. XI, che porta il titolo:

*« De specillis, quibus supra omne cogitatum quis
conspicere longissime queat ».*

Questo dunque avrebbe dovuto essere proprio il capitolo destinato a descrivere un dispositivo ottico con cui chiunque poteva vedere molto lontano. Quindi il contenuto del Cap. X non tendeva a questo scopo. D'altra parte nel breve testo del Cap. XI non vi è che un ammasso di discorsi privi di significato, in cui si confondono lenti con specchi, si riparla di correzione della vista e non si conclude nulla.

Tutto ciò esclude in modo sicuro che il Porta abbia voluto dare la ricetta per fare un cannocchiale a oculare divergente; ma ciò non toglie che il suo discorso abbia suggerito l'idea a qualche occhialaio intraprendente: perchè, come vedremo tra breve, il primo cannocchiale di cui si ha notizia fu fatto in Italia proprio l'anno dopo a quello in cui fu pubblicata la « *Magia Naturalis* » con questo capitolo e fu proprio un cannocchiale a oculare divergente.

Anche questo particolare non va trascurato, perchè fra tutti i tipi di cannocchiale il più difficile a spiegarsi, anche oggi, è proprio quello a oculare divergente; il fatto quindi che tutti i cannocchiali eseguiti per oltre vent'anni siano stati ad oculare divergente dimostra che essi non furono messi insieme per via di ragionamento, ma per caso o per tentativi; e nel corso di questi un suggerimento come quello del Porta, naturalmente male interpretato, deve essere stato determinante. Ciò è senza dubbio molto probabile.

Col 1589 dunque la situazione delle lenti ha fatto un mutamento molto importante: siamo ancora lontani da uno stadio della loro vita che si possa chiamare scientifico, ma pur restando a un livello artigianale e pur perdurando invariata la condanna da parte dell'ambiente filosofico, si è cominciato a trattarne in un libro stampato e molto diffuso, come di cose ancora misteriose, ma interessanti e addirittura « necessarie » agli usi della vita umana. L'aver fatto compiere alle lenti questo pro-

gresso è una innegabile grande benemerenza del Porta, anche se non può aspirare a dei riconoscimenti di carattere scientifico.

Tuttavia il Porta ha anche tentato di dare una veste scientifica al suo interesse per le lenti. Quattro anni dopo quello della citata edizione della « *Magia Naturalis* », e cioè nel 1593, il Porta pubblicò il « *De Refractione* », un volumetto in nove libri, che pur non presentando alcun interesse scientifico, costituisce invece un primato importante: è il primo libro al mondo in cui si sia tentato di fare la teoria delle lenti.

A quell'epoca, come è già stato accennato, ancora non si conosceva la legge della rifrazione, neppure attraverso a una superficie piana di separazione fra due mezzi trasparenti, ma regnava anche la più grande perplessità circa la natura e le cause del fenomeno. Esso costituiva un argomento di palpitante attualità per i filosofi. Il Porta raccoglie tutto quello che si diceva dalle varie parti e lo riunisce in questo volumetto. Il quale è straordinariamente interessante, proprio per le assurdità e i discorsi contorti che vi sono contenuti. Da una parte è interessante la faciloneria del Porta, che fa tutti quei discorsi inconcludenti, senza rilevarne l'incongruenza, ma con l'aria di concludere che « tutto va bene, come si voleva dimostrare »; ma dall'altra parte è ben più interessante il fatto che tali discorsi (che, si noti bene, non sono farina del Porta, ma da lui presi da altre fonti « scientifiche ») fossero così contorti e assurdi, proprio perchè non si potevano fare diversamente.

Per trattare razionalmente e logicamente i fenomeni ottici in generale e quelli della rifrazione in particolare, occorre una teoria del meccanismo della visione, che risponda allo scopo. A quel tempo, ragionando con « raggi solari » e con « specie » non potevano venir fuori che discorsi caotici. Le persone ben pensanti, che lo capivano bene, si guardavano dallo scrivere qualunque cosa in proposito. C'è voluto ancora un confusionario facilone come il Porta per mettere sulla carta quei discorsi, non solo senza criticarli e senza rilevarne l'assurdità, ma addirittura facendosene bello. Nonostante le dichiarazioni contrarie

del Porta, da questo volumetto segue evidente una conclusione sola: che tra le lenti e l'ottica antica vi era incompatibilità assoluta e insanabile e che pertanto, se le lenti non scomparivano dalla scena del mondo, una ottica nuova doveva sostituire quella antica, nonostante la sua millenaria anzianità.

Il fatto è però che nel « De Refractione » il Porta dedica un capitolo, l'VIII, allo studio delle lenti, studio che in realtà è una semplice esposizione di alcune loro proprietà osservate sperimentalmente, ma che con molta prosopopea il Porta presenta come studio teorico. Tanto per dare un'idea della levatura dei ragionamenti del Porta, ma soprattutto per portare un argomento a favore della analisi fatta nelle pagine precedenti circa l'origine artigianale delle lenti e della impossibilità che esse siano state applicate alla correzione della presbiopia per via di ragionamento, alla fine del XIII secolo, vale la pena di riportare qui integralmente la spiegazione che il Porta dà di tale correzione, ora a tre secoli di distanza; e devesi insistere, per giudicare meglio il valore di questo argomento, che non è originale del Porta, ma è quanto egli è riuscito a mettere insieme consultando i luminari dell'ottica del tempo. Ecco il testo (ancora tradotto dal latino originale):

« Duplice è la causa per cui i vecchi con le lenti convesse ci vedono più chiaro e più perfettamente. In primo luogo perchè in vecchiaia la pupilla si rilascia, e non soltanto la pupilla, ma tutte le membra e i freni delle membra, cosicchè meno trattengono l'orina e le feci; dunque per il rilassamento della pupilla i raggi vagano più liberamente e portano al cristallino l'oggetto disfatto e meno definito; invece per mezzo delle lenti convesse i raggi del simulacro si riuniscono e più strettamente si compone la piramide, come abbiamo visto in precedenza, cosicchè le lenti convesse costringendo i simulacri compensano il difetto. La seconda causa è che, poichè ai vecchi l'umor vitreo si rende più alterato e impuro, come abbiamo provato nella prima proposizione di questo libro, quando la luce entra dentro attraverso un cristallo viene resa più chiara e più fulgida e

così viene compensato il secondo difetto della natura proveniente dal catarro ».

È evidente che con ragionamenti di questo tipo, fatti, si noti bene, dopo tre secoli di esperienza, il funzionamento delle lenti non si spiegava in modo decente.

Non per questo l'opera del Porta si deve considerare negativa. È stata anzi all'atto pratico decisamente costruttiva, perchè egli coi suoi tentativi ha sottoposto la teoria professata al suo tempo a un sovraccarico eccessivo, ne ha dimostrato l'insufficienza e ne ha provocato il crollo. È stata questa un'opera molto più costruttiva di quella di chi tenta di puntellare le vecchie costruzioni, e di utilizzarle rabberciate e riadattate, dando l'impressione che siano stabili e atte a sostenere il peso del progresso futuro.

Il « De Refractione » è un libretto prezioso, perchè ci offre un panorama dell'ottica della fine del secolo XVI; e se si tien conto che quando esso è stato pubblicato, il cannocchiale era già nato da tre anni, si è portati necessariamente a concludere che non è stato un parto della teoria dell'ambiente scientifico, ma, anche lui, è stato un prodotto tipicamente artigianale.

* * *

Se al contributo del Porta non si può riconoscere un carattere scientifico, ma soltanto quello di un importantissimo intervento, per così dire, politico è un fatto che i tempi erano maturi per un assestamento anche scientifico, in un campo in cui il marasma teorico e la confusione regnavano ormai da troppo tempo.

I primi sintomi di idee nuove si ebbero giusto nel corso del XVI secolo, per opera di un valente matematico, l'Abate Francesco Maurolico da Messina. Egli, che era di origine orientale, come risulta anche dal suo nome, è ritornato alle fonti delle concezioni dell'XI secolo, cioè alle idee dell'Alhazen e le ha

sviluppate, dando loro una struttura astratta e matematica, ma molto utile per una chiarificazione dei principii fondamentali.

L'Alhazen era arrivato a concepire delle piccole scorze elementari, che venivano emesse in tutte le direzioni da tutti gli elementi della superficie dei corpi luminosi o illuminati. Queste scorze dovevano avere una natura fisica, perchè dovevano essere capaci di agire, anche energicamente, sul sensorio oculare, fino a produrvi dolore e a lasciarvi impronte alquanto durature. Esse costituivano perciò il « lumen ». La ricerca della loro natura fisica ha costituito da allora in poi uno dei capitoli più importanti della fisica; ma ciò costituiva un problema di enorme portata, la cui soluzione non si poteva attendere per mettere l'ordine nei concetti fondamentali dell'ottica. Questo ordine doveva esser messo, prescindendo dalla natura del lumen.

Questa fu appunto l'idea dell'Abate Maurolico, il quale pensò di considerare soltanto la traiettoria delle scorze elementari, indipendentemente dal quid che vi si propagava sopra, e così enunciò la regola: da ogni punto della superficie dei corpi luminosi e illuminati partono raggi rettilinei in tutte le direzioni. Questi raggi, che erano appunto le traiettorie delle scorze elementari, erano un'entità del tutto nuova, una pura astrazione geometrica, che si differenziava dagli altri « raggi » definiti in precedenza, quali i raggi visuali e quelli solari, appunto perchè erano soltanto « raggi », ossia rette, senza alcuna ipotesi circa la natura fisica di ciò che avveniva sopra di essi.

L'Abate Maurolico fece interessanti studi su questi nuovi raggi, ma purtroppo non pubblicò nulla in proposito; le sue idee e le sue dimostrazioni circolarono in alcuni manoscritti, che dettero luogo a una pubblicazione soltanto nel 1611, per opera di nipoti, desiderosi di far conoscere e di valorizzare i contributi scientifici del loro avo, contributi che in quell'epoca stavano acquistando un interesse particolare. È degno di nota che delle idee dell'Abate Maurolico (che morì nel 1575) non si trova traccia della « Magia Naturalis » del Porta del 1589; e siccome il Porta andava recimolando da tutte le parti quanto sapeva di

nuovo e di rivoluzionario, per farne bella mostra e aumentare l'interesse delle sue pubblicazioni, il fatto che di queste novità egli non faccia mai cenno sta a dimostrare che esse non furono comprese e quindi non apprezzate e nessuno se ne curò. Decorso questo non raro nella storia delle idee nuove.

Però i semi gettati dall'Abate Maurolico germogliarono a qualche decennio di distanza. Non si è riusciti ancora a sapere per quale via, ma è un fatto che la maggior parte delle nuove concezioni dell'Abate Maurolico ricompaiono in un'opera preziosa del 1604: i « *Paralipomena ad Vitellionem* » di Giovanni Keplero. È un'opera che segna una data fondamentale nella storia dell'ottica.

Come più o meno implicitamente risulta da quello che si è riferito nelle pagine precedenti circa la storia dell'ottica in generale, i progressi fatti da questa scienza nei due millenni presi in considerazione sono stati assai modesti perchè non era stata posta una base ragionevole a tutta la costruzione; la base doveva essere il meccanismo della visione. Tutte le volte che si trattava un fenomeno ottico, si osservava qualche cosa, ma non si riusciva a darne una interpretazione soddisfacente e feconda, perchè non si poteva dire come si era visto e che cosa era quello che si era visto.

I matematici erano riusciti a enunciare la legge della riflessione e anche a farne qualche applicazione geometrica nella costruzione delle caustiche, ma tutto ciò restava un esercizio matematico, privo di ripercussioni sulla pratica e sulla teoria ottica, perchè non si sapeva trovare nessuna connessione fra ciò che si considerava nelle dimostrazioni geometriche e ciò che si vedeva nelle osservazioni.

Ebbene, il grande valore dell'opera del Keplero si può valutare subito quando si noti che proprio in quest'opera è descritto il meccanismo della visione come si ritiene giusto anche oggi. L'importanza di questa conquista diviene ancora più grande se si aggiunge che per raggiungere tale scopo il Keplero crea un'ottica nuova, quella che ancor oggi si chiama ottica geo-

metrica, e dà le definizioni dei concetti fondamentali su cui è basata quest'ottica, tra cui quella tuttora largamente utilizzata, di immagine ottica.

Il Keplero utilizza i raggi geometrici, come li aveva immaginati l'Abate Maurolico. Considera una sorgente puntiforme di tali raggi, che per tanto costituiscono una stella (nel senso matematico della parola); quando un occhio è rivolto verso quel punto, riceve un cono di raggi, che ha il vertice nella sorgente e ha per base la pupilla. Egli per primo dimostra che la rifrazione attraverso i mezzi ottici dell'occhio trasforma questo cono in un altro che ha ancora per base la pupilla, ma ha il vertice sulla retina. Applicando punto per punto questo procedimento, quando l'oggetto è costituito di molti punti, cioè invece di essere puntiforme è esteso, si viene così a ottenere sulla retina quella che oggi si chiama « l'immagine retinica ». Questa costruzione è tanto più notevole, in quanto, come si è già notato, al tempo del Keplero ancora non si conosceva la legge della rifrazione neppure attraverso ad una superficie piana sola; ma il Keplero raggiunge lo scopo usando una legge provvisoria semplificata, che egli ritiene valida finchè gli angoli considerati non eccedono 15° .

Per completare il meccanismo della visione, però, non ci si deve arrestare all'immagine retinica, perchè la visione non avviene sulla retina, ma ognuno vede il mondo apparente nello spazio antistante agli occhi. Il Keplero con un acume meraviglioso studia le caratteristiche principali (specialmente dal punto di vista geometrico) dell'immagine retinica e con quali direttive la psiche utilizza tali caratteristiche per creare i fantasmi luminosi e colorati che ne costituiscono la rappresentazione psichica, e con quali regole arriva a localizzare i fantasmi stessi nel « mondo apparente », in modo che coincidano con gli oggetti reali.

Egli fa una prima applicazione di questo meccanismo alla costruzione delle immagini date da uno specchio piano. È la

prima volta che questo fenomeno, apparentemente così semplice ed elementare, trova una spiegazione esauriente.

Non è il caso ora di entrare in particolari circa la « nuova ottica » del Keplero, perchè non ha molta attinenza con la nostra storia; tuttavia è interessante rilevare la modestia del titolo: egli presenta il volume come « la continuazione del Vitellione », cioè di quel testo classico, in cui, come si è detto, erano contenute per la massima parte le idee dell'Alhazen; ma in realtà non si tratta di una continuazione: si tratta di una profonda rivoluzione, anche se le premesse lontane circa i nuovi raggi geometrici e anche per altre considerazioni erano da considerarsi una evoluzione e un perfezionamento delle idee dell'Alhazen. Il fatto è che nei « Paralipomena » del Keplero non figurano più raggi visuali, nè raggi solari, nè specie, nè simulacri; ma un procedimento geometrico, punto per punto, che comincia con una emissione e una propagazione geometrica, continua con un intervento fisiologico e si conclude, razionalmente, con una rappresentazione psichica, legata alla parte geometrica da leggi molto precise.

Vi è dunque una rivoluzione concettuale profonda; tanto profonda che, al suo apparire, questo libro non suscitò nessuno scalpore; si può dire che non fu compreso e quindi non fu apprezzato assolutamente. L'organizzazione scolastica del tempo e l'influenza dei fattori politici contribuì non poco a creare intorno a quest'opera un ambiente scettico e ostile.

Per ciò che riguarda la nostra storia, il particolare più interessante è che in quest'opera il Keplero non si interessa delle lenti; quasi come se non esistessero. Soltanto alla fine dedica loro due paginette appena per spiegare perchè le lenti convesse correggono la presbiopia e quelle concave la miopia. Ma è sintomatico che nel presentare questa spiegazione (che ora è quella giusta, quella che si dà anche oggi, e che quindi lascia indietro di molte lunghezze quella sopra riportata dal « De Refractione » del Porta) il Keplero si fa un dovere di raccontare che egli ha fatto questo studio prendendo le mosse dalla « Magia Naturalis »

del Porta (a cui fa degli elogi sperticati e anche immeritati), come il solo che abbia tentato di render ragione del funzionamento ottico delle lenti; e di aver svolto questo suo studio in seguito all'insistenza del Sign. Ludovico L.B. von Dietrichstein, alta autorità del suo paese, il quale per tre anni ha esercitato energiche pressioni a che egli si interessasse alle lenti da occhiali.

Il che vuol dire che anche il Keplero, nonostante la sua meravigliosa teoria ottica, alle lenti non ci credeva, e ritiene opportuno giustificarsi di averle prese in considerazione, per evitare le critiche dei colleghi matematici, per i quali occuparsi delle lenti era un'azione degradante.

Nonostante tutti questi ostacoli, la nostra storia procede inesorabilmente e ora si avvicina al suo epilogo.

* * *

Ancora nel 1604 si deve segnalare un avvenimento molto importante per la nostra storia: degli artigiani di Middelburg in Olanda costruirono e misero in circolazione dei cannocchiali a oculare divergente.

Per quasi tre secoli si è ritenuto da tutti che questi fossero stati i primi cannocchiali costruiti e si sono fatti i nomi di Zaccaria Janssen, di Giovanni Lipperhey e di Giacomo Metius. Però la parte di costoro nella vicenda è passata in un secondo piano, da quando M.C. De Waard, noto storico olandese, ha pubblicato nel 1906 un documento che toglie loro ogni diritto alla priorità.

Si tratta di uno scritto in data 1634, di Isacco Beeckman, che dice « Giovanni Zaccaria dice che suo padre costruì il primo cannocchiale in questo paese nell'anno 1604, imitandone uno pervenuto dall'Italia, sul quale era scritto: anno 1590 ». Erano dunque trascorsi trent'anni, e il giovane Giovanni Janssen, essendo nato nel 1611, aveva 23 anni. Del Beeckman si sa che si interessava come dilettante di pulir lenti e che frequentava l'officina dello Janssen; fu così che poté averne la confidenza preziosa.

Ecco perchè, poco sopra, si è collegata la comparsa del primo cannocchiale di cui si ha notizia, con l'edizione del 1589 della « Magia » del Porta.

Sui cannocchiali olandesi si hanno alcune notizie, non del tutto prive d'interesse. Il fatto che i costruttori fossero degli artigiani e non degli scienziati, ora, non solo non meraviglia più, ma addirittura appare necessario. Nel 1604 (senza parlare del 1590) nessuno scienziato si sarebbe degnato di toccare lenti, se perfino il Keplero ha avuto bisogno di tre anni di pressioni da parte di un'autorità politica per studiarle in una applicazione ormai attuata da tre secoli e più.

Per quanto la cosa non abbia molto interesse, nel quadro storico-filosofico che stiamo ricostruendo, tuttavia qualche notizia sull'attività di questi artigiani non è del tutto fuori di luogo.

Lo Zaccaria Janssen non si è mai fatto avanti per reclamare la priorità e il brevetto per l'invenzione del cannocchiale. D'altra parte vicende di tutt'altro genere lo costrinsero a cambiar aria. I Paesi Bassi, essendo in guerra con la Spagna, per minare il credito dell'avversario ricorsero anche alla fabbricazione di monete false. Lo Janssen lavorò in questa impresa; ma, quando, terminata la guerra, essa fu chiusa, pare che egli continuasse per conto proprio. Fu scoperto e condannato, secondo le leggi del posto, ad essere immerso nell'olio bollente. Riuscì a fuggire, e non se ne seppe più nulla.

Giovanni Lipperhey era un vicino dello Janssen, immigrato a Middelburg dalla Germania, di professione muratore. Era un tipo molto intraprendente, cosicchè non soltanto costruì qualche cannocchiale (sempre del tipo a oculare divergente), ma arrivò anche a domandare il brevetto agli Stati Generali. La domanda fu accettata e il Lepperhey ebbe anche l'ordinazione di tre strumenti per la cospicua somma di 900 fiorini ciascuno, purchè fossero *binoculari*. Ciò accadeva alla fine del Settembre del 1608. Però egli tardò più di due mesi a presentarsi ancora, consegnando un solo esemplare dei tre ordinati ed ebbe la sgra-

di una sorpresa di vedersi ridurre a un terzo il prezzo pattuito e di sentirsi rifiutare il brevetto.

Anche Giacomo Metius, che era un occhialaio, avanzò domanda di brevetto, ma gli fu respinta. Egli ha avuto un po' di notorietà, perchè Cartesio nella « Diottrica » lo presenta, a torto, quale inventore del cannocchiale.

Sempre secondo il De Waard, l'arrivo in Olanda di un esemplare italiano negli ultimi anni del XVI secolo si presenta molto plausibile, perchè in quel periodo molti italiani emigrarono verso quelle regioni e in particolare a Middelburg, la città dello Janssen, furono chiamati numerosi maestri vetrai, per una cristalleria di nuovo impianto.

Il fatto è che cannocchiali a oculare divergente cominciarono a entrare in circolazione e trovarono anche una qualche accoglienza negli ambienti militari. Ma con molta lentezza e senza alcun entusiasmo. Tuttavia la tenacia degli occhialai tentava di aver ragione dell'indifferenza generale. Tra le numerose notizie che si hanno circa le offerte di cannocchiali in quegli anni immediatamente successivi al 1604, è interessante citare un brano del « Mercure François » del 1609: « In questo medesimo mese di Aprile si vede nelle botteghe degli occhialai a Parigi un nuovo tipo di occhiali ».

Questa è nelle linee generali la cronaca degli avvenimenti di cui sono stati protagonisti i cannocchiali degli olandesi. Però qualche commento si presenta necessario per valutarli opportunamente nel quadro della nostra storia.

Il fatto più saliente è che questi cannocchiali non incontrarono alcun favore e non suscitarono alcun entusiasmo. Non è un fenomeno trascurabile. Che lo strumento non fosse apprezzato dal mondo della scienza e della filosofia, era fin troppo evidente. Se nessuno trovava interessante occuparsi delle lenti, e anzi lo considerava quasi infamante, è chiaro che anche questo « nuovo tipo di occhiali », che faceva vedere le cose lontane più vicine e ingrandite, doveva esser considerato « una fallacia », un inganno: al solito, chi ragionava bene doveva rico-

noscere che lo strumento faceva vedere gli oggetti come non erano, cioè più vicini del vero. E ciò era un inganno. I ragionamenti già fatti e ripetuti a proposito della visione in generale e delle lenti in particolare non si potevano non ripetere ora a carico del nuovo occhiale, che dopo tutto era una combinazione di lenti.

Con ciò nessuno dell'ambiente scientifico prese cura del nuovo occhiale e tanto meno pensò di servirsene per scopi scientifici.

Il caso del pubblico evidentemente è molto diverso. Non vi erano premesse filosofiche a vietare all'uomo della strada di mettere l'occhio al cannocchiale.

E difatti ci fu chi guardò nel nuovo strumento; ma se ne ritrasse deluso. Il risultato era men che modesto; l'opinione generale fu che si trattasse di un aggeggio inefficiente. Vi è una larga documentazione al riguardo e del resto, chi conosce le regole dell'ottica tecnica trova che ciò era inevitabile. In sostanza, i primi cannocchiali furono fatti dagli occhialai mettendo due lenti da occhiali, una per presbiteri e una per miopi, alle estremità di un tubo di cartone o di legno o anche di piombo. Ora, è ben noto che con le lenti da occhiali, neppure con quelle di oggi, si può fare un cannocchiale decente; tanto meno con quelle dei primi anni del secolo XVII.

Oggi per fare uno strumento buono occorre una materia prima speciale che si chiama « vetro ottico » e che ha richiesto secoli di tentativi e di costosissime prove da parte di vetrerie specializzate per raggiungere il grado attuale di precisione; di questo vetro ne occorrono più qualità, con caratteristiche ottiche ben definite e misurate con precisione estrema, perchè dando alle facce delle lenti curvature calcolate con altrettanta precisione in base alle caratteristiche ottiche dei vetri, si eliminano le cosiddette « aberrazioni » e colorazioni e con ciò si fanno strumenti di una bontà che meglio non si potrebbe desiderare; ma tutta questa tecnica è frutto del XIX secolo e più ancora del XX secolo, e soltanto quando si sono definiti i limiti di preci-

sione e di tolleranza in ciascuna delle operazioni necessarie per fare un obbiettivo da cannocchiale si è compreso quale eroismo abbiano dimostrato i pionieri del XVII secolo quando affrontavano un lavoro così difficile senza avere neppure un'idea dell'ordine di grandezza delle difficoltà da superare.

Perchè non basta avere del vetro « buono » per lo scopo; anche il lavorarlo, il lucidarlo in modo da rispondere allo scopo è un'operazione di una delicatezza fuori dell'ordinario, di cui soltanto gli specialisti sanno valutare numericamente i limiti. Basti citare un dato: tutte le grandezze sono commisurate e proporzionate alla lunghezza d'onda delle radiazioni ottiche, lunghezza che è dell'ordine del decimillesimo di millimetro.

L'ottica tecnica che oggi lavora con conoscenza di causa in questo livello di precisione si chiama « ottica fina » ed è patrimonio di specialisti che ne conoscono tutti i misteri più riposti e i mezzi per raggiungere i risultati voluti. Le lenti da occhiali, anche oggi, non rientrano nelle lavorazioni di ottica fina; i tecnici le chiamano « semiottica », perchè la loro produzione avviene in maniera enormemente grossolana rispetto a quella degli obbiettivi da cannocchiale. Per le lenti da occhiali non si adopera « vetro ottico », ma un vetro, che pur avendo alcuni requisiti appositi, costa la decima parte di quello veramente ottico; la lavorazione e la lucidatura delle lenti avviene con procedimenti rapidi, di grande economia e in generale in grande serie. Perciò, anche con le lenti da occhiali di oggi un cannocchiale buono non si può fare.

Ora che i cannocchiali degli occhialai fossero tremendamente cattivi, non solo dai tecnici è ritenuto necessario, ma anche dalle notizie che si hanno al riguardo risulta dimostrato largamente.

Tanti avvenimenti noti, a questo proposito, non sono stati rilevati dagli storici, perchè fra questi è rarissimo trovarne qualcuno che conosca anche soltanto gli elementi della tecnica ottica e che quindi possa valutare le notizie pervenuteci, con la competenza necessaria per comprenderne il significato. Così è noto a tutti, come è stato riferito sopra, che il Lipperhey,

dopo che ebbe l'ordinazione di tre cannocchiali binoculari, per la cospicua somma di 900 fiorini ciascuno, che allora erano addirittura una fortuna, tardò più di due mesi a consegnare il primo ed unico esemplare che era riuscito a fare. Si pensi ora che tutto il lavoro consisteva nel piazzare due lenti agli estremi di un tubo di legno o di cartone e quindi di mettere insieme due di tali tubi, accoppiandoli in modo che stessero fissi parallelamente uno all'altro. Per fare sei tubi di legno, o anche di altro materiale, sei lenti da presbiti e sei da miopi, si poteva prevedere due o tre giorni di lavoro, tanto più che le lenti venivano fissate nel loro alloggiamento alle estremità dei tubi con dei semplici anelli di filo di ferro. Si può dire che il lavoro più lungo avrebbe dovuto essere quello di ornare i tubi esternamente con cuoio bulinato o qualche cosa del genere. Perchè il Lipperhey ha impiegato più di due mesi a fare il primo esemplare e poi non ne ha fatti altri?

Un tecnico può dare subito la risposta: quando il Lipperhey ha messo insieme il primo esemplare ha visto che era imprevedibile e per due mesi ha fatto tentativi su tentativi per giungere a metterne uno che non fosse del tutto inaccettabile, e fare quello gli è costato tanto tempo e tante pene, che ha rinunciato a fare gli altri, anche se gli erano stati ordinati a un prezzo molto conveniente.

Il fatto è che gli occhialai non riuscirono a fare cannocchiali con più di tre ingrandimenti; non che non ne sapessero fare anche con un numero maggiore di ingrandimenti, ma le lenti erano così difettose, che le immagini viste in questi cannocchiali così forzati erano confuse e inservibili. Un cannocchiale di soli tre ingrandimenti e per giunta cattivo è uno strumento che non serve assolutamente a nulla. E questo giudizio fu espresso serenamente e obbiettivamente dall'uomo della strada, quando da qualche ottico fu invitato a usare il « nuovo tipo di occhiale » che avrebbe dovuto far vedere ingrandite e vicine le cose che a occhio nudo si vedevano piccole e lontane.

Come si è detto la documentazione al riguardo è assai ricca;

e alcune espressioni di persone che esprimevano il loro giudizio spontaneo e senza termini tecnici sono così carine, che vale la pena citarle, anche se ciò anticipa delle notizie che si riferiscono a un periodo successivo.

Nell'autunno del 1609 Belisario Vinta, cancelliere del Granduca di Toscana a Firenze, si rivolse a Giovanni Bartoli, segretario dell'ambasciata fiorentina a Venezia, perchè mandasse alcuni esemplari di cannocchiali a Firenze, dal momento che qui era giunta notizia che a Venezia se ne trovavano sul mercato. Il Bartoli nicchia; scrive che effettivamente a Venezia vi era un « Franzese » che li faceva, ma non incontravano favore da parte del pubblico. Si conservano numerose lettere del Bartoli al Vinta, pubblicate anche nella Edizione Nazionale delle Opere di Galileo, nel volume X del carteggio, e pur non possedendo più le lettere che il Vinta scriveva a Venezia, risulta evidente che il Bartoli non voleva mandar nulla, perchè non ne valeva la pena; ma il Vinta insisteva e così il Bartoli si decide a inviare un cannocchiale accompagnandolo con la lettera seguente del 24 Ottobre 1609: « ...V.S. Ill.ma mi comandò che io comprassi uno o due di quei cannoni da veder lontano, et n'ho preso uno da quel Franzese nel partir che faceva di qua, et credo basterà questo, perchè io, quanto a me, non trovo tanti miracoli quanti sentivo che facevano questi istromenti;... Se non me lo comandava V.S.I. tanto espressamente, io non lo compravo; se però le piacerà far pagare il costo di esso, che tutto e per tutto, tra il cannone, stagno et cassetta, sono 12 lire, al S.re Bencivenni Albertinelli o a Mess. Baccio Cicognini mio parente, me ne farà favore, pregandola a appagarsi più della mia pronta volontà di servire, che dell'effetto istesso, che mi par vanità... ».

Una settimana dopo, il 31 ottobre 1609, il Bartoli ribadiva gli stessi giudizi: « Inviai per le passate uno delli cannoni, tenuti qua per tanto buoni, quanto che sono fabrica del Franzese, nè so come riuscirà...; nè io l'havrei preso, se la S.V. Ill.ma non me lo avesse espressamente comandato con più

lettere. Et di questi altri che fanno diversi maestri, se ne trovano, et forse migliori di codesto; ma io quanto a me, nè da codesto, nè da questi cavo troppa sodisfattione... ».

Ancora dopo una settimana, il 7 novembre il Bartoli scrive: « ... In quanto a me, credevo che il cannocchiale o occhiale che ho mandato fosse per riuscire una burla, perchè al mio occhio non fa tanti miracoli... ».

In un'altra lettera di qualche mese dopo, precisamente del 6 Marzo 1610, scritta da un dilettante fiorentino, che desiderava un cannocchiale buono, si legge: « ...perchè con questi occhiali che hanno fatto qua questi malandrini, io veggio la luna grande grande grande, e più chiara che io non la veggio con gli occhi ordinarii, e 'ntorno ala strada Lattea veggio più distendersi il suo albore, ma finalmente quello che io la veggio con gli occhi, quello mi riesce con l'occhiale... ».

La situazione del cannocchiale nel 1609 si può riassumere così: vivacchiava costruito male dagli occhialai, disprezzato dal pubblico, condannato dagli scienziati.

* * *

Nell'anno 1609 gli avvenimenti più importanti della nostra storia si sono susseguiti con un decorso del tutto nuovo, che ha segnato l'inizio di un'era decisamente diversa da quella di cui nelle pagine precedenti abbiamo tracciato le linee caratteristiche principali. Questo profondo rivolgimento, che ha avuto ripercussioni enormi su tutto lo svolgimento successivo della scienza, è stato provocato dall'intervento di Galileo Galilei.

In quell'anno egli era Lettore di Matematica all'Università di Padova. Già da sedici anni copriva quella cattedra, e già si era fatto un nome famoso, più che altro per la spregiudicatezza con cui affrontava i varii argomenti, non mostrandosi troppo ligio all'autorità dei maestri classici. Questo suo « caratteraccio » già gli aveva procurato delle noie nella prima gioventù, quando insegnava matematica allo Studio di Pisa; dovette abbandonarlo perchè l'ambiente gli era divenuto molto ostile. Ora

aveva 45 anni e aveva al suo attivo una buona carriera universitaria. I suoi interessi erano prevalentemente per la meccanica e per l'astronomia. Egli era un convinto copernicano.

Come egli venisse a conoscenza che esisteva il cannocchiale non è ben chiaro. Secondo quanto egli stesso ha poi scritto in un volumetto dal titolo « *Sidereus Nuncius* », di cui ci dovremo occupare a fondo, ebbe la notizia nella primavera del 1609. Egli scrive: « Circa dieci mesi fa arrivò alle nostre orecchie la notizia che da un certo belga era stato congegnato un occhiale per beneficio del quale gli oggetti visibili, anche molto lontani dall'occhio dell'osservatore, si vedevano distintamente come vicini; e di questo effetto decisamente meraviglioso si riferivano alcune esperienze, alle quali alcuni prestavano fede, altri la negavano. La stessa cosa dopo pochi giorni mi fu confermata per lettera dal nobile francese, Jacopo Badouère da Parigi, il che finalmente m'indusse a dedicarmi completamente a ricercare le ragioni, nonchè a escogitare i mezzi per arrivare a ritrovare un siffatto strumento; la quale invenzione, poco dopo, appoggiandomi alla dottrina delle rifrazioni, ho raggiunto;... »

Queste parole venivano scritte prima del marzo del 1610, perchè in tale mese il volumetto era già in circolazione: quindi esprimono proprio quello che Galileo voleva dire, senza ripensamenti e senza fare affidamento sulla memoria. Un'altra versione molto simile Galileo stesso dette, e con maggiori particolari, quattordici anni più tardi, nel « *Saggiatore* » e anche in questa sede conferma di aver costruito il cannocchiale senza aver visto nessun campione precedente, ma per via di ragionamento, dopo aver avuto notizia che lo strumento era già stato fatto oltralpe. Anzi nel « *Saggiatore* » egli riporta anche il ragionamento che avrebbe fatto in quell'occasione. Ecco che cosa scrive:

« Fu dunque tale il mio discorso. Questo artificio o costa di un vetro solo, o di più d'uno. D'uno solo non può essere, perchè la sua figura o è convessa, cioè più grossa nel mezzo che verso gli estremi, o è concava, cioè più sottile nel mezzo, o è

compresa tra superficie parallele: ma questa non altera punto gli oggetti visibili col crescergli o diminuirgli: la concava gli diminuisce, e la convessa gli accresce bene, ma gli mostra assai indistinti e abbagliati: adunque un vetro solo non basta per produr l'effetto. Passando poi a due, e sapendo che 'l vetro di superficie parallele non altera niente, come si è detto, conclusi che l'effetto non poteva nè anco seguir dall'accoppiamento di questo con alcuno degli altri due. Onde mi ristrinsi a voler sperimentare quello che facesse la composizione degli altri due, cioè del convesso e del concavo, e vidi come questa mi dava l'intento;... »

Ci fu anche chi mise in circolazione la diceria che Galileo avesse copiato un esemplare straniero. Il Giovanni Bartoli, già sopra ricordato, che, per le sue funzioni presso l'ambasciata fiorentina a Venezia, si faceva un dovere di riferire tutti i pettegolezzi che gli arrivavano, scrive appunto, a questo proposito, al Cancelliere Belisario Vinta a Firenze in data 29 Agosto 1609: « ...Più di tutto quasi ha dato da discorrere questa settimana il S.re Galileo Galilei, Matematico di Padova, con l'invention dell'ochiale o cannone da veder da lontano. Et si racconta che quel tale forestiero che venne qua col secreto, havendo inteso da non so chi (dicesi da Fra Paolo teologo servita) che non farebbe qui frutto alcuno, pretendendo 1000 zecchini, se ne partì senza tentare altro; sì che, essendo amici insieme Fra Paolo et il Galilei, et datogli conto del secreto veduto, dicono che esso Galilei, con la mente et con l'aiuto d'un altro simile instrumento, ma non di tanto buona qualità, venuto di Francia, habbia investigato et trovato il secreto; et messolo in atto, con l'aura et favore d'alcuni senatori si sia acquistato da questi SS.ri augumento ale sue provisioni sino a 1000 fiorini l'anno, con obbligo però, parmi, di servir nella sua lettura perpetuamente... »

Però che Galileo abbia copiato un campione oltramontano è da escludersi, non soltanto perchè egli lo nega recisamente, ma soprattutto perchè nessuno lo ha mai accusato di aver detto

il falso. Come vedremo, ben presto a proposito del cannocchiale si rovesciò su Galileo una valanga di proteste e di accuse, e se vi fosse stata qualche prova che egli aveva raccontato delle cose false, glielo avrebbero fatto pagar caro. Invece questo tasto non è mai stato toccato da nessuno, e ciò che il Bartoli ha scritto nella lettera riportata deve esser considerato una diceria senza fondamento.

Escluso dunque che Galileo abbia copiato un esemplare già esistente, c'è da domandarsi come ha fatto a mettere insieme il cannocchiale e proprio, anche lui, un cannocchiale a oculare divergente. Perchè, come è già stato rilevato poco sopra, questo tipo di cannocchiale è proprio il più difficile a trattarsi per via di ragionamento, e il fatto che tutti quelli messi insieme nel primo periodo della storia dello strumento siano proprio di questo tipo porta a pensare che vi sia stata alla base una direttrice unica.

Galileo, nel brano riportato sopra dal « *Sidereus Nuncius* », dichiara di esser giunto a fare lo strumento « appoggiandosi alla teoria delle refrazioni ». Però bisogna considerare questa frase una vanteria, per darsi delle arie e per prendere una posizione di autorità rispetto ai lettori. Infatti a quell'epoca, come risulta evidente dalle premesse delle pagine precedenti, la « teoria delle refrazioni » non poteva dare nessun aiuto per mettere insieme un cannocchiale: nessuno conosceva la legge della rifrazione e a proposito delle lenti, l'unico che ne aveva tentato lo studio era stato il Porta, nel « *De Refractione* » con quel guazzabuglio di discorsi inconcludenti, di cui abbiamo già discusso il contenuto e il valore.

Ciò è confermato da Galileo stesso, che, sempre nel « *Sidereus Nuncius* » subito dopo il brano riportato, dà alcune indicazioni circa il funzionamento del cannocchiale; però sarebbe stato meglio che non le avesse date, perchè dimostrano proprio che egli con la refrazione ci aveva pochissima dimestichezza; dopo aver esposto una dimostrazione in una paginetta, così conclude: « Per ora tuttavia basti l'aver toccato così appena

queste cose e quasi l'averle sorseggiate con la punta delle labbra; in un'altra occasione daremo per esteso la teoria assoluta di questo strumento ». Dunque egli stesso riconosce di non aver dato nessuna teoria, e quindi insieme viene ad ammettere che lo strumento egli lo ha messo insieme senza teoria. Tanto più che egli la « teoria assoluta » del cannocchiale non l'ha mai data.

Più notevole ancora è il contenuto del brano del « Saggiatore », scritto, come si è detto, ben 14 anni dopo, e, come vedremo in seguito, a quell'epoca la teoria del cannocchiale già era stata pubblicata. Il ragionamento fatto da Galileo è molto elementare e tutt'altro che soddisfacente; ma ciò che colpisce principalmente è la straordinaria somiglianza col famoso brano del Porta nella « *Magia Naturalis* » del 1589. Si direbbe che Galileo conoscesse quell'opera, non soltanto per la grande diffusione che aveva avuto, ma anche perchè essendo l'unica, col « *De Refractione* », a trattare delle lenti, Galileo deve averla consultata quando si propose di mettere insieme il cannocchiale; e si direbbe che combinando i suggerimenti contenuti in quel brano, circa l'impiego di una lente convessa e di una concava, insieme con l'informazione avuta da varie parti che lo strumento constava di un cannone, ossia che le due lenti non dovevano essere « composte », ma « disposte » a distanza mediante un tubo, abbia fatto qualche tentativo e abbia ottenuto l'effetto. Del resto, nel « Saggiatore » Galileo dice ben chiaro che è arrivato a mettere insieme il cannocchiale senza teoria e per tentativi; infatti nell'ultima parte del brano sopra riportato si legge: « Onde mi restrinsi a voler sperimentare quello che facesse la composizione degli altri due, cioè del convesso e del concavo, e vidi che questo mi dava l'intento; e tale fu il progresso del mio ritrovamento... ». In altri termini, il suo ragionamento lo portò ad escludere che si trattasse di un vetro solo (e questo era già automaticamente escluso dal fatto che egli sapeva che lo strumento era costituito da un « cannone », che non avrebbe avuto scopo se avesse dovuto contenere una lente sola) e ad

escludere che vi intervenisse un « vetro di superficie parallele », perchè non serve a nulla. Quindi non restava che adoperare due lenti, una concava e una convessa... e provare. E perchè non due lenti convesse o due lenti concave?

Il discorso di Galileo più misero non poteva essere. La « teoria delle refrazioni » non c'entrava per nulla. Si deve proprio pensare che alla base di tutti i cannocchiali dell'epoca vi doveva essere il suggerimento del 1589 del Porta, anche se involontario e destinato a tutt'altri scopi.

Si potrebbe avanzare a questo punto l'ipotesi che Galileo, data la sua genialità e la sua competenza matematica, abbia fatto fare, in quel luglio del 1609, grandi progressi alla teoria delle rifrazioni e ne abbia subito tratto il progetto del cannocchiale, per via teorica; e si può anche pensare che egli abbia voluto tener segreto il suo ragionamento.

Ma questa ipotesi è da scartarsi assolutamente. È bene discuterla con qualche particolare, perchè le conclusioni a cui si dovrà giungere saranno utili per altre considerazioni molto importanti.

Galileo in fatto di ottica aveva una preparazione straordinariamente modesta. Egli non se ne era mai occupato. I suoi interessi, come è già stato rilevato, erano per la matematica, per la meccanica e per l'astronomia. All'Università di Pisa aveva cominciato gli studi per laurearsi in medicina, ma poi li aveva abbandonati per dedicarsi completamente alla matematica. Quindi la sua cultura ottica era quella che poteva avere uno studente generico. Egli non ha mai accettato una discussione su questioni ottiche, anche quando dimostrare la sua competenza in materia gli sarebbe stato straordinariamente utile. Quando cominciò ad occuparsi del cannocchiale non conosceva i « Paralipomena » del Keplero; infatti il 1° Ottobre 1610 scriveva una lettera a Giuliano de' Medici in Praga per chiedergliene una copia: « ...Io prego V.S. Ill.ma a favorirmi di mandarmi l'Optica del S. Keplero e il trattato sopra la Stella Nuova, perchè nè in Venezia nè qua (Firenze) gli ho potuti trovare... »

Ed egli si era deciso a cercare questi libri, perchè il Keplero stesso glieli aveva citati in una lettera, di cui avremo occasione di occuparci tra breve.

La documentazione più evidente circa la modestia della cultura ottica di Galileo risulta dal suo carteggio, dove egli a volta sfiora argomenti ottici, specialmente con amici che gli chiedevano delle spiegazioni. Molto interessante è un gruppo di lettere che egli ha scambiato col suo grande amico veneziano Giovanfrancesco Sagredo. Quando Galileo, nel 1610, lasciò Padova per trasferirsi a Firenze, in qualità di Matematico del Granduca, il Sagredo era in Oriente; ritornato a Venezia, riprende le cordiali relazioni con Galileo per corrispondenza e pattuisce con questo di scriversi tutte le settimane, dato che la posta tra Firenze e Venezia correva una volta la settimana.

Vale la pena di riportare il testo di alcune lettere del Sagredo, anche se non sono intervallate dalle risposte di Galileo, delle quali non si sa più niente; ma bastano le prime a dimostrare il ritegno di Galileo a entrare in discussioni di natura ottica, per quanto richiesto insistentemente dall'amico Sagredo di istruirlo, comunicandogli le sue idee circa i problemi più importanti,

Cominciamo da una lettera che il Sagredo scrive in data 2 giugno 1612 (si noti che Galileo a tale data si occupava del cannocchiale da ben tre anni!). In questa lettera, fra l'altro, si legge: « ... Versa hora la mia speculatione, anzi dirò meglio il mio desiderio di speculare sopra il modo col quale si faccia la vista, et come gli occhiali, così ordinari, come questi della nuova inventione, siano di aiuto per acrescer et migliorarla. Et perché (come V.S. Ecc.ma sa) io sono mathematico di nome et niente di essenza e verità, perciò non havendo veduto né Vitelione né altri auttori che trattano della prospettiva, io non ho in testa altra dottrina che quella che mi ha dettato il proprio discorso, della quale nondimeno io resto molto (pa)go, sì come all'incontro il S.r Mulla et Maestro Paolo tengono per falsa l'opinione mia: alla quale havendo io preso qualche affettione,

ma però non volendo mettermi hora a studiare né Vitelione né altri, prego perciò V.S. scrivermi brevissimamente et senza dimostrazioni la opinione degli auttori circa la vista; et se non vuole affaticarsi tanto di scriverle tutte in una volta, si compiacia al meno ogni posta dicchiariarmene con dieci sole sue righe una al meno. Et perché io stimo più lei et il suo giuditio che quello degli scrittori, in particolare la prego con le prime scrivermi sommariamente la sua... ».

Nonostante una richiesta così appassionata dell'amico Sagredo, Galileo non gli scrive nulla su questo spinoso argomento (e si noti che i « *Paralipomena ad Vitellionem* » del Keplero erano già stati pubblicati da otto anni!). Ciò risulta evidente da un'altra lettera che due settimane dopo, il 16 giugno 1612, il Sagredo scriveva ancora a Galileo: « ... Già che ella non vuole significarmi la sua opinione circa il modo che si fa la vista, almeno la prego scriver la volgata per modo storico senza dimostrazioni, ma però in modo che io, che sono grosso molto, la possi intendere.

« Io non so elle habbia veduto un trattatello dell'arcivescovo di Spalatro circa l'occhiale. Se costì non si trova, m'avisi, che le ne manderò uno subito, perché mi sarebbe caro intender il giuditio di V.S. sopra esso trattato.

« Haverò a singolar favore che mi avisi delle osservationi che si possono fare in proposito della vista, perché queste mi apriranno la strada a conoscere la verità et mi daranno cuore di dirle il mio senso, se bene fin qua riprobatissimo dal S.r Mula e da Maestro Paolo... ».

E due settimane più tardi, il 30 giugno 1612, il Sagredo torna ad insistere: « ... Io sto con gran desiderio attendendo la sua instructione circa la vista, et mi sarà caro che ella non si scordi scrivermi il suo parere sopra il libro intitolato « *De radiis visus et lucis* » dell'arcivescovo di Spalatro, il quale a carte 15 confuta con assai familiarità la mia opinione che gli comunicai, cioè che la vista si faccia dentro dell'occhio per le refrattioni che fanno le spetie passando per l'humore cri-

stallino. Et se V.S. Ecc.ma si compiacerà farmi altre istanze più fondate di quelle dell'arcivescovo, lo riceverò a gran favore, perché io sono assai fissato in questa opinione, la quale quando sia falsa desidero lasciarla illuminato da quelle istesse ragioni per le quali ella, che bene intende tutte le cose, non volesse approvarla. Il Padre Maestro Paulo ha molto sobriamente discorso meco in questo proposito, et solo mi ha detto non farsi, per suo giuditio, la vista di questa maniera; ma le sue et le mie occupationi hanno sempre impedito il discorrere seco da nuovo in questa materia... ».

Il 7 luglio 1612 finalmente il Sagredo ha avuto qualche informazione da Galileo a proposito degli argomenti proposti; ma deve aver ricevuto ben poco, se gli scrive: « ... Le mando il trattato dell'Arcivescovo di Spalatro, et prima le havrei mandato se havessi creduto che da altra parte, sin da principio che fu stampato, non lo havesse ricevuto. Con questa occasione ho comprato il libretto del Keplero, quello di Martino Orchi et di Giulio Cesare La Gala, per leggerli quanto prima potrò; ma con maggior desiderio io sto aspettando l'istruzione di V.S. Ecc.ma, della quale, e non di altri, voglio essere scolare, per assicurarmi di apprendere buona dottrina.

« Quanto a quello che ella mi scrive de i raggi visivi et delle spetie, io non so trattare della differenza tra loro, poichè io non credo che vi siano raggi visivi, né per ancora io comprendo come questi siano necessari per vedere; ma sì come il suono delle nostre orecchie si fa per la percussione causata dall'aere nel timpano, senza che da esso timpano parti cosa alcuna, così credo che succeda nell'occhio. Et circa a quello che mi scrive della inversione delle macchie del sole, che si vedono nella carta, io non metto dubio che l'istesso non occorri nell'occhio, il quale per essere avvezzo ad apprendere tutte le spetie rovescie, le giudica dirite... ».

Dunque Galileo ha scritto qualche cosa circa le « spetie e i raggi visivi », ma dovevano essere nozioni così arcaiche e sommarie che perfino il Sagredo, con tutta la riverenza che ha

per il grande Maestro, osa dirgli che non ci crede. Il fatto è che gravi questioni politiche tennero occupato per qualche tempo il patrizio veneziano e le lettere successive non trattano di argomenti ottici; si arriva così a una lettera del 18 agosto, da cui risulta che il Sagredo ha rinunciato ad avere da Galileo le « istruzioni » che desiderava e si decide a istruirsi da sè, leggendo direttamente i testi che trattavano del meccanismo della visione; difatti egli scrive: « ... Finalmente ho trovato che la opinione ch'io haveva circa la vista è stata scritta dal Porta e dal Keplero, i scritti de' quali in questo proposito ho deliberato leggere con qualche diligenza, sperando che forse si possi aggiungere alcuna altra cosa buona, non restando io soddisfatto della maniera dello scrivere né dell'uno né dell'altro, parendomi che si discostino senza necessità dallo stile matematico, et abbraccino quello de' filosofi; et perché (come ella sa) io ho bisogno di aiuto per intendere questi libri, mi ho provisto di certo Napolitano, chiamato il Sig.^r Camillo Glorioso, che abita qui in Venetia, col quale ho stabilito che venga due over tre giorni della settimana a dichiarirmi questi autori. Veda mo' V.S. Ecc.ma se io ho perduto l'amore alle matematiche, già che in questa età ho voluto ritornare scolare... ».

Come si vede, non vi è dubbio che il Sagredo ha dovuto rinunciare agli ammaestramenti ottici da parte di Galileo, che avrebbe desiderato avere come una guida, e ricorre a un insegnante privato, che gli spieghi i testi del Porta e del Keplero; cosicchè in data 22 settembre dà lui a Galileo quei giudizi che alcuni mesi prima gli aveva richiesto, anche soltanto « per modo historico senza dimostrazioni ». Questa lettera del 22 settembre è particolarmente interessante: « ... Ho veduto il libro del Porta, goffissimo al possibile. Ho scorso il *Paralipomenon ad Vitelionem* del Keplero, huomo veramente dotto; ma tra matematici a me pare che si possi chiamare peripatetico et enigmatico, siccome il Porta tra' dotti stimo che egli tenga il luogo che tengono le campane tra gli instrumenti di musica. Mi è capitato ultimamente un trattatello sopra gli occhiali,

fatto dal Keplero, e per quanto ho veduto, habbiamo opinioni molto conformi. Ma con maggior commodità le scriverò altri particolari... ».

Dunque è il Sagredo che istruisce Galileo e non viceversa. La corrispondenza successiva non tratta più di questi argomenti, fino ad una lettera del 15 dicembre 1612, in cui il Sagredo scrive: « Mi piace che ella habbia ricevuto il libro del Cheplero, et mi sarà caro intendere le opposizioni ch'ella fa alla sua opinione... ». Ma poi non si ha più traccia di questa corrispondenza: le lettere si rarefanno e infine cessano completamente.

Evidentemente Galileo rifuggiva da ogni discussione, anche amichevole a proposito di argomenti, in cui non si sentiva ferato e di cui conosceva tutte le difficoltà, e probabilmente non ne parlava volentieri, perchè egli in fatto di meccanica e astronomia si faceva un dovere di mettere sempre in evidenza gli errori dei predecessori e dei maestri classici, per diminuirne e anche negarne ogni autorità; mentre in fatto di ottica si trovava disarmato e non aveva niente da opporre alle teorie classiche, per acrobatiche e discutibili che fossero. E perciò evitava ogni discussione in proposito.

Che egli non avesse apportato nessuna novità all'ottica di uso generale al suo tempo risulta da qualche raro accenno che fa in alcune lettere. Così ad esempio, in una lettera del 1° Settembre 1611, diretta al Padre Cristoforo Grienberger, uno dei Gesuiti del Collegio Romano, in risposta a una lettera molto importante per la storia del cannocchiale, Galileo tra l'altro, per spiegare come mai all'orlo del disco lunare non si vedono le montagne che invece si vedono così bene all'orlo dell'ombra in mezzo al disco, scrive: « Perchè procedendo in tal caso i raggi della vista et della illuminatione per le medesime linee rette, nè potendo essere ombra dove arriva il raggio illuminante, adunque niuna delle parti oscure potrà esser veduta; ma bisognerà che per vederle il raggio visuale si elevi sopra la detta superficie più del raggio solare:.... »

In un altro passo della lettera stessa Galileo scrive ancora: « Io rispondo, che l'effetto del telescopio non è altro se non di approssimare le specie degl'oggetti visibili, portandocene vicine secondo la decima, vigesima, trigesima od altra minore o maggior parte della loro vera et reale lontananza, rappresentandoci i medesimi oggetti tali, quali in simili picciole distanze li vedremmo... ».

Se si fa presente che la discussione col P. Grienberger era della massima importanza per Galileo, e che questa lettera è stata scritta ben due anni dopo che egli aveva cominciato a lavorare col cannocchiale, e che vi parla ancora di raggi visuali, di raggi solari e di specie; e che dice che la funzione del cannocchiale è di « approssimare le specie », quando già era stata pubblicata, come vedremo, la teoria del cannocchiale in base all'ottica nuova, cioè la teoria stessa che si ripete anche oggi, bisogna proprio concludere che egli di ottica ne sapeva ben poco e soprattutto che non se ne interessava affatto.

Insistiamo su questo punto, perchè, come si è già accennato, ciò gli ha servito molto utilmente da altri punti di vista, ben più importanti e determinanti. Non è questo l'unico caso in cui avere la mente libera da concetti troppo precisi ed affermati lascia maggior libertà di giudizio e maggior serenità nel valutare le situazioni e le possibilità.

Riassumendo le notizie raccolte fin qui, circa la preparazione culturale di Galileo al momento in cui si è interessato del cannocchiale, si può dire che egli aveva una cultura ottica modestissima, dal punto di vista teorico e si è accinto a lavorare intorno al cannocchiale fidando soprattutto sul suo buon senso e sulla sua abilità manuale. Perchè, invece, egli conoscenza dei procedimenti di lavorazione del vetro ne doveva avere. Il Favaro mette in evidenza l'amicizia di Galileo con Girolamo Magagnati, inventore di procedimenti per la fabbricazione di vetri speciali e di vetri da specchi, nonchè proprietario di forni in Murano, dove Galileo certamente lo aveva

visitato più volte, e dove doveva aver appreso informazioni circa la lucidatura del vetro.

Quando, dunque, egli ebbe notizia che oltralpe esisteva questo tipo di occhiale, pare che sulle prime non le desse grande importanza; ma nella prima settimana di luglio ripensandoci su, egli ebbe una intuizione straordinaria, che doveva cambiare completamente il decorso della nostra storia; egli pensò che il cannocchiale doveva essere uno strumento « di giovamento inestimabile ». Queste sono parole scritte da lui, come vedremo ben presto. È evidente che perchè attraverso una mente a quel tempo passasse un'idea del genere, quella doveva essere ben sgombra da tutti gli ostacoli che l'ottica classica vi avrebbe posto. Il fatto è che Galileo, una volta avuta questa idea luminosa, si dedica anima e corpo alla costruzione del cannocchiale.

Si può pensare che egli non fosse portato ad acquistare uno strumento da un qualche « Franzese » sulla piazza, perchè è noto che si era sempre trovato in difficoltà finanziarie e probabilmente non disponeva della somma piuttosto elevata che allora veniva richiesta, come risulta anche da qualche brano di lettere del Bartoli, sopra riportato. Può anche darsi che egli pensasse di costruirsi da sè un cannocchiale perchè egli amava occuparsi di lavorazioni tecniche, aveva anche impiantato una officina meccanica per la produzione dei « compassi militari », sotto la direzione di un maestro meccanico molto abile. Il fatto è che egli comincia a lavorar lenti e a metterle agli estremi di tubi, secondo la regola che ha poi comunicato nel « Saggiatore ». Così non costruisce un cannocchiale, ma centinaia.

Proprio in questa serie di operazioni si ebbe l'altra grande novità che costituisce uno dei grandi meriti di Galileo e uno dei fattori determinanti del successo. Egli comprese ciò che era sfuggito agli occhialai: che la bontà delle lenti aveva un'influenza determinante sulla qualità e sul valore del cannocchiale. Non è strano che egli abbia capito subito questo particolare tecnico, mentre esso non era stato preso in considerazione dagli occhialai: è questione di mentalità. Come si è già rilevato, gli occhia-

lai erano degli artigiani, preoccupati soprattutto del lato economico della loro attività, e quindi una volta messi a punto dei sistemi di lavorazione atti a produrre lenti da occhiali, sufficienti alla loro funzione appunto di lenti da occhiali, ogni loro sforzo era diretto a ottenere il risultato stesso con la economia massima di tempo e di lavoro.

Galileo invece non aveva quei problemi e non aveva la mentalità del produttore industriale; anzi aveva doti spiccatissime di ricercatore. Perciò, quando provando a fare dei cannocchiali con ingrandimenti diversi, notò che alcuni riuscivano meglio e altri peggio, subito concentrò la sua attenzione sulle cause di questo comportamento e immediatamente le isolò nella qualità delle lenti. Egli non poteva dire allora che cosa doveva fare per farle « buone » e per farle « migliori »; ma capì benissimo che se erano « buone » il cannocchiale faceva vedere delle immagini nitide e chiare; e che se le immagini si vedevano confuse e sfumate la colpa era della qualità deteriore delle lenti. Non sapendo che cosa fare, quando il risultato era cattivo, egli buttava via lo strumento che funzionava male e ne tentava un altro. Così ha lavorato per un paio di mesi, giorno e notte. Si era dato a questo lavoro con l'entusiasmo dello scienziato che ha capito di aver capito ciò che ancora nessuno conosceva, quindi di disporre di una potenza formidabile.

Egli punta subito sul perfezionamento tecnico della pulitura delle lenti e di conseguenza sull'aumento del numero di ingrandimenti del cannocchiale. Nelle prime pagine del « *Sidereus Nuncius* » si trova un passo straordinariamente interessante, a questo proposito: « ...e dapprima mi apprestai un tubo di piombo, ai cui estremi applicai due lenti, ambedue con una faccia piana, ma con l'altra una sfericamente convessa e una concava; avvicinato quindi l'occhio alla lente cava ho visto gli oggetti assai grandi e vicini; infatti apparivano tre volte più vicini, e nove volte più grandi di quando si guardavano col solo sguardo naturale. Poco dopo ne elaborai un altro più esatto, che rappresentava gli oggetti ingranditi più di sessanta volte.

Infine, non risparmiando fatica nè spese, sono arrivato a costruirmi uno strumento così eccellente, che le cose viste attraverso di esso apparivano ingrandite quasi mille volte, e più che trenta volte ravvicinate, che se si fossero guardate soltanto con la vista naturale... ».

Si noti la finezza delle sfumature: per il tubo di piombo a tre ingrandimenti, scrive « mihi paravi »; per quello che dava otto ingrandimenti, scrive « mihi eleboravi »; per quello a trenta ingrandimenti, non soltanto fa cenno delle spese e della fatica impiegata, ma dice testualmente « eo a me deventum est, ut Organum mihi construxerim... ». A parte la finezza di aver chiamato « Organum » questa meraviglia, e perfino con l'O maiuscolo, è notevole che dica « eo a me deventum est », proprio per indicare questa grande fortuna che gli è capitata, più per caso che per merito tecnico. Difatti in altra occasione confessava che gli avvenne di fare uno strumento così buono che poi non gli è più riuscito di farne un altro uguale. È stata quella veramente una grande fortuna per Galileo, per la scienza e per l'umanità intera.

Perchè proprio in seguito a questo perfezionamento tecnico la fede di Galileo nell'impiego del cannocchiale ha avuto la possibilità di confermarsi e di affermarsi in maniera così stabile che egli poi non l'ha più rinnegata, ma anzi l'ha così sostenuta e propalata che ha finito per conquistare completamente senza eccezione tutto il mondo.

Che la « bontà » del cannocchiale fosse un elemento determinante del successo, Galileo non solo lo ha capito chiarissimamente, ma lo ha anche scritto senza mezzi termini, fin dalla prima pubblicazione sul cannocchiale. Subito dopo il brano sopra riportato dal « Sidereus Nuncius » egli dà alcune istruzioni utili a coloro che desiderano ripetere le osservazioni che egli aveva fatto sul cielo e che si appresta a descrivere nel libro stesso; ebbene quelle istruzioni sono due: « Prima di tutto è necessario che si apprestino un cannocchiale esattissimo, che rappresenti gli oggetti limpidi, distinti e non ottenebrati da al-

cuna caligine; e che i medesimi ingrandisca almeno quattrocen-
to volte; allora infatti li mostrerà venti volte più vicini; perchè
se lo strumento non sarà cosiffatto, tutte quelle cose che da noi
sono state viste nei cieli e quelle che tra breve saranno enume-
rate, invano si tenterà di vedere... ».

Dunque la « prima » condizione necessaria è che il cannoc-
chiale sia buono; la seconda è che abbia almeno venti ingran-
dimenti. Per il lettore che non ha familiarità col linguaggio de-
gli ottici, è utile chiarire che i numeri grossi di cui Galileo fa
uso (sessanta, mille, quattrocen-
to) nei brani del « Sidereus Nun-
cius » sopra riportati indicano l'ingrandimento detto superfi-
ciale, ed è il quadrato di quello di cui oggi si usa parlare e che
Galileo pure usa come misura « dell'avvicinamento ».

Se si pensa che per realizzare un ingrandimento di venti
volte è necessaria già una bontà notevole delle lenti (tanto è
vero che gli occhialai non c'erano mai arrivati), anche la se-
conda delle condizioni richieste da Galileo sostanzialmente si
riportava alla prima. La bontà del cannocchiale era l'elemento
decisivo per lo sviluppo futuro della vita e dell'attività del
cannocchiale.

Con questo intervento di Galileo la storia del cannocchiale
dunque segna una novità fondamentale. Soltanto ora, nel-
l'estate del 1609 il cannocchiale ha raggiunto la sua struttura e
la sua levatura che gli permetteva di aspirare alle glorie del-
l'avvenire.

Il pubblico se ne rese conto immediatamente. Se ne hanno
delle ripercussioni evidenti nei pettegolezzi che il Bartoli scrive-
va da Venezia a Firenze. Siccome poi la composizione ottica
dello strumento era un grande mistero per tutti, in quel momen-
to, in generale nessuno si rese conto del fatto che tutti i cannoc-
chiali di qualunque provenienza erano costruiti secondo la stessa
ricetta teorica e differivano soltanto per la precisione di realiz-
zazione; ma dato che i cannocchiali degli occhialai funziona-
vano peggio di quelli di Galileo, il pubblico ne dedusse che vi
doveva essere un « segreto » diverso e quindi cominciò a par-

lare del cannocchiale degli occhialai e di quello di Galileo come di due cose distinte. Così ebbe origine il nome di « cannocchiale di Galileo » o « cannocchiale galileiano » tuttora largamente usato per indicare il cannocchiale a oculare divergente. Però è un fatto che da quando cominciarono a entrare in circolazione i cannocchiali costruiti da Galileo, la noncuranza con cui lo strumento era stato considerato dal pubblico negli anni precedenti andò rapidamente dileguandosi per essere sostituita da un interesse inteso. A questo contribuirono indubbiamente gli avvenimenti clamorosi di cui è ricco il seguito della nostra storia.

Il primo dei quali è costituito dalla presentazione ufficiale che Galileo fece del cannocchiale alla Signoria di Venezia. È interessante notare la data di una lettera: il 24 Agosto 1609 Galileo scrisse al Doge Leonardo Donato una lettera, di cui si conserva ancora il testo autografo nell'Archivio di Stato di Venezia. È così importante che merita di esser riportata per intero.

« Ser.^{mo} Principe, Galileo Galilei, humilissimo servo della Ser.^a V.a, invigilando assiduamente et con ogni spirito per potere non solamente soddisfare al carico che tiene della lettura di Matematica nello studio di Padova, ma con qualche utile et segnalato trovato apportare straordinario beneficio alla S.^{tà} V.a, compare al presente avanti di quella con un nuovo artificio di un occhiale cavato dalle più recondite speculazioni di prospettiva, il quale conduce gl'oggetti visibili così vicini all'occhio, et così grandi et distinti gli rappresenta, che quello che è distante, v.g., nove miglia, ci apparisce come se fusse lontano un miglio solo: cosa che per ogni negozio et impresa marittima o terrestre può essere di giovamento inestimabile; potendosi in mare in assai maggior lontananza del consueto scoprir legni et vele dell'inimico, sì che per due hore et più di tempo possiamo prima scoprir lui che egli scuopra noi, et distinguendo il numero et la qualità dei vasselli, giudicare le sue forze, per allestire alla caccia, al combattimento o alla fuga, et parimente potendosi in terra scoprirle dentro alle piazze, alloggiamenti et ripari

dell'inimico da qualche eminenza benchè lontana, o pure anco nella campagna aperta vedere et particolarmente distinguere, con nostro grandissimo vantaggio, ogni suo moto et preparato; oltre a molte altre utilità, chiaramente note ad ogni persona giudiziosa. Et pertanto, giudicando degno di essere dalla V.S. ricevuto et come utilissimo stimato, ha determinato di presentarglielo et sotto l'arbitrio suo rimettere il determinare circa questo ritrovamento, ordinando et provvedendo che, secondo che parerà oportuno alla sua prudenza ne siano o non ne siano fabbricati.

« Et questo presenta con ogni effetto il detto Galilei alla S.V., come uno dei frutti della scienza che esso, già 17 anni compiti, professa nello Studio di Padova, con speranza di essere alla giornata per presentargliene dei maggiori, se piacerà al S. Dio et alla S.V. che egli, secondo il suo desiderio, passi il resto della vita sua al servizio di V.S. Alla quale humilmente si inchina, et da Sua Divina Maestà gli prega il colmo di tutte le felicità ».

L'importanza di questa lettera risulta evidente nel quadro delle premesse contenute nelle pagine precedenti. È la prima volta che un Uomo di Scienza, un Lettore di un grande Studio, si interessa del cannocchiale e lo presenta, non come uno strumento fallace e ingannatore, ma come un mezzo capace di compiere operazioni « di giovamento inestimabile ». È questa la frase che abbiamo già rilevato poco sopra, perchè ha un valore enorme, nel momento particolare della storia della scienza, del quale ora ci occupiamo. Si noti bene il contrasto di questa valutazione, superiore ad ogni « stima » umana, e la condanna unanime che era stata decretata dalla scienza del tempo.

E si noti anche che l'aver messo in evidenza, nella lettera suddetta, il grande valore delle applicazioni di tipo militare può esser stato per Galileo un utile artificio per attirare l'attenzione della Signoria di Venezia, certamente più incline a prendere in considerazione argomenti utili per la guerra, che non quelle destinate a puro scopo scientifico; ma dal punto di vista

filosofico, in relazione alla attendibilità delle informazioni date dal cannocchiale, tale richiamo è molto significativo, perchè in nessun'altra circostanza, come in quella in cui sono in giuoco la vita dei combattenti e la sorte delle battaglie, ha importanza la sicurezza delle informazioni; quindi il passo di Galileo è ancora più impegnativo e importante, proprio per avere scelto il tipo militare di impiego del cannocchiale nella presentazione alla Signoria di Venezia, perchè se vi fosse stato anche il più lontano dubbio circa la fiducia da assegnarsi allo strumento, la proposta avrebbe assunto addirittura il carattere di alto tradimento.

Una affermazione così recisa di Galileo non poteva non sortire l'effetto che egli si era ripromesso: egli fu chiamato a Venezia per una dimostrazione ufficiale del cannocchiale, sul campanile di San Marco, con grande concorso di autorità, curiose di vedere questo nuovo miracolo della scienza. Si ha una serie di notizie al riguardo, come quella che si trova in una lettera di Galileo stesso diretta al cognato Benedetto Landucci a Firenze, in data 29 Agosto 1609, e quella contenuta nel Diario di un patrizio veneziano, Geronimo Priuli, che vi partecipò.

Scrivendo Galileo: « ... Et essendo arrivato a Venetia voce che ne havevo fabbricato uno, sono 6 giorni che sono stato chiama(to) dalla Ser.^{ma} Signoria, alla quale mi è convenuto mostrarlo et (in)sieme a tutto il Senato, con infinito stupore di tutti; e sono stati moltissimi i gentil'huomini e senatori, li quali, benchè vecchi, hanno più d'una volta fatte le scale de più alti campanili di Vene(tia) per scoprire in mare vele e vasselli tanto lontani che venendo a tutte vele verso il porto, passavano 2 hore e più di tempo avanti che, senza il mio occhiale, potessero essere veduti; perchè in somma l'effetto di questo strumento è il rappresentare quell'oggetto che è, ver(bi) gratia, lontano 50 miglia, così grande e vicino come se fussi lontano miglia 5... ».

Più particolareggiata è la descrizione del Priuli: « Andai io Gerolamo Priuli Procuratore in Campanil di San Marco, con l'eccellente Signor Galileo e il Signor Lodovico Contarini e

Lodovico Falier e Sebastiano Venier... a veder le meraviglie ed effetti singolari del canon di detto Galileo, che era da banda, fodrato al di fuori di rassa crimisina, di lunghezza tre quarte e mezza di brasso et larghezza di uno scudo, con due vetri uno cavo e l'altro no per parte, con il quale posto a un ochio e velando l'altro, ciaschiduno di noi vide distintamente, oltre Fusina e Marghera, anco Chioggia, Treviso e sino Conegliano e il campanil con la facciata della Chiesa de Santa Giustina de Padova; si discernivano quelli che entravano ed uscivano di Chiesa di San Giacomo di Muran... con molti altri particolari nella laguna e nella città veramente ammirabili... ».

Oltre alle notizie interessanti l'opera propagandistica che Galileo cominciava ad intraprendere e che poi intensificherà continuamente, come vedremo tra breve, è ora il caso di fare un rilievo tecnico. Da queste relazioni delle osservazioni fatte alla fine dell'agosto 1609 dai campanili di Venezia, risulta che il cannocchiale usato da Galileo era lungo poco più di mezzo metro e aveva dieci ingrandimenti circa. Nel « *Sidereus Nuncius* », come è stato riportato poco sopra, egli dice esplicitamente che per eseguire le sue osservazioni celesti erano necessari almeno venti ingrandimenti e nell'esporre i progressi fatti nella costruzione del cannocchiale dice di essere arrivato anche a più di trenta.

Ciò sta ad indicare che egli continuava a lavorare per migliorare la costruzione dello strumento, ossia la lavorazione delle lenti. A questo proposito egli non scrive nulla di esplicito, anche perchè non aveva, e non poteva avere, nessuna direttiva per migliorare questa produzione; e non amava dichiararlo, evidentemente. Però che in realtà egli ideava e adottava procedimenti nuovi di lavorazione risulta da una lettera da lui scritta circa un anno più tardi, il 1^o ottobre 1610, a Giuliano de' Medici, che si trovava in Praga, in qualità di Ambasciatore del Granducato di Toscana presso l'Imperatore.

Perchè cominciò ben presto una richiesta di cannocchiali buoni a Galileo, come al solo che li sapesse fare tali, da parte

di numerosi appassionati, che oggi si direbbero astrofili. Anche la lettera del Gualtierotti, di cui poco sopra abbiamo riportato il giudizio circa gli strumenti fatti dai « malandrini » di Firenze, coi quali strumenti non riusciva a vedere niente di più di quello che vedeva ad occhio nudo, era stata scritta a Galileo proprio per domandargli un obbiettivo buono.

E anche all'estero, la situazione era identica. Tanto per citare uno dei numerosi documenti che permettono di valutare questa situazione, riportiamo questo brano di una lettera scritta dallo stesso Giuliano de' Medici a Galileo, in data 19 aprile 1610: « ... E del libro mandatomi (il « Sidereus Nuncius ») non ho mancato di farne parte al Sig.^r Gleppero (Keplero), il quale, doppo haverlo visto, m'ha referto piacergli grandemente, ma che gli occhiali di qua non arrivano a quella perfettione che è bisogno per goderlo e vederne l'effetto: però è necessario che V.S. ne mandi uno de' suoi acciò che si possi anco far gustare a S. M.^{tà}, la qual con gran contento ha sentito l'avviso di V.S. Però potrà far gratia d'involtarne uno e mandarlo a Venezia al Sig.^r Asdrubale da Montauto, se vi sarà ritornato ancora; se non, al Bartoli, suo servitore, che supplisce in difetto suo: che haranno l'ordine d'inviarmelo... ».

Non vi è dubbio che si tratta di una notizia genuina, indipendente da ogni eventuale preferenza di Giuliano dei Medici per i prodotti italiani, perchè dice addirittura che voleva far fare le osservazioni all'Imperatore e se vi fossero stati cannocchiali buoni sul posto, certamente l'Imperatore non avrebbe avuto bisogno di aspettare quello di Galileo per ripetere le osservazioni descritte nel « Sidereus Nuncius ».

Però Galileo non potè accontentare subito l'Ambasciatore a Praga, perchè nel frattempo si era trasferito a Firenze e non aveva possibilità di lavorare. Così il 1^o ottobre gli scrive una lettera, che appunto contiene delle informazioni preziose: « ... Io non sono ancora accomodato di casa, nè sarò sino a Ognissanti, conforme alla consuetudine di Firenze; però non ho potuto far accomodare miei artifizii da lavorar li occhiali,

delli quali artifizii parte vanno murati, nè si possono trasportare; però non si meravigli V.S. Ill.ma se tarderò ancora a mandargli il suo; ma procurerò bene che la dimora sia compensata con l'eccellenza dello strumento. Mi necessita ancora a indugiare il lavoro il mancamento del vetro, del quale fra quattro giorni M. Niccolò Sisti ne deve, di commissione del G.D., mettere una padella in fornace, et mi promette di fare cosa purissima et eccellente per tali artifizii... ».

Balza fuori da queste poche parole la nuova tecnica instaurata da Galileo per fare lenti da cannocchiali migliori di quelle costruite dagli occhialai: vetro « purissimo et eccellente », cioè materia prima particolarmente curata (pur non sapendo bene che cosa si doveva ricercare in tal vetro, perchè servisse bene allo scopo) e « artifizii » speciali per lavorare le superfici, dei quali alcuni erano addirittura murati e non si potevano trasportare in uno sgombero di casa. Di tutto questo la tecnica degli occhialai non aveva mai sentito parlare.

Ma torniamo alla presentazione del cannocchiale che Galileo fece a Venezia alla fine dell'agosto del 1609.

Galileo mise il segreto a disposizione della Serenissima, e il Senato lo compensò lautamente, portandogli lo stipendio annuo da meno di 500 fiorini che era, a 1000 e confermandogli la cattedra a vita.

Pareva che la gloria e il benessere coronassero l'opera indefessa di Galileo nel perfezionare il cannocchiale e la sua fede incrollabile nella grande utilità dello strumento.

La lettera del 24 Agosto 1609, essendo il primo documento scritto, in cui viene affermata così solennemente la grande utilità del cannocchiale, e la piena fiducia nel suo funzionamento, ha una importanza storica enorme. La sua data si deve considerare la data di nascita della scienza moderna.

Il Porta era stato il primo, nel 1589, a dichiarare per iscritto che le lenti erano « necessarie agli usi della vita »; Galileo è stato il primo a dichiarare per iscritto che il cannocchiale era uno strumento « di giovamento inestimabile ». Con queste due

dichiarazioni aveva inizio una scienza nuova che doveva seppellire definitivamente, fino a farne perdere il ricordo, una scienza antica di oltre duemila anni, che aveva condannato come « fallacie » le lenti e il cannocchiale.

* * *

Prima dell'intervento di Galileo, la situazione del cannocchiale era stata così riassunta: costruito male dagli occhialai, disprezzato dal pubblico, condannato dagli scienziati.

A pochi mesi di distanza dall'intervento di Galileo, già si nota un cambiamento radicale: il cannocchiale è costruito bene da Galileo, ed è ammirato dal pubblico. Resta da esaminare il terzo punto: la condanna da parte della scienza del tempo. Non bisogna farsi delle illusioni in proposito: questo doveva essere l'ostacolo più duro. Sarà la parte più suggestiva della nostra storia, quella che ora ci mostrerà Galileo lottare come un leone contro la formidabile compagine dei peripatetici e dei matematici di tutto il mondo, asserragliata come in una fortezza dietro l'autorità e il prestigio di una scienza bimillenaria, sostenuta anche dall'autorità politica.

Soltanto un uomo di grande talento, come Galileo, di carattere forte, e assolutamente convinto di essere dalla parte della ragione poteva intraprendere e sostenere inflessibilmente una lotta di quelle proporzioni.

Cominciò nell'autunno del 1609 e continuò in tutti gli anni successivi, per molti decenni, anche dopo la morte di Galileo. Si trattò di un rivolgimento così profondo, che richiese alcune generazioni, per giungere al compimento. Però già prima della fine del 1610, l'esito della lotta era già segnato.

Ciò che avvenne in quell'anno è stato ricostruito con molti particolari; anche se nuovi elementi col tempo si vengono ad aggiungere a quelli noti, per perfezionarne l'inquadratura, nelle linee essenziali il quadro è completo. Ed è veramente affascinante. In questa sede, per omogeneità col carattere riassuntivo

delle notizie precedenti, ci limiteremo alle fasi salienti della grande lotta e alle ripercussioni principali, per opera dei protagonisti più in vista. Ciò servirà anche a dare una visione più sintetica e più evidente del decorso degli avvenimenti.

Una volta in possesso di uno strumento di qualità eccezionali, Galileo lo rivolse al cielo. Anche se nella lettera del 24 agosto 1609 egli aveva parlato soltanto di applicazioni militari, non era in quel campo che egli intendeva valersi delle meravigliose possibilità del nuovo « occhiale »: a lui interessava il cielo; si era dedicato al perfezionamento del cannocchiale speranzoso di trarne informazioni preziose per il grande problema di attualità: la questione tolemaico-copernicana.

Si noti che, contrariamente a quanto si usa affermare da tante parti, Galileo non fu il primo a rivolgere il cannocchiale al cielo. In un « avviso » olandese che porta la data del 10 Settembre 1608 e che è il primo documento stampato in cui si parla del cannocchiale, si danno dei particolari circa la sua presentazione al Principe Maurizio di Nassau e infine si legge: « ...; i suddetti occhiali servono bene negli assedi e in occasioni simili, perchè da una lunga distanza e più uno può notare distintamente tutte le cose come se esse fossero vicinissime a noi; e anche le stelle che ordinariamente non appaiono alla nostra vista e ai nostri occhi per la loro piccolezza e per la debolezza della nostra vista si possono vedere per mezzo di questo strumento ». Tuttavia questa osservazione è rimasta senza seguito e se ne è perduta ogni traccia. Perchè non basta guardare e vedere: bisogna saper dare un valore a quello che si vede e ciò dipende dalla mentalità e dalla preparazione culturale dello osservatore.

Proprio per questa ragione il decorso della storia del cannocchiale è cambiato decisamente da quando Galileo, cioè un uomo di scienza e per di più un uomo di grande levatura si è interessato dello strumento e lo ha usato per i suoi interessi.

Fin dalle prime osservazioni celesti Galileo fa delle scoperte sensazionali: comincia con le osservazioni sulla Luna e ne vede

la struttura montagnosa della superficie; osserva le stelle fisse, le nebulose e in particolare la Via Lattea e scopre un numero fantastico di stelle nuove, mai viste da nessuno; non solo, ma osserva anche che delle zone luminose del cielo, dall'apparenza di nubi chiare, in realtà erano delle moltitudini di stelle, che a occhio nudo non si potevano vedere distinte.

È il caso di dire che l'entusiasmo di Galileo sale alle stelle. Ormai ha la certezza di aver in mano una potenza formidabile di osservazione e anche di essere il solo, di tutto l'ambiente scientifico e filosofico, a conoscere questa potenza e ad averci fiducia. Perciò si dedica alle osservazioni celesti con tutte le sue possibilità.

Il 7 gennaio 1610, avendo messo in opera un cannocchiale più potente di quelli adoperati fino ad allora, osserva Giove e lo vede « accompagnato da tre stelle fisse » allineate col pianeta; stelle che non aveva mai notato nelle osservazioni precedenti, perchè i cannocchiali allora adoperati non riuscivano a farle vedere. Galileo rimane colpito dal fatto che la linea su cui si trovano i quattro corpi celesti è proprio parallela all'Eclittica.

La sera dopo appena possibile torna ad osservare Giove e vede che le stelline hanno cambiato posizione. Il caso acquista ora un'importanza enorme: esistono dunque altre stelle non fisse? Galileo attende impaziente la sera del 9, ma le nubi gli impediscono le osservazioni; ma nella sera del 10 le osservazioni gli confermano che le nuove stelline si muovono vicino a Giove. L'entusiasmo di Galileo non ha più limiti: ogni sera attende impaziente il tramonto del Sole per poter riprendere le osservazioni delle nuove stelle: la sera del 13 il loro numero sale a quattro.

Galileo aveva scoperto i satelliti di Giove. Era una scoperta di una portata incalcolabile. Oggi non è facile rendersene conto, perchè la presenza dei satelliti dei pianeti del sistema solare non costituisce più un fatto nuovo e soprattutto non costituisce un fatto importante. È raro trovare, fuori dell'ambiente degli astronomi professionisti, chi sappia quanti satelliti hanno i sin-

goli pianeti. Ma il caso era profondamente diverso nel 1610. L'astronomia di allora era basata su alcuni dogmi, frutto degli studi di maestri famosi, da millenni; uno di questi dogmi era che in cielo vi potessero essere e vi fossero effettivamente soltanto sette corpi mobili. Il trovarne altri quattro demoliva questo dogma e inferiva un colpo mortale all'autorità dei maestri. Dalla nuova scoperta subivano ripercussioni disastrose anche l'astrologia e perfino la medicina dell'epoca.

Galileo si rende conto di tutto ciò e sa anche quali reazioni velenose e violente si avranno da parte dell'ambiente dominante nelle Università di tutto il mondo. Sa anche quale è l'opinione unanime dell'ambiente stesso, circa il valore del cannocchiale e prevede l'attacco che verrà sferrato contro le sue scoperte: esse non possono aver valore perchè fatte mediante il cannocchiale e soltanto mediante il cannocchiale, strumento notoriamente indegno di fiducia. Ma Galileo ha fede nel cannocchiale e nella verità delle sue osservazioni e si prepara alla lotta.

Continuando le osservazioni di notte, non tralascia di costruire ancora nuovi cannocchiali. Non si sa quando mangiasse o dormisse. Continuava a fare osservazioni per definire sempre meglio i moti dei satelliti e anche per confermare la sua fede nelle osservazioni, cioè per assicurarsi che non vi erano cause di errore o inganni da parte dello strumento; continuava a costruire cannocchiali, perchè già pensava di utilizzarli per una dimostrazione organica delle scoperte celesti fatte. Perchè egli sapeva bene che soltanto coi cannocchiali fatti da lui stesso si potevano vedere le cose nuove sul cielo e pertanto si proponeva di metterne insieme tanti da poterli mandare a tutti coloro che avessero voluto ripetere le osservazioni, in modo da convincersene.

Ma egli sapeva anche che vi era un ostacolo più grave: la prevenzione che non ammette prova e discussione. Egli sapeva, cioè, che la maggior parte dei filosofi e dei matematici non avrebbe voluto metter l'occhio al cannocchiale, perchè a priori

diffidava di quello che vi vedeva; e se anche vi era qualcuno che avesse accettato di guardarvi, lo avrebbe fatto con l'intenzione di dimostrare che si trattava di inganni e di apparenze fallaci, che in alcun modo potevano esser prese come argomenti atti a dimostrare l'errore della scienza antica. Questa barriera di diffidenza e di scetticismo, avvalorata da dimostrazioni ripetute e confermate da secoli dalle più alte autorità in fatto di ottica, costituiva il più grande ostacolo che bisognava superare e demolire.

Fare dei cannocchiali buoni e metterli a disposizione di chi accettava di adoperarli è stato il primo provvedimento di Galileo, nell'azione che si proponeva di sviluppare. Passò quindi ad una azione di propaganda, scrivendo il « *Sidereus Nuncius* » e dandolo subito alle stampe. Il 13 marzo 1610 uscì la prima copia « ancora bagnata » e conteneva tutte le osservazioni fatte sui satelliti di Giove, fino alla fine di febbraio. In questo meraviglioso libretto Galileo fa la storia del come ebbe notizia del cannocchiale, come lo perfezionò, dà le istruzioni per eseguire le nuove osservazioni: i brani in proposito sono riportati nelle pagine precedenti, almeno per i passi più salienti. Segue poi la descrizione delle osservazioni fatte, specialmente di quelle che costituivano autentiche scoperte.

Ma Galileo sapeva che questo non bastava. E organizzò un abile piano propagandistico, chiedendo la collaborazione del Granduca di Toscana. Cominciò con offrirgli di dare ai nuovi satelliti il nome dei Medici. Siccome allora il Granduca si chiamava Cosimo, Galileo propose di chiamare « *Cosmici* » o « *Medicei* » i satelliti scoperti. L'offerta fu molto gradita dal Granduca, che, per evitare che il nome di « *Cosmici* » desse luogo ad equivoci, preferì che i nuovi satelliti si chiamassero « *Pianeti Medicei* ». Il gesto di Galileo poteva sembrare una cortigianeria, ma aveva ben altri fini. Egli già pensava di lasciare Padova per passare a Firenze al servizio diretto del Granduca, posizione che per lui avrebbe avuto molti vantaggi, non solo economici, ma anche morali e sentimentali: egli sarebbe

così tornato in Firenze, in una posizione di alto prestigio e di grande autorità, libero da obblighi di insegnamento e quindi in condizioni di dedicarsi completamente alle indagini e alle speculazioni scientifiche e per giunta a fianco di un regnante molto interessato negli studi e nella cultura scientifica.

Il dono del nome dei « Pianeti Medicei » facilitava certamente la conclusione degli accordi, che già erano allo studio; ma appunto per questo il gesto di Galileo assumeva un carattere ben diverso: se i « Pianeti Medicei » fossero stati una illusione, un inganno creato dai vetri del cannocchiale, come sostenevano i dotti del tempo, e non una realtà astronomica, l'aver dato loro il nome del Padrone avrebbe costituito una beffa feroce e per giunta clamorosa, perchè avrebbe fatto apparire il Granduca come un ingenuo ignorante di fronte a tutto il ceto colto. Ciò avrebbe voluto dire la morte civile di Galileo, la distruzione del suo avvenire; perchè allora coi Medici non si scherzava.

Galileo, dunque, offrendo ai Medici il nome dei nuovi pianeti, intendeva compiere un gesto clamoroso, come un pubblico giuramento: egli puntava tutto il suo avvenire sulla realtà delle sue scoperte.

Egli spinse anche oltre le sue richieste di collaborazione, al Granduca Cosimo. Bisognava obbligare gli astronomi a guardare nel cannocchiale; finchè essi rimanevano lontani dall'oculare, barricati dietro le prevenzioni teoriche circa l'illusione e l'inganno delle immagini viste nel cannocchiale, non vi era speranza di poterli convincere a cambiare idea; ma se cominciavano ad osservare, avrebbero potuto anche cominciare a dubitare delle loro convinzioni e vi era anche la possibilità che si convertissero alla nuova fede. Bisognava dunque convincerli, o meglio obbligarli, a guardare nel cannocchiale.

In questo intento Galileo organizzò delle dimostrazioni pubbliche: offrendo al Granduca Cosimo di venire a Firenze per mostrargli personalmente il nuovo strumento e anche di farglielo adoperare direttamente sul cielo, egli ne trasse occasione di fare una dimostrazione all'Università di Bologna, nel passaggio

che vi fece per recarsi a Firenze, e una volta giunto in questa città, si recò anche a Pisa, sempre sotto la protezione e gli auspici del Granduca, cosicchè i cattedratici di quella Università non si poterono rifiutare di prender parte alle dimostrazioni di Galileo. Più tardi si recò anche a Roma.

Infine Galileo chiese ed ottenne dal Granduca un'altra forma di intervento a suo favore. Come si è detto, egli voleva inviare i cannocchiali buoni, da lui stesso costruiti, e come tali soli al mondo a far vedere le nuove scoperte celesti, a regnanti e ad autorità di alto livello. Non che egli contasse sulla comprensione tecnica di questi personaggi, ma sapeva che ciascuno di essi aveva un consulente scientifico, un « Matematico » al proprio servizio, e se avesse preso interesse allo strumento, avrebbe chiesto un giudizio o un parere al suo consulente.

Galileo non aveva una veste diplomatica tale da potersi prendere la libertà di inviare direttamente agli alti personaggi il dono del proprio cannocchiale, e se anche lo avesse fatto, vi era troppa probabilità che il dono venisse messo in un archivio e seguito soltanto da un biglietto di ringraziamento. Ben diverso sarebbe stato il caso se il dono fosse stato mandato dal Granduca: il ricevente intanto prendeva più sul serio l'oggetto e si sentiva obbligato a considerarlo a fondo per scriverne o per parlarne direttamente col Granduca stesso. L'intervento del Granduca costituiva al tempo stesso una introduzione autorevole e anche un avallo.

Vale la pena, a questo proposito, di riportare un brano di una lettera che Galileo inviò al cancelliere Belisario Vinta (con cui egli evidentemente comunicava) in data 19 marzo 1610, cioè una settimana dopo che gli aveva mandata una copia del « Sidereus Nuncius » ancora bagnata e scucita. Di questa lettera si ha una minuta e la copia effettivamente spedita; presentano alcune differenze, interessanti, ma non è il caso ora di entrare in particolari così fini. Nella copia definitiva, dopo aver annunciato la spedizione di « un cannocchiale assai buono » contemporaneamente alla copia del « Sidereus Nuncius », ne

promette uno migliore e accenna alle istruzioni per l'uso (che invia in una lettera a parte, diretta al Segretario Particolare del Granduca, Enea Piccolomini d'Aragona). Dopo aver parlato del suo prossimo viaggio a Firenze, si scusa se la veste tipografica non è stata tanto lussuosa, data la necessità di far presto; accenna allo straordinario successo della pubblicazione (550 copie stampate erano già esaurite) e alla necessità di farne una ristampa o addirittura una nuova edizione in toscano. Dopo alcuni complimenti, segue il brano che ora più c'interessa: « ...Parmi necessario, oltre alle altre circospezioni, per mantenere ed augumentare il grido di questi scoprimenti, il fare che con l'effetto stesso sia veduta et riconosciuta la verità da più persone che sia possibile: il che ho fatto et vo facendo in Venezia et in Padova. Ma perchè gli occhiali esquisitissimi et atti a mostrar tutte le osservazioni sono molto rari, et io, tra più di 60 fatti con grande spesa et fatica, non ne ho potuti elegger se non piccolissimo numero, però questi pochi havevo disegnato di mandarli a gran principi, et in particolare a i parenti del S.G.D.: et di già me ne hanno fatti domandare i Ser.^{mi} D. di Baviera et Elettore di Colonia, et anco l'Ill.^{mo} et Rev.^{mo} S. Card. Dal Monte; a i quali quanto prima gli manderò insieme col trattato. Il mio desiderio sarebbe di mandarne ancora in Francia, Spagna, Polonia, Austria, Mantova, Modena, Urbino, et dove più piacesse a S.A.S.; ma senza un poco di appoggio et favore di costà non saprei come incaminarli, non mi venendo massime domandati: et senza strumenti esquisiti non si possono vedere le cose più importanti, et questi, se non escono da me, non credo che sin hora possino haverli da altra banda; perchè, havendo io fatto vedere di questi miei pochi occhiali a diversi Signori oltramontani, li quali ne hanno veduti assai in Alemagna, Fiandra et Francia, sono restati stupiti, et affermano, li altri veduti da loro essere bagattelle in proporzione di questi. Però anco sopra questo particolare desidero l'aiuto et il favore di V.S. Ill.^{ma}: la quale doverà scusarmi delle tante molestie, considerando che il mio fine non tende ad altro

che al mantenimento di questa grande impresa, concernente al Ser.^{mo} nostro Signore, per la quale ho passate la maggior parte delle notti di questo inverno più al sereno et al scoperto, che in camera o al fuoco... ».

La minuta di questa lettera, assai diversa, come si è già detto, è ancora più esplicita circa le intenzioni di Galileo; egli l'attenuò un po', per non scoprirsi troppo; ma in sostanza è chiaro che egli chiedeva l'intervento del Granduca per avallare le sue scoperte, cioè per metterle sul piano delle novità di grande importanza, cominciando così a neutralizzare in partenza il giudizio negativo che sarebbe stato espresso indubbiamente da tutte le autorità accademiche. Egli voleva dunque per questa via evitare la reazione più pericolosa che gli ambienti chiusi possono adottare a danno delle innovazioni più rivoluzionarie e più sgradite: la congiura del silenzio, che in partenza toglie valore alle novità e le fa languire e morire per esaurimento.

Questa tattica, per esempio, in quel periodo fu applicata proprio contro la nuova ottica del Keplero.

La risposta del Vinta fu molto affettuosa e, naturalmente, positiva; ma quale fosse la situazione è dimostrato da un'altra lettera di pochi giorni dopo, dal 27 marzo, da Pisa; lettera che dimostra che la situazione era proprio quella che Galileo aveva previsto e che stava affrontando molto abilmente. A Pisa si trovava allora il Granduca Cosimo, e il suo Segretario particolare Piccolomini ricevè là le istruzioni che Galileo gli aveva mandato, come si è detto sopra, circa l'uso del cannocchiale. Così gli risponde: « Hier sera ricevvi la lettera di V.S. delli 19 del presente, quale lessi a S.A., volendo ella sentire gl'avvenimenti che si devono usare in adoperare il nuovo occhiale, quale non è ancora comparso qua, ma si spetta d'ora in ora, credendosi sia restato a Firenze; e S.A. mostra haverne gran desiderio, sperando di vedere un nuovo miracolo, a confusione di quelli che stanno ostinati in non voler credere quelle cose che V.S. afferma di haver viste e di voler far vedere a qualsivoglia. E poichè la dà piena facultà che questo si mostri, si

farà vedere a tutti quelli che fanno professione d'intender qualcosa, acciò credino alla propria vista, se però non saranno abbagliati dall'ostinazione ».

La tempesta si avvicina. Voci circa le scoperte galileiane sul cielo si erano già diffuse da tempo e già si segnala uno scambio di corrispondenza fra molti matematici, per consultarsi e per perfezionare le informazioni; naturalmente la comparsa del « Sidereus Nuncius » tolse ogni dubbio e ogni perplessità e sollevò una reazione compatta, violenta e quanto mai velenosa. Un cospicuo gruppo di lettere pubblicate nei Voll. X e XI dell'Edizione Nazionale delle Opere di Galileo costituisce una documentazione ricca e inoppugnabile dell'opposizione che tutto l'ambiente colto dichiarò al cannocchiale senza mezzi termini, e senza riserve.

Senza entrare in molti particolari, che ci porterebbero troppo lontano, esporremo ora le linee generali dell'opposizione e il comportamento dei personaggi che o per importanza o per fanatismo si portarono nelle prime file di questa grossa battaglia. Il fondo dell'opposizione era filosofico e tecnico, ma, naturalmente vi si aggiunse anche una buona dose di invidia e di malanimo, che non manca mai nelle cose umane, specialmente quando vi è qualcuno che riceve onori e gloria e anche ricchezza.

L'opinione generale era che Galileo avesse lanciato il cannocchiale per interesse personale, come del resto era stato dimostrato dal beneficio economico e di carriera che ne aveva ricavato immediatamente dalla Signoria di Venezia; che poi avesse lanciato le scoperte astronomiche o perchè era così ignorante in fatto di ottica che non sapeva quanto illusorio e ingannatore fosse il cannocchiale, o perchè, ben sapendolo, voleva sorprendere la buona fede delle autorità per trarne ulteriori benefici, facendosi grande nome e mettendosi sempre più in vista.

Tutte queste accuse però restavano in privato, nei discorsi e anche nella corrispondenza; non pochi promettevano azioni pubbliche e « scritture », ma poi pensavano che era meglio far cavare la castagna dal fuoco a qualche altro. E siccome nella

opinione di tutti lo specialista ottico più competente era il Keplero, da molte parti fu invitato ad esprimere ufficialmente il suo parere, che, evidentemente, si doveva tradurre nella demolizione definitiva e totale del cannocchiale e quindi anche del valore delle scoperte celesti.

Il Keplero nicchiò a lungo. Egli stesso poi confessò che aveva tentato di farsi un telescopio buono, ma che non vi era riuscito. Prima di pronunziarsi, voleva qualche elemento sperimentale. Finalmente, il 19 aprile del 1610, si decide a inviare a Galileo una lunga lettera, che poi fu pubblicata dall'autore stesso, col titolo « *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* ».

È un documento molto diplomatico, pieno di complimenti di stile secentesco, e anche di frecciate piuttosto dure; ma in sostanza inconcludente. Il Keplero non vuol prendere posizione a favore del cannocchiale e quindi delle scoperte celesti, ma non se la sente neppure di impegnarsi a fondo contro. L'analisi di questo documento sarebbe molto interessante, perchè porta degli elementi precisi che definiscono la situazione dal punto di vista tecnico e anche filosofico; ma per non entrare in troppi particolari, come ci siamo proposti, ci limitiamo a rilevare che quando fu resa di pubblica ragione, contentò e scontentò tutti. Cioè lasciò le cose al punto a cui le aveva trovate.

Tuttavia una nota è così interessante che non si può passare sotto silenzio: a un certo punto, dopo aver fatto delle riserve circa l'invenzione del cannocchiale, dice che con questo non vuol diminuire il merito dell'inventore, perchè sa bene quanta differenza passa « *inter rationales conjecturas, et ocularem experientiam* », cioè tra le ipotesi razionali e l'esperienza oculare; « *inter Ptolomei disputationem de Antipodibus, et Columbi detectionem novi orbis* » cioè tra le discussioni di Tolomeo sugli Antipodi e la scoperta del nuovo mondo da parte di Colombo; « *adeoque et inter ipsos vulgo circumlatos tubos bilentes, et inter tuam, Galilaeae, machinam, qua coelum ipsum terebrasti* », e così tra i tubi bilenti circolanti fra la gente qua-

lunque e la tua macchina, o Galileo, con la quale hai perforato il cielo.

Frase secentesca quanto si vuole, questa, ma che dimostra che il Keplero aveva compreso bene la differenza profonda tra il cannocchiale degli occhialai e quello di Galileo.

Il Keplero era allora a Praga nella veste di « Matematico » dell'Imperatore. Nell'agosto del 1610 gli pervenne un cannocchiale di Galileo, per la via dell'Elettore di Colonia, secondo il piano organizzato da Galileo stesso, come si è detto sopra. Il Keplero lo sottopose a un esame durissimo, in collaborazione con altri osservatori, proprio come avrebbe fatto uno che voleva fare di tutto per emettere un verdetto negativo. Dopo una diecina di nottate di osservazioni, il Keplero conclude la sua prova affermando piena fiducia nel cannocchiale. Le prove fatte sono descritte in una relazione, che fu pubblicata l'11 settembre 1610, col titolo « *Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erroneis, quos Galilaeus Galilaeus Mathematicus Florentinus jure inventionis Medicea Sidera nuncupavit* ». Alla relazione fa seguito un gruppo di epigrammi latini scritti da Tommaso Segget, uno scozzese che aveva studiato a Padova e che ora aveva partecipato alle prove del Keplero col cannocchiale; in uno di questi epigrammi è contenuta la famosa frase di Giuliano l'Apostata morente: « *Vicisti Galilae!* », frase che in questa occasione acquistava un valore del tutto particolare.

Il Keplero fu il primo a convertirsi alla fede galileiana nell'osservazione attraverso il cannocchiale. È interessante notare che questa conversione avvenne più di un anno dopo quella di Galileo. E sì che il Keplero rappresentava allora lo specialista ottico, non solo più competente di tutti gli altri, ma addirittura d'avanguardia; però i suoi studii teorici, nonostante l'enorme valore scientifico che poi hanno dimostrato di possedere, non hanno avuto il potere di infondergli quella fede nell'osservazione diretta e in quella attraverso gli strumenti ottici, che era il substrato filosofico necessario perchè l'ottica iniziasse la via del suo grande e fecondo progresso.

La conversione del Keplero è stata determinante per l'avvenire del cannocchiale; all'opposizione è venuta a mancare la risorsa maggiore su cui faceva affidamento per ridurre al silenzio Galileo e al tempo stesso l'ottica teorica faceva rapidamente dei progressi tali che la ponevano in una posizione di grande prestigio e di grande attualità.

Nello sviluppo della nostra storia ha un interesse particolare il contegno del Porta. Quando si sparse la notizia che Galileo presentava il cannocchiale alla Signoria di Venezia, nella seconda metà dell'agosto 1609, il Marchese Federico Cesi, il mecenate che a Roma da pochi anni aveva fondato l'Accademia dei Lincei e aveva chiamato il Porta a farne parte, gli scrisse una lettera per domandargli il suo parere circa lo strumento. Il Porta coi suoi libri ben noti si era fatto la fama di essere un competente della materia. La risposta si conserva ancora: è in data del 28 agosto ed è meravigliosa: « Del secreto dell'occhiale l'ho visto, et è una coglionaria, et è presa dal mio libro 9 De Refractione, e la scriverò, che volendola far V.E. ne harà pur piacere. È un cannello... » e segue un discorso del solito tipo caratteristico del Porta, ma è interessante che vi sia anche uno schizzo: è questo il primo schema grafico di un cannocchiale.

Questa lettera dimostra in modo inequivocabile che il Porta il cannocchiale non l'aveva mai fatto e tanto meno che intendeva comprenderlo nella famosa ricetta della « Magia » del 1589. La valutazione che fa dello strumento, tipicamente napoletana, dimostra che, nonostante tutta la sua spregiudicatezza, anche il Porta nel cannocchiale non ci credeva e che quindi non l'aveva ancora capito, nonostante che ora l'avesse « visto », cioè ne avesse visto un esemplare di altra provenienza. La citazione che fa del « libro 9 De Refractione » è sbagliata: come si è detto, nel « De Refractione », il libro destinato alle lenti è l'VIII, e in esso di cannocchiali non si parla assolutamente: non viene considerata nessuna combinazione di lenti, neppure quelle accennate vagamente nella « Magia » del 1589; vi si

considerano soltanto lenti semplici. Il Libro IX si occupa di colori e di arcobaleni.

Ma la nota più importante è proprio il contrasto fra la valutazione che il Porta fa del cannocchiale e quella che ne fa Galileo nella famosa lettera del 24 agosto 1609: le due lettere sono state scritte a soli quattro giorni di distanza e una da Napoli e l'altra da Padova, ma fra le due lettere vi è un abisso: l'abisso che si doveva creare tra la scienza antica e quella moderna.

Più tardi il Porta si rese conto che il cannocchiale non era una cosa da prendersi alla leggera e da usarsi per divertimento soltanto. Però non ha mai avanzato rivendicazioni di priorità e ha riconosciuto più o meno a denti stretti che Galileo l'aveva « accomodato » e ne aveva tratto dei risultati straordinari.

Il Keplero e il Porta erano le due persone più vicine a Galileo, in questa storia, in quanto avevano lavorato tutti nella stessa direzione, sia pure con metodi tanto diversi; tutti per altro tendevano a un rinnovamento; tuttavia anche dalla sommaria documentazione che è stata riportata qui sopra traspira una notevole freddezza nei riguardi del cannocchiale, almeno fino al momento della conversione del Keplero. È facile allora immaginare l'atteggiamento di ostilità completa che assunsero nei riguardi di Galileo e delle sue conquiste coloro che erano legati al passato o per mentalità o per formazione culturale o anche per convinzione tecnica; se poi a questa ostilità diciamo, scientifica, si aggiunge l'inevitabile sfogo di invidia e di concorrenza che accompagna e segue ogni successo di un inventore e di uno studioso, è facile immaginare quale ondata di critiche e di contrarietà si rovesciò sopra Galileo.

Lo strano di questa polemica è stato che mentre gli oppositori sfoderavano dimostrazioni ritenute indiscutibili, di natura astronomica, di natura ottica, e anche astrologica e anche politica, da cui risultava in modo evidente che Galileo aveva torto, egli taceva, non accettava battaglia sul terreno tecnico, continuava a costruire cannocchiali e a fare osserva-

zioni sul cielo. Egli procedeva con cautela estrema, perchè un passo falso gli sarebbe costato carissimo e poteva trasformare il decorso della sua azione in un disastro irreparabile. Lo confessava lui stesso, più tardi, nella prima delle sue famose lettere sulle macchie solari a Marco Welser, in Augusta. Lo scritto porta la data del 4 maggio 1612, e riguarda l'osservazione delle macchie solari; però vale la pena di riportarlo a questo punto, perchè serve bene a comprendere la situazione venutasi a creare fra Galileo e l'ambiente che lo circondava. Egli scrive: « ...: ed a me conviene andar tanto più cauto e circospetto, nel pronunziare novità alcuna, che a molti altri, quanto che le cose osservate di nuovo e lontane da i comuni e popolari pareri, le quali, come ben sa V.S., sono tumultuosamente negate e impugnate, mi mettono in necessità di dover ascondere e tacere qual si voglia nuovo concetto, sin che io non ne abbia dimostrazione più che certa e palpabile; perchè da gl'inimici delle novità, il numero de i quali è infinito, ogni errore, ancor che veniale, mi sarebbe ascritto a fallo capitalissimo, già che è invalso l'uso che meglio sia errar con l'universale, che essere singolare nel rettamente discorrere. Aggiugnesi che io mi contento più presto di esser l'ultimo a produrre qualche concetto vero, che prevenire gli altri per dover poi disdirmi nelle cose con maggior fretta e con minor considerazione profferite... ».

Così, secondo questa direttiva, molto saggia ed opportuna, andò molto cauto nel comunicare al mondo la scoperta della struttura di Saturno, fatta ai primi del luglio 1610, e quella delle fasi di Venere, nel novembre dello stesso anno. D'altra parte il numero di coloro che scrutavano il cielo coi cannocchiali, andava crescendo, anche fuori dell'ambiente scientifico, perchè il chiasso intorno a queste meraviglie dilagava anche nelle conversazioni e nelle discussioni del pubblico vario. Per conciliare la fretta necessaria per non perdere la priorità delle scoperte, con la lentezza necessaria alla loro conferma, Galileo ricorse all'impiego di anagrammi.

Osservando Saturno, lo vide « tricornoporeo », come costituito cioè da un globo centrale a cui si appoggiavano, in punti

diametralmente opposti, due globi assai più piccoli. Il caso è molto interessante, perchè ci permette, oggi, di valutare a quale pericolo si esponeva Galileo giurando senza riserve sulla « verità » di ciò che vedeva nel cannocchiale. Perchè oggi sappiamo bene che Saturno non è « tricorporeo », ma è costituito da un globo solo circondato da anelli e da satelliti. È evidente che i due globi laterali visti da Galileo erano proprio una « fallacia » dovuta alla insufficiente potenza del cannocchiale, alle aberrazioni certamente presenti nei cannocchiali fatti con lenti semplici, a qualche residuo difetto di lavorazione, e anche un po' alla prevenzione psicologica di Galileo, che era portato, al limite delle possibilità di osservazione, a vedere globi piuttosto che figure appuntite. Cioè intervenivano proprio i ragionamenti della scienza classica: Galileo era stato ingannato dal cannocchiale e dal senso della vista.

Fortunatamente per Galileo, per il cannocchiale e per il progresso della scienza, in quel momento nessuno era in grado di dimostrare che egli si era sbagliato. Tuttavia egli pensò bene di procedere con cautela e di non comunicare subito al mondo la scoperta fatta. Però mandò subito a Giuliano de' Medici in Praga un anagramma così composto: Smaismrmilmepoetalevmibunenugttaviras; anagramma che il Keplero, avendone avuta comunicazione, tentò di ordinare nella frase:

Salve umbistineum geminatum Martia proles.

Scrisse questa soluzione nella « Narratio » già citata e ne dedusse che probabilmente Galileo aveva scoperto dei satelliti di Marte; ma il 13 novembre dello stesso 1610, Galileo scrisse la vera soluzione a Giuliano de' Medici:

Altissimum planetam tergeminum observavi.

E aggiunse: « Hor ecco trovata la corte a Giove e due servi a questo vecchio, che l'aiutano a camminare nè mai gli si staccano dal fianco. Intorno a gl'altri pianeti non ci è novità alcuna... ».

Contrariamente a quest'ultima affermazione, un mese dopo,

L'11 dicembre 1610, Galileo inviava ancora un anagramma allo stesso Giuliano de' Medici: « Le lettere trasposte sono queste:

Haec immatura a me iam frustra leguntur o y ».

Il segreto circa questo nuovo anagramma doveva durare poco: il 1° gennaio 1611 Galileo scriveva ancora allo stesso Giuliano de' Medici: « È tempo che io deciferi a V.S. III.^{ma} et R.^{ma}, et per lei al S. Keplero, le lettere trasposte, le quali alcune settimane fa gli inviai: è tempo, dico, già che sono interissimamente chiaro della verità del fatto, sì che non ci resta un minimo scrupolo e dubbio.

« Sapranno dunque come, circa 3 mesi fa, vedendosi Venerere vespertina, la cominciai ad osservare diligentemente con l'occhiale, per vedere col senso stesso quello di che non dubitava l'intelletto. La veddi dunque, sul principio, di figura rotonda, pulita et terminata, ma molto piccola: di tal figura si mantenne sino che cominciò ad avvicinarsi alla sua massima digressione, tuttavia andò crescendo in mole. Cominciò poi a mancare dalla rotondità nella sua parte orientale et avversa al sole, et in pochi giorni si ridusse ad essere un mezzo cerchio perfettissimo; et tale si mantenne, senza punto alterarsi, sin che incominciò a ritirarsi verso il sole, allontanandosi dalla tangente. Hora va calando dal mezzo cerchio et si mostra cornicolata, et anderà assottigliandosi sino all'occultazione, riducendosi allora con corna sottilissime; quindi passando ad apparizione mattutina, la vedremo pur falcata et sottilissima et con le corna avverse al sole; anderà poi crescendo sino alla massima digressione, dove sarà semicircolare, et tale, senza alterarsi, si manterrà molti giorni; et poi dal mezzo cerchio passerà presto al tutto fondo, et così rotonda si conserverà poi per molti mesi. Ma è il suo diametro adesso circa cinque volte maggiore di quello che si mostrava nella sua prima apparizione vespertina: dalla quale mirabile esperienza haviamo sensata et certa dimostrazione di due gran questioni, state sin qui dubbie tra' maggiori ingegni del mondo. L'una è, che i pianeti tutti sono di lor natura tenebrosi (accadendo anco a Mercurio

l'istesso che a Venere): l'altra, che Venere necessariamente si volge intorno al sole, come anco Mercurio et tutti li altri pianeti, cosa ben creduta da i Pittagorici, Copernico, Keplero et me, ma non sensatamente provata, come hora in Venere et in Mercurio. Haveranno dunque il sig. Keplero et gli altri copernicani da gloriarsi di havere creduto et filosofato bene, se bene ci è toccato, et ci è per toccare ancora, ad essere riputati da l'universalità de i filosofi *in libris* per poco intendenti et poco meno che stolti. Le parole dunque che mandai trasposte, et che dicevano *Haec immatura a me iam frustra leguntur o y*, ordinate *Cynthiae figuras aemulatur mater amorum*, ciò è che Venere imita le figure della luna... ».

Abbiamo ritenuto opportuno riportare integralmente questa lettera, perchè ne emergono due note interessanti per la nostra storia, indipendentemente dalle notizie relative alle osservazioni su Venere, e alle deduzioni che Galileo ne traeva a favore dell'idea copernicana: una nota è l'affermazione una volta di più, di esser stato considerato « poco meno che stolto » dall'« universalità dei filosofi *in libris* »; l'altra nota è la prudenza con cui Galileo procedeva per evitare smentite e passi falsi. Egli ha sciolto l'anagramma sulla scoperta delle fasi di Venere soltanto quando era « interessantemente chiaro della verità del fatto, sì che non ci resta un minimo scrupolo di dubbio ».

Così egli rispondeva alle critiche e alle accuse degli avversarii. Come è già stato messo in evidenza, egli era così poco ferrato in ottica, che si guardava bene dall'entrare in discussioni di natura tecnica: d'altra parte i fondamenti dell'ottica antica erano così filosofici e dogmatici, che potevano esser discussi soltanto in senso molto lato e sempre opinabile e perciò alle obiezioni degli avversari egli rispondeva con una semplice frase: « Io credo in quello che vedo nel cannocchiale ».

Fra le tante manifestazioni di ostilità dell'ambiente colto delle quali si ha una larga documentazione, due meritano un cenno particolare, perchè si tradussero in pubblicazioni molto diffuse.

Quando Galileo, in occasione della Pasqua del 1610, si recò a Firenze, per presentare il cannocchiale al Granduca Cosimo, fece una sosta a Bologna, ospite di Giovan Antonio Magini, professore di matematica nello Studio di quella città, e vi si trattenne ben due giorni, il 24 e il 25 aprile, per mostrare il cannocchiale in funzione, cioè in osservazioni sul cielo. Galileo sapeva di aver da che fare con un ambiente particolarmente ostile, che fino ad allora aveva condotto una campagna a fondo contro le scoperte celesti. Vi erano numerose ragioni che giustificavano questo comportamento: tra il Magini e Galileo vi era stata un'antica rivalità, perchè si erano trovati rivali nel concorso alla cattedra di Matematica dello Studio di Bologna e il Magini aveva vinto; con ciò il Magini, di dieci anni più anziano di Galileo, ne vedeva di mal'occhio l'affermazione delle scoperte, che avrebbero diminuito molto il proprio prestigio; e infine anche la rivalità in linea di massima tra lo Studio di Padova e quello di Bologna, per ragioni politiche.

Galileo affrontò decisamente la prova, e volle presentare lui stesso le scoperte celesti a numerosi colleghi convenuti in casa del Magini, in quelle due notti d'aprile. Furono delle riunioni memorabili, di cui si ebbero ripercussioni clamorose. Immediatamente il Magini ne dette notizia al Keplero, a Praga e numerose lettere furono scambiate fra coloro che presero parte alle dimostrazioni e colleghi lontani. Secondo queste comunicazioni, il risultato fu un pieno fallimento. Così, in una lettera del 26 maggio del Magini al Keplero, fra l'altro si legge « ... 24, 25 Aprilis mea in domo suo cum perspicillo pernoctavit, novos hos Joviales circumlatores ostendere cupiens; nihil fecit. Nam magis quam 20 viri doctissimi aderant, nemo tamen planetas novos perfecte vidit... ».

Ma le cose non stavano proprio così; queste dichiarazioni erano più frutto dell'invidia e dell'ostilità preconcepita che la relazione sincera del come erano andate le cose. Perchè in casa del Magini viveva, in qualità di assistente, un giovane boemo,

Martino Horky, un po' squinternato e fanatico. Egli pure fu presente alle dimostrazioni di Galileo e anche lui ne scrisse al Keplero, in una lettera del 27 aprile, appena Galileo era partito per Firenze. Fra l'altro vi si legge: « P.S. Ti confiderò il furto che ho fatto. Galileo Galilei, Matematico di Padova, venne da noi a Bologna, e portò quel cannocchiale, attraverso il quale vide i quattro pianeti falsi. Io il 24 e il 25 aprile di giorno e di notte non dormii mai, ma provai questo strumento del Galilei in mille e mille modi, tanto in queste cose inferiori, quanto in quelle superiori. In quelle inferiori fa meraviglie; in cielo fallisce, perchè altre stelle fisse si vedono duplicate. Così ho osservato nella notte seguente col cannocchiale di Galileo una stellina che si vede sopra quella di mezzo delle tre della coda dell'Orsa Maggiore; proprio quattro minutissime stelline vi vidi vicino, come Galileo ha osservato in Giove. Ho come testimoni uomini eccellentissimi e dottori nobilissimi, Antonio Roffeni, Matematico eruditissimo della Accademia Bolognese, e moltissimi altri che insieme con me nella stessa notte del 25 aprile in presenza dello stesso Galileo, osservarono il Presepe; ma tutti confessarono che lo strumento falliva. Ma Galileo tacque, e il 26, giorno della luna, partì triste a mattino avanzato dall'ill.^{mo} Sign. Magini; e non ringraziò neppure per i benefici ricevuti, pieno di infiniti pensieri, perchè aveva venduto delle favole. Il Sign. Magini aveva preparato a Galileo un'accoglienza onorevole, e lauta e delicata. Così il povero Galileo partì col suo cannocchiale da Bologna il 26. Io, finchè restò in Bologna, non ho mai dormito, ma questo strumento ho sempre provato in infiniti modi... ».

Tutti questi signori, anche dopo le prove in presenza di Galileo, continuarono a discuterne, e l'Horky sentì che molti di essi volevano scrivere degli articoli per demolire il cannocchiale; però nessuno si decideva. Allora l'Horky decise di rappresentare lui la parte forte, scrivendo un opuscolo per dimostrare l'inconsistenza delle scoperte galileiane sul cielo. Ma mai autore fu più disgraziato di lui. Il Magini, di cui pure

abbiamo riportato sopra le dichiarazioni inviate al Keplero, lo invitò recisamente a non farne di nulla. L'Horky invece con una scusa si recò a Modena e fece stampare un libello col titolo « Brevissima Peregrinatio contra Nuncium Sidereum ». Il Magini lo seppe, e quando l'Horky tornò a casa sua a Bologna, lo cacciò via su due piedi.

E siccome l'Horky citava a testimonianza del fallimento delle prove del cannocchiale a Bologna Giovan Antonio Roffeni, questi si affrettò a scrivere a Galileo che lui nella questione dell'Horky non c'entrava per niente e gli rifaceva la storia della cacciata da casa del Magini. E il Magini si affrettò a scrivere ad Antonio Santini a Venezia, raccontando la cacciata dell'Horky e spergiurando che lui con quella pubblicazione non ci aveva nulla a che fare.

Però ancora qualche settimana dopo queste lettere del Magini e del Roffeni, Galileo riceveva notizia da un amico di Praga, un certo Hastal, che viveva alla Corte dell'Imperatore Rodolfo II, che continuavano ad arrivare dal Magini notizie negative sulle prove fatte a Bologna col cannocchiale. Interessante è l'ultimo brano di una lettera di questo Hastal in data 12 luglio 1610: « ... Il povero Cheplero non poteva più resistere a queste opposizioni, che le venivano fatte con le lettere di Bologna, con le quali pretendevano che V.S. fosse partita da Bologna confusa et convinta, contando già il trionfo costoro, come che appoggiati in una sententia diffinitiva della Università di Bologna.

« S. M.tà Cesarea è stata cagione, che il progresso fatto dagli avversari sia andato calando, perchè S. M.tà si chiama contentissima et sodisfattissima... ».

È veramente notevole che l'Imperatore abbia preso le difese di Galileo contro l'opinione generale di tutti i dotti della Corte!

A parte la condotta subdola ed equivoca dei colleghi di Galileo, a Bologna, anche se avessero avuto la piena convinzione di essere dalla parte della ragione, dovevano in ogni modo

sconfessare la « Peregrinatio » dell'Horky perchè si trattava di un libello indegno, volgare, sconclusionato, pieno di insulsaggini e di contraddizioni. In fondo, finiva con l'essere più favorevole a Galileo che nefasto: perchè dimostrava che gli argomenti a cui gli avversari ricorrevano e che l'Horky riferiva per averli sentiti esporre come decisivi nei colloqui dopo le osservazioni, in definitiva erano straordinariamente deboli.

La « Brevissima Peregrinatio » comparve con l'imprimatur in data 18 giugno 1610. Ma nel frattempo l'azione demolitrice dell'ambiente universitario e filosofico era stata così tenace che aveva raggiunto anche il Granduca Cosimo, che pure aveva dimostrato tanta simpatica ammirazione per Galileo e tanta fiducia nelle sue scoperte. Il Granduca in un primo tempo aveva deciso di far collocare in anticamera nn emblema raffigurante i Pianeti Medicei; ma poi, evidentemente preoccupato per la campagna ostile che dilagava da ogni parte, ritornò sulla sua decisione e fece togliere l'emblema. Galileo lo seppe il 5 giugno da una comunicazione, sia pure in forma molto diplomatica, da parte di Vincenzo Giugni, gentiluomo di corte. Il caso volle che lo stesso giorno il Vinta comunicava a Galileo, ancora a Padova, la deliberazione granducale di chiamarlo definitivamente a Firenze, con lo stesso lauto stipendio che aveva a Padova, ma senza l'obbligo di tener lezione. Questa seconda notizia gli fece certo molto piacere, ma la prima gli seccò tremendamente e il 25 giugno replicò allo stesso Giugni con una lettera che è un vero capolavoro: una di quelle lettere meravigliose di cui Galileo era maestro, nella quale fra l'altro è detto: « ...tuttavia mi farà grazia di soggiungergli (al Granduca) che quello che ha scoperto i nuovi pianeti è Galileo Galilei, suo fedelissimo vassallo, al quale bastava, per accertarsi della verità di questo fatto, l'osservazione di 3 sere solamente, non che di cinque mesi, come ha fatto continuamente, et che lasci ogni titubazione o ombra di dubbio, perchè allora resteranno questi di essere veri pianeti, quando il sole non sarà più sole; ... ».

E anche a Venezia la campagna ostile era arrivata al punto

di convincere la Signoria che Galileo l'aveva sorpresa nella sua buona fede: è ancora il Bartoli che ne dà notizia a Firenze nei suoi rapporti settimanali.

Il caso della « Peregrinatio » si può considerare più come un'esplosione della bile dei colleghi di Galileo, che una seria controffensiva intesa a demolire il cannocchiale; ma ben diverso fu il caso della « Dianoia astronomica, ottica, fisica » che appena un paio di mesi più tardi fu data alle stampe dal Cav. Francesco Sizi, fiorentino. Come l'Autore stesso dichiara apertamente nella prefazione egli vuol fare una discussione seria e scientifica per giungere a dimostrare che i satelliti di Giove non esistono, ma sono un inganno dovuto al meccanismo di funzionamento del cannocchiale, e si propone dunque di esaminare nei particolari questo meccanismo, per dimostrare in quali fenomeni si trova la causa delle apparenze che possono esser scambiate per corpi reali, se uno le prende senza le dovute cautele.

È un volumetto un po' disordinato, come l'autore riconosce, ma prezioso. È un vero specchio della situazione scientifica del tempo: in quelle pagine si trova la spiegazione dell'atteggiamento di tutto l'ambiente colto contro il cannocchiale.

La « Dianoia », che fra l'altro è riprodotta anche nell'Edizione Nazionale delle Opere di Galileo (Vol. III), è stata giudicata da coloro che l'hanno scorsa, un libro insulso e stupido, e quindi indegno di considerazione. È questa una valutazione troppo semplicista: tutta la scienza antica può esser valutata come una stupidaggine e un cumulo di errori; ma anche senza andar tanto lontano, basta leggere un libro di fisica di cinquant'anni fa per esser portati a sorridere di fronte alle ingenuità che vi troviamo scritte. La « Dianoia » del Sizi è un documento del più alto valore filosofico e storico, perchè descrive una battaglia campale, decisiva, fra uno schieramento scientifico costituito da tutti i filosofi e gli scienziati di duemila anni e una novità rivoluzionaria e demolitrice. Il libro termina con la dichiarazione di vittoria della scienza antica, come è ben evi-

dente, chè altrimenti non sarebbe stato pubblicato; ma la realtà è stata ben diversa, come lo dimostra il fatto che oggi chi legge quel libro lo giudica un cumulo di sciocchezze e di assurdità.

Comprendere a fondo i ragionamenti contenuti nella « Dianoia » non è facile: richiede uno sforzo notevole per liberarsi della mentalità di oggi e per riportarsi a quella medioevale, di cui abbiamo tracciato un quadro riassuntivo nelle prime pagine di questa storia; occorre inoltre informarsi accuratamente sul significato dei termini, che spesso è ben diverso da quello che oggi si usa attribuirgli; perciò chi la legge senza la preparazione necessaria è portato involontariamente a sottovalutare la portata di un gruppo di ragionamenti straordinariamente sottili e addirittura sorprendenti per la loro logica e al loro tempo discussi e approvati e anche insegnati nelle alte sfere della cultura.

Appunto per mettere meglio in evidenza questo modo di ragionare, coi suoi pregi e coi suoi difetti, la « Dianoia » è stata recentemente tradotta in italiano e pubblicata con una presentazione adeguata.

La « Dianoia » è uscita nella prima metà dell'agosto 1610, e neanche un mese dopo il Keplero annunciava la sua conversione alla nuova fede e dichiarava Galileo vincitore della grande battaglia. Della conversione del Keplero si ebbe una ripercussione immediata, di grande portata, a cui abbiamo fatto allusione già poco sopra, quando si è parlato della sua « Narratio »: con la mente ora aperta verso la grande novità del cannocchiale, egli riprende i principii della nuova ottica, esposti nei « Paralipomena ad Vitellionem » del 1604 e li applica alla costruzione della teoria delle lenti. In pochissimi giorni scrive un altro libretto, anche questo meraviglioso come il precedente, di cui costituisce come il complemento, e lo dà immediatamente alle stampe, col titolo « Dioptrice ». Comparve nei primi mesi del 1611. Vi si trova la teoria delle lenti, sostanzialmente come quella che ancor oggi si fa nell'ottica

detta geometrica; vi si trova la teoria del cannocchiale a oculare divergente e vi si trova anche la previsione del cannocchiale a oculare convergente, oggi detto anche astronomico o kepleriano.

Ora che veramente il Keplero ha seguito un ragionamento in base a una teoria fondata su principi generali, è arrivato a prevedere il cannocchiale a oculare convergente, come il tipo teoricamente più razionale e più immediato. La sua previsione ora è stata soltanto teorica, fino al punto che il Keplero non l'ha mai costruito. Il primo modello è stato costruito dal P. Cristoforo Scheiner, molti anni più tardi. Nella « Dioptrice » la teoria del Keplero arriva a prevedere quello che oggi si chiama teleobiettivo; perchè ora veramente i ragionamenti sono fatti in base a una « teoria delle rifrazioni », e non si parla di teoria per darsi delle arie, come avevano fatto i predecessori, che avevano messo insieme i loro strumenti per via del tutto diversa da quella teorica.

Il Keplero si rende conto chiaramente della portata della sua teoria. Sul finire del 1610, egli scrive a Galileo: « Ti rendo noto che nel passato agosto e settembre ho scritto la « Diottrica », che consta di 149 proposizioni e assiomi promiscuamente numerati. L'ho consegnata all'Elettore di Colonia. Il lavoro nel definire le cause è stato forte, ma non minore tuttavia è stato il piacere di trovarle di quello che puoi aver provato tu nello scoprire i Pianeti Medicei o la figura di Saturno. Mi adopero perchè ne vengano stampati alcuni esemplari; se riesco ad ottenerlo, te ne manderò uno; vi troverai le piacevolissime cause di ciò che avviene con questi occhiali doppi, se pure tu prima non le hai trovate ».

E il 9 gennaio 1611 scriveva ancora: « Ho scritto la *Diottrica*, che nel settembre scorso è venuta in mano del Serenissimo Elettore. Credo di non aver lasciato nessuna cosa che non abbia dimostrato dalle sue cause. Effettivamente è un campo ove l'ingegno può esercitarsi: si faccia avanti chi sia capace di dimostrare le stesse cose da principii diversi da quelli di cui io mi sono servito ».

Con la « Dioptrice » le lenti e i cannocchiali hanno la loro teoria base; mentre Galileo continua a battersi per assicurare il prestigio dello strumento e per affermarne il valore scientifico come mezzo indiscutibile e potente di indagine, il Keplero gli protegge le spalle, creandogli una protezione teorica inattaccabile. La teoria del Keplero ha resistito all'usura del tempo ed è tuttora vitale e feconda.

Al tempo stesso le lenti sono entrate nella scienza in una posizione di grande interesse e di grande attualità; nessuno ora osa più negarle; si chiamano « lenti » senza bisogno di aggiungere « di vetro », per distinguerle dai legumi; anche quelle concave si chiamano lenti, per quanto non esistano lenticchie a facce cave. La loro origine artigianale viene dimenticata, ed esse sono passate nel livello più alto e più nobile della scienza. La teoria matematica del Keplero ha compiuto questa trasformazione.

Lo schieramento della scienza antica accusa il colpo, ma non cede e non smobilita. Si tratta di una rivoluzione profonda, ideologica, che interessa anche le propaggini politiche della scienza e della cultura. La resistenza continua, anche se la fiducia nella vittoria comincia a vacillare.

Ogni giorno vi è qualche defezione; la schiera formidabile degli scettici e degli increduli, ancora fiduciosi nella verità incrollabile della scienza antica si assottiglia, ma resiste. Ciò è umano e inevitabile. Le convinzioni superficiali si possono smantellare facilmente, si possono perfezionare e anche modificare totalmente; ma, come è già stato rilevato a proposito di altre rivoluzioni, nelle pagine precedenti, il patrimonio scientifico degli uomini di studio, che essi hanno cominciato ad apprendere fino dalle prime scuole, che per decenni ha riscosso la loro fiducia, di cui hanno seguito punto per punto le dimostrazioni indiscutibili e ritenute complete e perfette, che hanno insegnato agli allievi come verità dimostrata e indiscutibile, non può esser negato e sostituito da un giorno all'altro. Il più delle volte le persone anziane portano seco nella tomba le

loro convinzioni, anche se nuovi fatti e nuovi ragionamenti le pretendono demolite e ulteriormente indegne di considerazione.

Però vengono i giovani, le nuove leve, che non trovano difficoltà ad apprendere le idee nuove, anzi ne apprezzano il progresso rispetto a quelle sorpassate e le professano con piena convinzione di essere sulla via buona e le insegnano ai loro allievi. Così la schiera dei vecchi si assottiglia e infine scompare. Al punto che se ne perde anche la memoria. Ma ciò richiede delle generazioni.

Qualche notizia sul lungo processo di annullamento della innumerevole schiera degli oppositori di Galileo può costituire un complemento interessante della nostra storia. Così riveste un'importanza particolare il comportamento dei Padri del Collegio Romano.

Questo era costituito dai quattro Padri Cristoforo Clavio, Cristoforo Grienberger, Odo Van Maelcote, Giovan Paolo Lembo, tutte persone attempate, sagge ed obbiettive, come lo si poteva essere a quel tempo. Esse si interessarono subito al cannocchiale, non appena ne ebbero notizia, ma per molto tempo non si pronunciarono. Però non presero mai posizione contro Galileo e quando si decisero a scrivere, si dichiararono convinti che Galileo aveva ragione.

Data la grande autorità di questo Consesso, non è fuor di luogo aggiungere qualche particolare.

Un ecclesiastico residente a Venezia e che era stato scolaro di Galileo e gli era rimasto molto affezionato, Antonio Santini, essendo anche amico del P. Clavio, comunicò a Galileo che il Padre aveva tentato di osservare i satelliti di Giove, ma non era riuscito a vederli. Galileo allora prese l'iniziativa di scrivere al Padre Clavio stesso, per dargli alcuni consigli sull'uso del cannocchiale e per informarlo di alcune sue osservazioni sul cielo, onde aumentarne la fiducia. Gli preannuncia anche un suo prossimo viaggio a Roma e si offre di andare a fargli visita per osservare insieme le scoperte celesti.

Il Padre gli rispose soltanto tre mesi dopo, e cioè in data 17 dicembre 1610; però il Santini già il 4 dicembre aveva avvisato Galileo che il Padre era riuscito a vedere i satelliti. Naturalmente nella sua lettera questi lo conferma.

Galileo gli rispose con grande gentilezza e deferenza, in data 30 dicembre, così scrivendogli: « La lettera di V.R. mi è stata tanto più grata, quanto più desiderata e meno aspettata; et havendomi ella trovato assai indisposto et quasi fermo a letto, mi ha in gran parte sollevato dal male, portandomi il guadagno di un tanto testimonio alla verità delle mie nuove osservazioni; il quale, prodotto, ha guadagnato alcuno degli increduli; ma però i più ostinati persistono, et reputano la lettera di V.R. o finta o scrittami per compiacenza, et insomma aspettano che io trovi modo di far venire almeno uno dei quattro Pianeti Medicei di cielo in terra a dar conto dell'esser loro et a chiarir questi dubbii; altramente, non bisogna che io spero in loro assenso... ».

La lettera continua a lungo, trattando di particolari delle osservazioni; ma il tono è sempre lo stesso: in fondo, che il Decano dei Gesuiti del Collegio Romano avesse riconosciuto la ragione del cannocchiale era un avvenimento paragonabile a una grande battaglia vinta.

Poco dopo, il 22 gennaio 1611, anche il Padre Grienberger scrisse una lunga e importante lettera a Galileo, che pure gli rispose cordialmente e esaurientemente; già nelle pagine precedenti è stato riportato qualche brano della risposta di Galileo. Però, per dare ulteriori particolari circa il lento modificarsi della situazione nella storia che c'interessa un riassunto della lettera del P. Grienberger è utile. Perchè egli intanto comincia con un indirizzo che è un capolavoro letterario: « ... Galilaeo Galilaeo, Viro Clarissimo, et novorum longaeque admirabilium spectaculorum primo fortunatissimo assertori, Cristophorus Grienbergerus S. » Già di qui si intuisce il tono della lettera. La quale comincia proprio col confessare che dapprincipio anche lui, come i più « per non dire tutti »,

aveva creduto che i satelliti di Giove fossero delle apparenze prodotte dalle riflessioni sui vetri del cannocchiale, tanto più che aveva fatto anche una esperienza favorevole a questa tesi: posto un lume fra due lastre di vetro, lui, e anche altri, ne avevano viste quattro immagini. Descrive anche altre osservazioni che gli avevano confermato la possibilità di abbagli.

Si scusa di non avergli scritto prima, giustificandosi perchè dal P. Clavio aveva saputo che egli sarebbe venuto presto a Roma, ma ora desidera chiedergli perdono, quel perdono che Galileo ha già accordato a tanti altri e che accorderà ad altri ancora, tuttora sopportati come avversari, ma « non più temuti come tali ». È questo un riconoscimento importante.

La lettera continua con un passo pure interessante: « Cose così difficili a credersi come quelle che tu affermi, non si possono e non si debbono credere facilmente: e so bene quanto sia duro ora finalmente abbandonare opinioni introdotte da tanti secoli e confortate dall'autorità di tanti saggi ». E aggiunge che se non avesse visto e provato e fatto provare anche ad altri, certamente non vi crederebbe ancora. Ma ormai la esperienza lo ha convinto che non si tratta di un'illusione. Aggiunge che anche il P. Clavio e tanti altri a Roma sono della stessa sua opinione e che si meraviglierebbe se trovasse qualcuno che, avendo visto ciò che ha visto lui, ancora non ci credesse.

Nel seguito della lettera c'è perfino la notizia che il P. Lembo aveva messo insieme un cannocchiale ancor prima di quelli di Galileo, ma se ne era subito disinteressato. Da ciò che il P. Grienberger scrive a questo proposito e anche da altri particolari, che ora non è il caso di richiamare, risulta sempre presente l'influsso paralizzante dello scetticismo basilare dell'ottica antica, che uccideva sul nascere ogni iniziativa, negando la fiducia nel successo.

Un particolare tecnico è interessante a questo proposito: anche il P. Lembo fa un cannocchiale senza imitare campioni, e lo fa dello stesso tipo, cioè ad oculare divergente, come quello

del 1590, e come quello di Galileo; è ancora il caso, dunque, di uno strumento trovato senza teoria, e realizzato nella forma più difficile a pensarsi e a spiegarsi. Circostanza che avrebbe del meraviglioso, se non divenisse naturale, una volta collegata al famoso brano della « Magia Naturalis » del Porta. La influenza determinante di questo brano sull'invenzione del cannocchiale viene sempre meglio definita, quando aumentano gli avvenimenti considerati.

L'intervento del Collegio Romano in questa prima fase della vita del cannocchiale si concluse con un atto ufficiale. Il 16 aprile del 1611 il Cardinale Bellarmino chiese per iscritto il parere del Collegio stesso circa le scoperte celesti che avevano messo il mondo a rumore. Ecco il testo della lettera:

« Molto Rev.^{di} Padri,

So che le RR.VV. hanno notizia delle nuove osservazioni celesti di un valente mathematico per mezo d'un instrumento chiamato *cannone* ovvero *ochiale*; et ancor io ho visto, per mezo dell'istesso instrumento, alcune cose molto maravigliose intorno alla luna et a Venere. Però desidero mi facciano piacere di dirmi sinceramente il parer loro intorno alle cose sequenti:

''Prima, se approvano la moltitudine delle stelle fisse, invisibili con il solo ochio naturale, et in particolare della Via Lattea et delle nebulose, che siano congerie di minutissime stelle;

2^o, che Saturno non sia una semplice stella, ma tre stelle congiunte insieme;

3^o, che la stella di Venere habbia le mutationi di figure, crescendo e scemando come la luna;

4^o, che la luna habbia la superficie aspra et ineguale;

5^o, che intorno al pianeta di Giove discorrino quattro stelle mobili, et di movimenti fra loro differenti et velocissimi.

« Questo desidero sapere, perchè ne sento parlare variamente; et le RR.VV., come esercitate nelle scienze mathema-

tiche, facilmente mi sapranno dire se queste nuove inventioni siano ben fondate, o pure apparenti et non vere ».

Appena una settimana dopo, il Collegio Romano rispose:

« Ill.^{mo} et R.^{mo} Sig.^r et P.^{ron} Col.^{mo}

« Responderemmo in questa carta conforme al comandamento di V.S. Ill.^{ma} intorno alle varie apparenze che si vedono nel cielo con l'occhiale, et con lo stesso ordine delle proposte che V.S. Ill.^{ma} fa.

« Alla prima, è vero che appaiono moltissime stelle mirando con l'occhiale nelle nuvolose del Cancro e Pleiadi; ma nella Via Lattea non è così certo che tutta consti di minute stelle, et pare più presto che siano parti più dense continuate, benchè non si può negare che non ci siano ancora nella Via Lattea molte stelle minute. È vero che, per quel che si vede nelle nuvolose del Cancro et Pleiadi, si può congetturare probabilmente che ancora nella Via Lattea sia grandissima moltitudine di stelle, le quali non si ponno discernere per essere troppo minute.

« Alla 2^a, abbiamo osservato che Saturno non è tondo, come si vede Giove e Marte, ma figura ovata et oblunga in questo modo oOo; se bene non habbiamo visto le due stellette di qua et di là tanto staccate da quella di mezzo, che possiamo dire essere stelle distinte.

« Alla 3^a, è verissimo che Venere si scema et cresce come la luna, et havendola noi vista quasi piena, quando era vespertina, habbiamo osservato che a puoco a puoco andava mancando la parte illuminata, che sempre guardava il sole, diventando tutta via più cornicolata, et osservatala poi matutina, dopo la congiunzione col sole, l'habbiamo veduta cornicolata con la parte illuminata verso il sole. Et hora va sempre crescendo secondo il lume, et mancando secondo il diametro visuale.

« Alla 4^a, non si può negare la grande inequalità della luna; ma pare al P. Clavio più probabile che non sia la superficie inequale, ma più presto che il corpo lunare non sia denso

uniformemente et che habbia parti più dense et più rare, come sono le macchie ordinarie, che si vedono con la vista naturale. Altri pensano, essere veramente ineguale la superficie: ma infin hora noi non habbiamo intorno a questo tanta certezza che lo possiamo affermare indubitatamente.

« Alla 5^a, si veggono intorno a Giove quattro stelle, che velocissimamente si muovono hora tutte verso levante, hora tutte verso ponente, et quando parte verso levante, et quando parte verso ponente, in linea quasi retta: le quali non ponno essere stelle fisse, poichè hanno moto velocissimo et diversissimo dalle stelle fisse, et sempre mutano le distanze fra di loro et Giove.

« Questo è quanto ci occorre in risposta alle domande di V.S. Ill.^{ma}: alla quale facendo humilissima riverenza, preghiamo dal Signore compiuta felicità.

« Dal Collegio Romano, li 24 aprile 1611.

« Di V.S. Ill.^{ma} et Rev.^{ma}

Indegni Servi in Christo

CHRISTOFORO CLAVIO

CHRISTOFORO GRIENBERGER

ODO MALCOTIO

GIO. PAOLO LEMBO ».

Con ciò la parte eletta dei Gesuiti era passata dalla parte di Galileo.

Il giorno seguente a quello della risposta dei Padri del Collegio Romano, il 25 aprile 1611, il Marchese Federico Cesi invitava Galileo a far parte dell'Accademia dei Lincei.

Prima di lasciare l'esame del comportamento del Collegio Romano, non si può fare a meno di notare che in entrambe le lettere riportate, quella del Cardinal Bellarmino e nella risposta dei Padri Gesuiti, non viene mai nominato Galileo, e soltanto il Cardinale fa un vago accenno a un « valente mathematico ». Ciò sta ad indicare che il giudizio doveva essere

obbiettivo e del tutto impersonale. Ma la risposta non è stata del tutto impersonale: perchè i quattro Padri evidentemente sono stati concordi nel rispondere ai quesiti riguardanti le stelle fisse, Saturno, Venere e Giove; ma a proposito della luna il P. Clavio non si è sentito di associarsi all'opinione degli altri, e ha voluto mettere bene in chiaro che egli non era convinto della « inequalità » della superficie della luna, ma ancora restava ancorato alla idea classica che si trattasse di una questione di densità diversa. Ciò dimostra con quanta serietà e precisione i Padri Gesuiti abbiano compilato la risposta ai quesiti del Cardinal Bellarmino.

Questi rilievi dimostrano che l'opposizione al cannocchiale e alle scoperte celesti è stata provocata da ragioni di carattere prettamente scientifico, senza alcuna ingerenza religiosa. Per quanto ciò risulti indiscutibile perchè dimostrato nei particolari dalla « Dianoa » del Sizi, è anche confermato dal fatto che la opposizione al cannocchiale fu unanime, senza neppure un parere contrario, e pertanto doveva esser generata da un movente più generale che non le diverse direttive politico-religiose che in quel periodo pullulavano in Europa.

Le dichiarazioni dei Padri del Collegio Romano portano una ulteriore conferma; ma una ancora più significativa si può trarre dal contegno di una personalità molto in vista e autorevole, quale Cesare Cremonino. Era questi una persona molto intelligente, di 14 anni più anziana di Galileo. Dopo aver insegnato all'Università di Ferrara, passò a quella di Padova, al secondo luogo di filosofia e ben presto passò al primo, con uno stipendio così alto che nessun lettore di quello studio ne ebbe mai uno maggiore. Egli si dichiarava fedele seguace di Aristotele; ma ciò nonostante, sia per la sua interpretazione dei testi aristotelici, sia per la sua indifferenza religiosa apertamente ostentata, sia per le dottrine poco ortodosse pubblicate nel suo « De Coelo », ebbe varii processi e inchieste da parte dell'Inquisizione. Riuscì con varie schermaglie a tener testa alle pressioni perchè cambiasse direttive e mantenne una

posizione di grande prestigio e autorità nello Studio di Padova. Tutto sommato egli non era certamente un elemento ligio alle direttive confessionali.

Egli era molto amico di Galileo. Lo ha dimostrato anche in modo tangibile quando nel 1608, avendo Galileo chiesto alla Amministrazione dello Studio di Padova l'anticipo di un anno di stipendio, il Cremonino gli dette la sua garanzia, necessaria per concludere l'operazione. Ebbene proprio il Cremonino è rimasto famoso per non aver mai voluto mettere l'occhio al cannocchiale.

In data 6 maggio 1611, si noti bene la data, Paolo Gualdo, un autorevole ecclesiastico, che era stato anche segretario ai memoriali con Urbano VII a Roma, scrive in una lettera da Padova a Galileo: « ... Parlai allongo, uno di questi giorni, con 'l Cremonino, il quale si burla affatto di queste sue osservationi, e si meraviglia che V.S. le dica come cose vere. Presto darà fuori alcuni suoi trattati *De facie lunae*, *De Via Lactea*, *De denso et raro*, e di altre cose del cielo, come anco del moto della terra, nelli quali piglia a diffendere Aristotile, che sanno tutti contra a V.S., sì ben non la nominerà; et a tutti dice quell'autorità di Plutarco, come autorità irrefragabile intorno all'inganno de gli occhiali.

« Abbiamo qui l'Ill.^{mo} S.^r Andrea Morosini, il quale non può patire che 'l Cremonino, mentre V.S. è stata qui, non habbia procurato nè voluto vedere queste sue osservationi, havendole io detto ch'ella se gli era offerta d'andar sino alla sua propria casa per fargliele vedere; onde le pare che habbia torto contrariarle senza haverne fatto qualche esperienza... ».

Ancora il 29 luglio 1611, lo stesso Gualdo scrive a Galileo: « ... Fui uno di questi giorni dal detto S.^r Cremonino, et entrando a ragionar di V.S., io le dissi, così burlando: Il S.^r Galilei sta con trepidazione aspettando ch'esca l'opera di V.S. Mi rispose: non ha occasione di trepidare, perchè io non faccio mentione alcuna di queste sue osservationi. Io risposi: Basta ch'ella tiene tutto l'opposito di quello che tiene esso. O,

questo sì, disse, non volendo approvare cose di che io non ne ho cognitione alcuna, nè l'ho vedute. Questo è quello, dico, c'ha dispiacciuto al S.^r Galilei, ch'ella non habbia voluto vederle. Rispose: Credo che altri che lui non l'abbia veduto; e poi quel mirare per quegli occhiali m'imbaldordisce la testa: basta, non ne voglio saper altro. Io risposi: V.S. *juravit in verba Magistri*; e fa bene a seguitare la santa antichità. Dopo egli proruppe: Oh quanto harebbe fatto bene anco il S.^r Galilei, non entrare in queste girandole, e non lasciar la libertà Patavina! Sopravenero alcuni, onde finissimo il nostro dialogo ... ».

È molto carina e significativa la frase: « E fa bene a seguitare la santa antichità »: è proprio quella che tacitamente descrive lo stato d'animo e quindi l'atteggiamento dei luminari della scienza del 1610. Ed è ben naturale che se tale era l'atteggiamento dei capi, di coloro che tenevano le redini delle Università, dello stesso parere fossero le figure minori e secondarie, che non solo seguivano i dirigenti per convinzione e ammirazione, ma anche per convenienza personale.

Per chiudere questi cenni sul processo di liquidazione della falange dei filosofi e dei matematici del vecchio stampo, vale la pena di riportare un brano di una lettera di Galileo, che ce lo presenta in atto di inseguire, ormai padrone della situazione, le retroguardie in ritirata, che tentano ancora pervicacemente di opporre resistenza.

La lettera, che porta la data 21 maggio 1611 (il cannocchiale di Galileo aveva già quasi due anni!) è interessante anche perchè ci mostra di quali argomenti si valeva Galileo per dare addosso agli avversari; argomenti di varia natura, fuorchè tecnici, nonostante che a quel tempo già fosse nota la « Dioptrice » del Keplero, che apportava tanta autorità scientifica allo strumento. Ma Galileo l'ha sempre ignorata.

Mons. Dini, da Roma aveva scritto il 7 maggio 1611 a Cosimo Sassetti di Perugia: « ...Del Sig. Galileo non saprei dove mi cominciare a darne ragguaglio a V.S., bastando malamente

una lettera. Per cominciare e per abbreviare, posso dire a V.S. che ogni giorno converte degli eretici che non li credevano, restandoci, ancorchè pochi, qualche capone, che, per non restar chiariti in particolare delle stelle intorno a Giove, non vogliono nè anche guardare: e se a me ne viene alcuno per le mani, voglio esortarlo a guardare, e dire che non le vede; chè a questo non ci è riprova.

« Il Sign. Cardinal Bellarmino ha scritto una polizza ai Gesuiti, dove li domanda informazione di alcuni capi di queste dottrine del Galileo; e i detti Padri hanno risposto una delle favorite lettere che si possa, e sono grandi amici suoi: e in questa Religione sono grandissimi uomini, ed i maggiori sono qua ».

Il Sassetti il 14 maggio aveva risposto: « ... Qua è un gran rumore contro al S. Galileo; e a dua de' principali, a' quali ho parlato, nè meno Tolomeo li convertirebbe, se bene si convertisse prima lui. Desidererei se non la risposta a una ragione quale sento, che mi pare assai concludente: ciò è, che o l'occhiale faccia apparire quello che non è, o sì vero, quando pur sieno, sieno tanto minimi, che non influischino; delle quali pare a me che dichino che non ne manca in cielo. Questa ragione è fortificata da moltissimi argomenti e probazioni, cominciandosi dalla creazione di Adamo, etc., come V.S. Rev.^{ma} sa meglio che non saprei per tradizione raccontar io. Ho sentito addurre alcune altre ragioni, ma io le stimo troppo sottili e facili a ributtarsi; e per ciò, se si levasse loro la suddetta, credo che sarebbe vinta la lite... ».

Mons. Dini ne avvertì Galileo, che, appunto in data 31 maggio 1611, così gli rispose: « Ho veduto le occasioni di dubitare circa i 4 Pianeti Medicei de i Signori principali in lettere di Perugia, et conforme al comandamento di V.S. molto I. et Rev.^{ma}, benchè occupatissimo in altri affari, risponderò quanto mi occorre in questo proposito; stimando utilmente impiegata questa fatica, la quale al cenno di V.S. ubidisce, et mi dà in un tempo speranza di conciliarmi l'assenso, non pur di

uno particolare, ma di una Università intera di Studio tanto celebre e famoso. Et se bene la questione è *de facto*, la cui vera decisione dal senso et dall'esperienza doveria dependere, tutta via, poi che le dubitazioni et istanze derivano da discorsi et immaginazioni, nè posso in tanta distanza dar la vera e propria soddisfazione, che sarebbe la sensata, tenterò discorrendo rimuovere le cause del dubitare quelle cioè che espressamente sono contenute nella lettera del S. Sassetti.

« E prima, che possino quei Signori dubitare che nell'occhiale sia inganno, parmi veramente mirabil cosa: perchè so che non mi negheranno che il ritrovare le decettioni e fallacie di uno strumento o altro artificio appartiene et è facoltà propria di chi sia intendente in quella arte dalla quale tale strumento dipende, et inoltre che del medesimo strumento habbia fatto molte esperienze, hora, sapendosi che et la fabrica et la teoria di questo occhiale dipende dalla cognizione delle refrazioni, che è parte delle scienze matematiche, mia particolare professione, nè si potendo dubitare che io, per lo spazio hor mai di due anni, habbia del mio strumento anzi pur di decine di miei strumenti, fatte centinara di migliaia di esperienze in mille e mille oggetti, et vicini e lontani, e grandi e piccoli, e lucidi e oscuri, non so vedere come ad alcuno possa cadere in pensiero che io troppo semplicemente sia rimasto nelle mie osservazioni ingannato, e che tra la perspicacità dell'ingegno d'un altro e la stupidità del mio possa cader tanta discrepanza, che quelli, senza pur mai haver veduto il mio strumento, habbia in lui scoperte quelle fallacie, delle quali io, che cento mila esperienze ne ho fatte, accordo non mi sia, anzi non pure io solo, ma niuno di quelli molti che insieme meco l'hanno adoprato. Ciò sarebbe un presuppor tanto di sè stesso, e sì poco del compagno, che non credo che simil concetto caschi in mente di persona ragionevole.

« Forse potrebbe dire alcuno, che io, accortomi pur troppo dell'inganno del mio strumento, non inganni me, ma mi prenda gusto di ingannare gl'altri. A questi io rispondo, dichiaran-

domi primieramente, protestando e confessando di non conoscere tali inganni; sì che se mai accadesse che qualche ingegno sublime facesse palesemente conoscere tali fallacie, io non intendo di separarmi dal numero degl'ingannati, nè di volere col manto dell'astuzia coprire la mia ignoranza: anzi mi dichiaro in quella occasione tanto più ignorante degl'altri, quanto la continua esperienza doveva meglio et in più breve tempo rendermi accorto. Aggiungo poi, che non è il mio solo occhiale, o gl'altri fabbricati da me, che faccino vedere li 4 Pianeti Gioviali, ma tutti gl'altri, fatti in qualsivoglia luogo e da qualunque artefice, pur che siano ben lavorati e che mostrino gl'altri oggetti grandi e distinti; et con tutti questi strumenti, in ogni luogo adoprati, si veggono le medesime mutazioni di sera in sera et le medesime costituzioni a capello di essi Pianeti: tal che quelli che vorranno mantenere che pur tali fenomeni siano illusioni, haveranno gran briga in ritrovar cagioni per le quali tutti gli strumenti, e grandi e piccoli, e lunghi e corti, siano così conformi nelle fallacie, et nel mostrarle, tra l'innumerabilità degli oggetti visibili, circa la sola stella di Giove. E di più soggiungo, che se pure alcuno havesse ferma opinione che si potesse fabbricare un occhiale di tal virtù, che intorno a qualche stella o lume o qualunque altro oggetto particolare facesse apparire per illusione altri lumi o altre moltiplicazioni di specie, che poi realmente non vi fussero, et che tale apparenza accadesse intorno ad un oggetto solo et ad altri no; procuri pure di fare un tale strumento, perchè io mi obbligo di farglielo pagare 10000 scudi. Et se il mio occhiale havesse facoltà di far vedere altro che quello che realmente è, non lo permuterei con qualsivoglia tesoro. Et questo basti haver detto circa il levar la credenza delle fallacie, la quale con una sola occhiata che si dia con lo strumento, si rimuove da ognuno ».

La lettera continua poi per demolire gli argomenti astrologici degli oppositori.

Come si è visto, Galileo parla ancora di specie, il che fa concludere subito che sul funzionamento del cannocchiale, dal

punto di vista ottico, non aveva fatto alcun progresso; ma lui pensava ad altro. Non si interessava neppure degli studi del Keplero in proposito, che pure glieli aveva comunicati da quasi un anno. Ma ormai egli era convinto che il vero problema era quello di far « bene » le lenti, perchè quando erano fatte bene, il cannocchiale funzionava bene; poi trovare perchè agisse in quel modo, era un problema da teorici, che sarebbe stato affrontato in un secondo tempo. Ora bisognava trarre tutto il beneficio possibile, sperimentando, cioè osservando il mondo, specialmente quello celeste, con questo formidabile mezzo di indagine « di giovamento inestimabile ».

A proposito della teoria ottica del cannocchiale, è appena il caso di ricordare quello che si è detto, anche a proposito dei « *Paralipomena ad Vitellionem* » del 1604. Si trattava di idee così nuove e così rivoluzionarie che nessuno le capiva, e quindi nessuno le ammirava e le sviluppava. È il caso di richiamare a questo proposito, il giudizio che Giovanfrancesco Sagredo scrisse a Galileo il 22 settembre 1612 (si noti la data), come si è già riportato poco sopra: « ...Ho scorso il « *Paralipomenon ad Vitellionem* » del Keplero, uomo veramente dotto; ma tra matematici a me pare che si possi chiamare peripatetico et enigmatico... » cioè astruso e incomprensibile.

E ciò faceva molto piacere alla gran massa dei conservatori, che non desideravano altro che di seppellire sotto una coltre di silenzio una teoria rivoluzionaria, che nessuno si sentiva di attaccare sul piano scientifico.

Giovan Battista Della Porta, a questo proposito, fece sentire ancora una volta la sua voce. Per quanto ormai vecchio e stanco, si ricordò di essere l'autore del « *De Refractione* » del 1593 e, dimostrando di non aver ancora capito che quel libretto era « gofissimo al possibile », come aveva scritto il Sagredo, ebbe ancora l'illusione di rappresentare un teorico di primo piano dell'ottica e non di « tenere tra' dotti il luogo che tengon le campane fra gli instrumenti di musica » e, dichiarando che tutti i tentativi di teoria del cannocchiale fatti

dagli altri erano da considerarsi falliti, si vantava di esser lui solo la persona capace di fare veramente una teoria completa e soddisfacente e si propose di scriverla. Stabili anche che il nuovo volume si sarebbe chiamato « De telescopio » e che sarebbe stato pubblicato dall'Editore Zannetto di Napoli.

Si accinse veramente all'opera, e a non pochi amici che andarono a visitarlo a Napoli, dove viveva in condizioni di salute piuttosto malandate, come potevano essere quelle di un ottantenne pieno di acciacchi, parlò di questo suo lavoro e ne mostrò anche parte del manoscritto. Ma alla fine del febbraio 1615 il Porta muore, senza aver portato a termine il suo ultimo lavoro. Del manoscritto del « De telescopio » se ne perse ogni traccia; ma nel 1940 G. Gabrieli, il benemerito Bibliotecario della Accademia dei Lincei, eseguendo delle ricerche nella Biblioteca dell'Accademia stessa, sulla corrispondenza dei primissimi Lincei, fra cui, come è già stato ricordato, era anche il Porta, ritrovò il manoscritto suddetto, rilegato in un volume con altri manoscritti, e contrassegnato esternamente dal titolo « De elementorum curvilineorum », appunto di un altro gruppo di manoscritti, che occasionalmente era stato messo per primo da chi li aveva raggruppati.

Il testo così ritrovato fu inviato a Firenze, per essere esaminato e studiato dallo scrivente. Fu trascritto e commentato, e recentemente è stato pubblicato. Il suo valore è semplicemente quello di conferma a ciò che già era stato scritto circa l'opera del Porta, dal punto di vista scientifico. Il Porta riprende le idee e le direttive del « De Refractione » (ancora!), le affina un po' e tenta di estenderle alle combinazioni di una lente convessa e di una concava, per mettere insieme un cannocchiale; ma il testo man mano che si avvicina alla conclusione diviene confuso, lacunoso, incomprensibile; cioè inconcludente. A un certo punto, il Porta ha creduto che nelle lenti piano-convexe e piano-concave la faccia piana non rifrangesse i raggi, e quindi non ne diminuise l'efficacia, ed ha avuto la idea luminosa di fare un cannocchiale con obbiettivo e

oculare composti di lenti con una faccia piana; e ciò per ottenere strumenti ancora più potenti di quelli di Galileo, e quindi capaci non solo di raggiungere la sfera delle stelle fisse, ma anche l'Empireo e conclude: « ... e piacendo al Signore, spiegheremo i fatti di là sù, e faremo un Nuncio Empireo ».

Citiamo questi particolari, perchè portano elementi utili a definire sempre meglio la levatura scientifica del Porta e per evitare che la valutazione fattane nelle pagine precedenti venga accusata di severità eccessiva. È anche interessante notare che il Porta stesso si deve esser reso conto che la via da lui creata così sicura, in realtà non lo portava allo scopo, come aveva sperato. Un suo buon amico, lo Stelliola, che lo visitò poco prima della fine, nel dare al Marchese Cesi la notizia della morte avvenuta, aggiunse: « Visitandolo due giorni innanzi che si mettesse a letto in questa sua ultima infermità, mi disse che l'impresa del telescopio l'aveva ammazzato, essendo, come egli diceva, la più difficile impresa e la più ardua di quante mai avesse pigliato... ».

Forse al Signore piacque far nascere nella mente del Porta morente l'illusione di poter raggiungere l'Empireo mediante il cannocchiale, per consolarlo e per fargli chiudere il suo viaggio terrestre attenuandogli la crudele amarezza, che certamente egli sentiva nel constatare che la sua teoria era falsa e impotente.

Il 18 agosto 1611 Matteo Botti, Ambasciatore del Granduca di Toscana a Parigi, scriveva due lettere: una a Galileo e una al Granduca Cosimo II. La prima diceva: « Havendo io presentato alla Maestà della Regina lo strumento di V.S., ho fatto vedere a S. Maestà che è meglio assai d'un altro che era venuto prima, forse non così ben condizionato. S.M. n'ha havuto gran gusto, et si è messa fino a ginocchioni in terra, in presenza mia, per vedere meglio la luna. Gli è piaciuto infinitamente, et ha aggradito assai il complimento che ho fatto in nome di V.S. il quale è stato accompagnato da molte sue lodi, non solamente dalla parte mia, ma dalla parte di

S. Maestà ancora, che mostra di conoscere et di stimar V.S. com'ella merita... ».

Nell'altra lettera le stesse notizie sono confermate; dopo aver descritto l'accoglienza che la Regina di Francia aveva fatto a certi mattoni di Montelupo, inviatile dal Granduca, il Botti scrive: « ... Dopo questo, S. Maestà si rizzò e prese con molto gusto l'occhiale del Galilei, et andammo a una finestra; et quivi S. Maestà si messe fino inginocchiamenti in terra, per veder meglio la luna: lo lodò assai e disse che era meglio dell'altro... ».

Dopo due anni da quando il cannocchiale che a Parigi si trovava per pochi soldi in tutte le vetrine degli occhialai, e che un « francese » vendeva a Venezia per dodici lire, cannone, stagno e cassetta tutto compreso, ma che un Segretario di ambasciata non voleva acquistare per non scomparire di fronte al Cancelliere, era venuto in Italia, ora un altro cannocchiale torna a Parigi atteso e trionfante e fa mettere in ginocchio i Regnanti sul pavimento.

Il primo era il cannocchiale degli occhialai; quest'ultimo era il cannocchiale di Galileo.

* * *

La storia che ci eravamo proposti di presentare potrebbe finire a questo punto; ma qualche parola di commento può chiudere utilmente il racconto.

Sopra uno sfondo dominante, costituito da una filosofia tradizionalista, conservatrice, autoritaria e prestigiosa, filosofia che aveva accecato l'umanità scientifica, negando fiducia al senso della vista e mettendolo sotto il controllo del tatto, si inserisce la storia artigianale delle lenti da occhiali, respinte dalla scienza e allevate con tenacia e con profitto da occhialai ignoranti, ma abili e tenaci. Dopo tre secoli di questa attività artigiana, dalla fine del XIII a quella del XVI secolo, interviene un giovane spregiudicato e avventuroso a mettere in mostra le lenti proclamandone la necessità per gli usi della vita

umana e accusando la scienza di non saperle spiegare. Egli tenta anche di farne la teoria in base alla scienza dominante, ma, sia pure involontariamente, dimostra invece che fra questa scienza e le lenti vi era incompatibilità assoluta. Con ciò viene segnata la fine della scienza antica, e viene richiesta un'ottica nuova. Questa azione disturbatrice di Giovan Battista della Porta è stata preziosa, anche se priva di valore scientifico.

È ora la volta del Keplero che getta le basi di questa ottica nuova, senza per altro prendere in considerazione le lenti; ma completa il suo capolavoro dando la chiave del meccanismo della visione, concludendo con ciò una ricerca che aveva tenuto occupati tutti i filosofi di oltre duemila anni e che, con la sua grande difficoltà, aveva contribuito molto a far perdere la fiducia nel senso della vista.

Ancora gli artigiani mettono insieme il cannocchiale, senza teoria, non apprezzato dal pubblico per la sua inefficienza, condannato dalla scienza come strumento infido e indegno di essere adoperato a scopo scientifico.

È ora la volta di Galileo: con la mente libera dalle prevenzioni filosofiche della scienza classica, intuisce che il cannocchiale deve essere uno strumento di giovamento inestimabile; perfeziona la lavorazione delle lenti, comprendendo subito che le lenti per cannocchiali debbono essere di una qualità superiore a quella delle lenti da occhiali; potenzia con ciò lo strumento, moltiplicandone gli ingrandimenti, fino a valori mai raggiunti dagli occhialai. Con questo nuovo strumento in mano, ne proclama solennemente il grande valore come mezzo d'indagine scientifica e lo utilizza subito in scoperte celesti che mettono il mondo a rumore portando lo scompiglio nella filosofia e nella scienza tradizionale. Il mondo accademico insorge compatto per difendere le posizioni classiche, ma Galileo tiene duro e rafforza la sua posizione e la sua fede nel cannocchiale con nuove scoperte e nuove conquiste. Lo schieramento accademico invano resiste sulle sue posizioni: si ma-

nifestano subito defezioni catastrofiche, come quelle del Keplero e del Collegio Romano: il passato crolla e cede il passo alle idee nuove, piene di fede nella visione diretta e in quella attraverso gli strumenti ottici, senza controllo di altri sensi.

Galileo ha distrutto la sentenza che aveva dominato per due millenni « Non potest fieri scientia per visum solum ». Da ora in poi gli uomini di scienza si varranno della vista con piena fede, e mediante l'impiego fiducioso di questo senso, che è il più fino, il più potente, il più rapido e il più sintetico di cui l'uomo dispone, e ancor più mediante il potenziamento di questo senso per mezzo degli strumenti ottici, la nuova scienza si avvia verso un progresso di cui ancora non si vede la fine.

Questa, in sintesi, la storia del cannocchiale. Non è stata opera facile ricostruirla, perchè ciò ha chiesto la conoscenza approfondita dei misteri dell'ottica moderna, teorica e tecnica, e ha chiesto al tempo stesso che venisse dedicato molto tempo allo studio di un'ottica e di una filosofia antica che erano state completamente sepolte e dimenticate, fino a renderle addirittura insospettabili e anche incredibili. Però, da questa ricostruzione ne è risultato un quadro di carattere prettamente scientifico e tecnico, e soltanto qualche volta si è potuto constatare qualche intervento molto indiretto di elementi politici; il che era da aspettarsi, date le ripercussioni enormi che la questione veniva a provocare in tutte le manifestazioni della vita umana. È particolarmente notevole che mai, in tutta questa storia, si debbano rilevare interventi di natura religiosa, anche se molte delle persone che vi hanno avuto parti importanti, facevano parte delle organizzazioni ecclesiastiche: ma in tutte si deve riconoscere una serenità e una obbiettività di giudizio, per niente inferiore a quella degli scienziati del tutto laici.

Lo stesso indirizzo autoritario e conservatore che dominava l'ambiente accademico dei primi secoli dell'era volgare non aveva per niente un movente mistico, ma aveva tutti i caratteri delle convinzioni filosofiche e scientifiche, come si era verificato nella antichità, e come si è verificato a più riprese

anche nei secoli XVIII e XIX. Anzi è il caso di ricordare qui l'azione veramente progressista e innovatrice svolta da un famoso gesuita, il P. Francesco Maria Grimaldi di Bologna. Egli nel suo « De Lumine », pubblicato dal confratello e collaboratore P. Riccioli nel 1665, perchè P. Grimaldi era morto nel 1663, riprende la lotta contro i concetti dell'ottica medioevale, proprio sulle orme del Keplero, che nei sessanta anni precedenti era stato lasciato dimenticare da un ambiente scientifico ancora chiuso ad ogni novità troppo rivoluzionaria rispetto alla scienza tradizionale.

Oggi la mentalità che si forma nella scuola è talmente diversa da quella di quattro secoli or sono e precedente ancora, che quando se ne sente descrivere la struttura, ci appare addirittura inverosimile e impossibile. Non si può credere che per secoli e secoli a scuola si insegnasse a non aver fede nella vista e a non credere a quello che si vedeva, se non era confermato dal tatto.

Siccome pensiamo che una tale incredulità attreversi anche la mente della maggior parte dei lettori, stimiamo utile aggiungere qualche esempio sulle ripercussioni scientifiche del profondo mutamento provocato da Galileo in questo senso.

Numerose e accurate ricerche sono state rivolte e individuare il « primo inventore », come allora si diceva, del microscopio composto. Il risultato è ben noto e ormai pacifico, anche se qualche storico, non del tutto imparziale propone di tanto in tanto soluzioni diverse. È un fatto che la documentazione dell'opera di Galileo in questo campo è indiscutibile: nessuno prima di lui, ha osservato piccoli oggetti mediante uno strumento munito di un obbiettivo convesso e di un oculare, cioè di uno strumento che si può chiamare un microscopio composto. Ciò risulta indiscutibilmente da quanto riferisce lo scozzese Giovanni Wodderborn, in una sua pubblicazione del 6 ottobre 1610, dal titolo « Quatuor problematum quae Martinus Horky contra Nuncium Sidereum de quatuor planetis novis disputanda proposuit Confutatio ». Si trattava della risposta

all'indegno libello dell'Horky, di cui abbiamo fatto cenno poco sopra e fra le altre cose riguardanti i Satelliti di Giove, il Wodderborn riferisce che Galileo ha osservato piccoli animali e gli occhi di certi insetti. Ma è anche un fatto che Galileo si è disinteressato subito di questo tipo di osservazioni, concentrando tutto il suo interesse su quelle celesti, che per lui avevano ben altro valore.

Lo strano è che, accanto a tante ricerche circa il primo inventore del microscopio composto, non si parla mai, almeno a quanto ci risulta, dell'invenzione del microscopio semplice.

Ora, tecnicamente parlando, il passaggio dal microscopio semplice a quello composto rappresenta un perfezionamento, un particolare tecnico; la grande novità di cui si dovrebbe occupare la storia della scienza è invece proprio l'applicazione delle lenti o di altri dispositivi ottici potenziatori del senso della vista, all'osservazione della natura. La storia della microscopia dovrebbe definire prima chi ha compiuto questo grande passo; il perfezionamento dei mezzi di osservazione dovrebbe costituire oggetto di studio in un secondo tempo.

Tanto più che il vero microscopio con cui sono state eseguite le grandi scoperte nel campo della biologia e delle scienze naturali nel corso dei secoli XVII e XVIII è stato quello semplice. Unanimamente si considera « padre della microscopia » Antony van Leeuwenhoek, nato a Delft (Olanda) nel 1632. A 16 anni apprese l'uso delle lenti d'ingrandimento per contare i fili delle stoffe, presso un'industria tessile. Quindi divenne « usciere » presso un ufficio governativo e impiegò il tempo trascorso nelle anticamere costruendo microscopii e facendo osservazioni. Era un autodidatta di cultura modestissima, che faceva tutto da se.

Fece delle scoperte così importanti, che la loro fama raggiunse i regnanti: ricevette la visita di Carlo II, di Giorgio I, della regina Anna; nel 1698 mostrò allo Zar Pietro I la circolazione del sangue nella coda dell'anguilla.

Ma i microscopi del Van Leeuwenhoek (se ne conservano più di 300) erano tutti semplici: egli non ha costruito neppure

un microscopio composto. D'altra parte l'esame tecnico del funzionamento del microscopio composto porta subito alla conclusione che con le possibilità costruttrici di quel tempo, il microscopio non poteva funzionare meglio di quello semplice; e ciò è stato anche confermato a posteriori con misure eseguite sui numerosi esemplari che si conservano nei Musei di microscopia; per quanto essi presentino un continuo progresso, costituiscono soltanto dei tentativi tenaci di pionieri, che facevano ogni sforzo per portare il microscopio composto al massimo delle sue possibilità; però è un fatto che questi sforzi sono stati coronati da successo soltanto verso il 1840, quando G.B. Amici ha avuto l'idea di applicare all'obbiettivo del microscopio la lente emisferica frontale. Da allora in poi il microscopio semplice ha perduto quota progressivamente ed è quasi uscito di circolazione.

Dopo questa ricostruzione sommaria della storia della microscopia, è inevitabile una domanda: dal momento che essa è nata col microscopio semplice, e che questo è costituito otticamente da una semplice lente convergente, perchè questa tecnica di osservazione è cominciata soltanto nella seconda metà del XVII secolo? Perchè, come si è visto, le lenti convesse erano conosciute da molto tempo prima: anche trascurando quelle adoperate dall'Alhazen e da Ruggero Bacone, furon bene le lenti convesse ad essere applicate alla correzione della presbiopia a partire dal 1285. Lenti d'ingrandimento furono usate anche da Leonardo da Vinci. Vi era dunque da molto tempo uno strumento ottico che poteva essere utilizzato per fare la microscopia. Perchè non fu adoperato?

Ma vi è di più. Anche uno specchio concavo è un microscopio. Ora è ben noto che gli specchi concavi sono già studiati nella « Catottrica » di Euclide, che come abbiamo già ricordato, risale al IV secolo a.C. Nel II secolo d.C. Claudio Tolomeo, già ricordato, ha fatto uno studio sistematico delle immagini date dagli specchi sferici. E siccome essi sono stati effettivamente costruiti, come specchi ustorii, almeno chi li ha

lucidati e usati deve aver osservato che davano immagini ingrandite. Allora, perchè essi non sono stati impiegati per fare la microscopia?

La domanda diviene ancor più imbarazzante se si cita l'operetta « L'ape » in versi, scritta da nobile fiorentino Giovanni Rucellai, cugino di Papa Leone X, e pubblicata in numerose edizioni nel 1539. In questo libretto l'autore espone l'anatomia dell'ape fatta osservandola mediante uno specchio concavo, a Roma, in Castel S. Angelo, nel 1524, un secolo prima di Galileo. Eppure neanche ora nessuno grida al miracolo e nessuno, assolutamente nessuno afferra a volo la grande idea di studiare la natura mediante uno specchio concavo. Nessuno tentò neppure di ripetere le osservazioni del Rucellai.

Non si può attribuire questo contegno alla modestia del mezzo di osservazione o alla sua poca praticità: ciò sarebbe ammissibile se qualcuno avesse provato e ne avesse avuto risultati deludenti. Niente di tutto questo. L'idea del Rucellai fu subito sepolta nell'oblio. Dunque se la microscopia non è stata fatta prima della seconda metà del secolo XVII la colpa non è tecnica: il microscopio c'era e di impiego facile e immediato: mancava la volontà di adoperarlo.

Ora inserendo questa storia della microscopia nel grande quadro della filosofia e della scienza antica e medioevale, tutto diviene chiaro e anzi necessario: sullo sfondo del quadro era scritto: « Non potest fieri scientia per visum solum »; il tatto non confermava mai ciò che si vedeva negli specchi concavi e attraverso lenti; dunque tutto ciò era un inganno.

Il microscopio c'era e l'umanità scientifica non l'ha voluto adoperare perchè lo riteneva un'impostura: la filosofia antica ha fatto perdere all'umanità almeno due mila anni di microscopia. Soltanto dopo la strepitosa e clamorosa vittoria di Galileo, che ha ridato la vista all'umanità, degli uomini nuovi, ignoranti, come diceva Leonardo, hanno praticato la microscopia.

Devesi notare che tutto questo decorso diverrebbe assurdo e incomprensibile se gli mancasse lo sfondo filosofico del quadro della storia del cannocchiale.

La quale, naturalmente non finisce a questo punto. Galileo, nel suo confino di Arcetri, negli ultimi due mesi della sua vita, parlò a un giovane intelligentissimo che lo assisteva, del problema ancora molto misterioso della « bontà » delle lenti. Il giovane valentissimo matematico, che rispondeva al nome di Evangelista Torricelli, si appassionò al problema, in modo tale che da allora in poi trascurò l'uso delle formule per mettersi a lucidar lenti, anche lui con le sue mani, come aveva fatto Galileo nel 1609.

Il Torricelli successe immediatamente a Galileo nella sua alta carica di « Matematico del Granduca » e purtroppo morì giovanissimo soltanto cinque anni dopo Galileo, nel 1647. Ma in quei cinque anni portò la tecnica dell'ottica fina al massimo delle possibilità ottiche, come è dimostrato da un campione che tuttora si conserva nel Museo della Storia della Scienza di Firenze.

* * *

Galileo, con le sue direttive tecniche deve essere considerato il fondatore dell'ottica fina; con le sue direttive filosofiche, deve essere considerato il demolitore dello scetticismo verso il senso della vista, e cioè colui che ha ridato all'umanità il pieno uso di questo senso meraviglioso.

Ridando la fede nell'uso della vista Galileo ha reso possibile l'osservazione continua e accurata della natura; promuovendo la costruzione degli strumenti di osservazione, che appunto quando sono ben fatti, potenziano in proporzione enorme le possibilità d'indagine del senso della vista, ha dato alla scienza le sue armi più potenti. Strumenti eccellenti e potenti, usati con la piena fede di vedere la verità hanno portato il progresso scientifico di questi ultimi tempi.

Perciò Galileo deve esser considerato il fondatore della scienza moderna.

BIBLIOGRAFIA

- (1) EUCLIDE, *Ottica e catottrica*. Trad. da P. Egnatio Danti, Firenze, Giunti, 1573.
- (2) ALHAZEN, *Opticae Thesaurus libri septem*. Trad. Federico Risner, Basilea, Episcopios, 1572.
- (3) F. MAUROLICO, *Photismi de lumine et umbra. Diaphancon seu de transparentium*. Napoli, Tarquini, 1611.
- (4) G.B. DELLA PORTA, *Magia Naturalis*. Ed. 1589. Napoli, Salviani. — *De Refractione*. Napoli, Cantini, 1593.
- (5) J. KEPLER, *Ad Vitellionem Paralipomena*. Francoforte, 1604.
- (6) — *Dioptrice*. Augusta, Franci, 1611.
- (7) G. GALILEI, *Sidereus Nuncius*. Venezia, Baglioni, 1610.
- (8) — *Il Saggiatore*. Roma, Mascardi, 1623.
- (9) F.M. GRIMALDI, *Physico-Mathesis de lumine, coloribus et iride*. Bologna, Benazi, 1665.
- (10) E. ROSEN, *The Invention of Eyeglasses*. « Journal of History of Medicine and Allied Sciences », 1956, vol. XI.
- (11) V. RONCHI, *Storia della luce*. 2ª ed. Bologna, Zanichelli, 1952.
- (12) — *Galileo e il suo cannocchiale*. 2ª ed. Torino, Boringhieri, 1964.
- (13) — *Optics, the science of vision*. New York, New York University Press, 1957.
- (14) F. SIZI, *Dianoia astronomica, ottica, fisica*. Trad. da Clelia Pighetti, con presentazione di V. Ronchi. Firenze, Barbera, 1964.

INDICE DEI NOMI

- ALBERTINELLI Bencivenni 772.
 ALHAZEN 740, 744, 746, 761, 762, 765, 841.
 AMICI G.B. 841.
 ANNA, Regina 840.
 ARISTOTELE 733, 827, 828.
 ARMATI Salvino, degli 746.
 BACON Roger 746, 841.
 BADOUÈRE Jacopo 774.
 BARBARO Daniele 751.
 BARTOLI Giovanni 772, 773, 775, 776, 785, 788, 793, 817.
 BEECKMAN Isacco 766.
 BELLARMINO Roberto, Santo 824, 826, 827, 830.
 BOTTI Matteo 835, 836.
 CARDANO Girolamo 751.
 CARLO II 840.
 CARTESIO (v. *Descartes Renato*).
 CESI Federico 807, 826, 835.
 CHAULIAC Guy, de 749.
 CICOGNINI Baccio 772.
 CLAVIO Cristoforo 821, 823, 825, 826, 827.
 CONTARINI Lodovico 791.
 COPERNICO 812.
 CREMONINO Cesare 827, 828.
 DAL MONTE F., cardinale 802.
 DELLA PORTA Giovan Battista 753-762, 766, 767, 776-778, 794, 807, 808, 824, 833-835, 837.
 DEMOCRITO 733.
 DESCARTES Renato 768.
 DE WAARD M.C. 766, 768.
 DIETRICHSTEIN Ludovico L.B., von 766.
 DINI Pietro 829, 830.
 DONATO Leonardo 789.
 EUCLIDE 732, 749, 841.
 FALIER Lodovico 792.
 FRACASTORO Girolamo 750, 751.
 GABRIELLI Giuseppe 834.
 GIORGIO I 840.
 GIUGNI Vincenzo 816.
 GLORIOSO Camillo 782.
 GRIENBERGER Cristoforo 783, 784, 821-823, 826.
 GRIMALDI Francesco Maria 839.
 GUALDO Paolo 828.
 GUALTIEROTTI Raffaello 793.
 HASTAL 815.
 HORKY Martino 781, 814-816, 839, 840.
 JANSSEN Zaccaria 766, 767.
 KEPLERO Giovanni 763-767, 778, 779-783, 803, 805-808, 810-815, 818-820, 829, 833, 837-839.

- LA GALA Giulio Cesare 781.
 LANDUCCI Benedetto 791.
 LEEUWENHOEK Antony, van 840.
 LEMBO Giovan Paolo 821, 823, 826.
 LEONARDO DA VINCI 737-738, 750,
 751, 841, 842.
 LEONE X, Papa 842.
 LIPPERHEY Giovanni 766, 767, 770,
 771.
 MAELCOTE Odo, van 821, 826.
 MAGAGNATI Girolamo 784.
 MAGINI Giovan Antonio 813-815.
 MAURIZIO di Nassau 796.
 MAUROLICO Francesco 761-764.
 MEDICI Cosimo II, de' 799, 800,
 803, 813, 816, 835.
 MEDICI Giuliano, de' 810, 811.
 METIUS Giacomo 766, 768.
 MONTAUTO Asdrubale, da 793.
 MOROSINI Andrea 828.
 MULA Agostino 779, 780.
 ORCHI Martino (v. *Horky Martino*).
 PAOLO, Maestro 779-781.
 PAOLO III, Papa 750.
 PETRARCA Francesco 749-750.
 PICCOLOMINI Enea 802, 803.
 PIETRO I, Zar 840.
 PLATONE 733, 738.
 PLUTARCO 828.
 PRIULI Geronimo 791.
 RICCIOLI P. 839.
 ROFFENI Giovan Antonio 814, 815.
 ROSEN Edward 745, 746, 749, 750.
 RUCELLAI Giovanni 842.
 SACCHETTI Franco 750.
 SAGREDO Giovan Francesco 779-783,
 833.
 SANTINI Antonio 815, 821, 822.
 SARPI Paolo 775.
 SASSETTI Cosimo 829-831.
 SCHEINER Cristoforo 819.
 SEGGET Tommaso 806.
 SISTI Niccolò 794.
 SIZI Francesco 817, 827.
 TOLOMEO Claudio 732, 749, 841.
 TOMMASO, Santo 736, 737.
 TORRICELLI Evangelista 843.
 URBANO VII, Papa 828.
 VENIERO Sebastiano 792.
 VINTA Belisario 772, 775, 801, 803,
 816.
 VITELLIONE 742.
 WELSER Marco 809.
 WODDERBORN Giovanni 839, 840.
 ZANNETTO, editore 834.

FILIPPO SOCCORSI

IL PROCESSO DI GALILEO

La primavera romana del 1611 offrì a Galileo radiose speranze: a Lui la gloria di aprire gli occhi degli uomini su un nuovo mondo: non più terra al centro, e sole, pianeti e stelle in rotazione; ma sole fermo e pianeti e terra rivolgentiglisi attorno.

Le vecchie idee tenevano ancora tenacemente il campo, e gelosie e risentimenti non mancavano di preparare avversari a Galileo. Ma Roma, centro universale del pensiero, era promettente per il grande Pisano. Già due Pontefici, Clemente VII (1523-1534) (1) e Paolo III (1534-1549) (2) avevano accolto con simpatia quella teoria eliocentrica. Il Card. Nicola Di Cusa (1411-1464), nella sua opera dal titolo *De docta ignorantia*, aveva scritto: « La terra non può essere ferma, ma si muove come le altre stelle. Perciò si muove su se stessa intorno all'asse del mondo nel giro all'incirca di un giorno e di una notte ».

Un canonico, Nicolò Copernico, nato a Thorn sulla Vistola (1473), per quasi quarant'anni continui attese ai suoi lavori di astronomia. Moriva settantenne nel 1543 ricevendo dalle mani del Retico, suo discepolo, la prima copia stampata della sua opera grande: *De revolutionibus coelestium libri sex*, in

(1) Alberto Widmanstetter di Ulma (1507-1558), eccellente umanista e segretario pontificio, nel 1533 spiegò l'ipotesi copernicana dinanzi al papa Clemente VII: ebbe in dono dal Pontefice un codice greco conservato nella biblioteca di Monaco.

(2) L'Opera di COPERNICO, *De revolutionibus coelestium* è dedicata a Paolo III.

cui aveva elaborato in forma scientifica la teoria eliocentrica. Un prelado, il Calcagnini di Ferrara (1475-1541) pubblicò nel 1520 un'opera dal titolo: *Che il cielo sta fermo e la terra si muove*. Un religioso, il P. Diego da Zuniga († 1589), teologo spagnolo, eremitano di Sant'Agostino, morto nel 1589 in atto di carità servendo gli appestati, aveva scritto in un commentario su Giobbe (Toledo 1584) al c. 9, v. 6, che il moto della terra fosse, anzichè contrario, piuttosto conforme alla Scrittura.

Ora il cannocchiale rivelava meraviglie (3), che si sarebbero presto volte in eloquenti argomentazioni per Copernico e avevano già conciliato a Galileo stima e autorità grande in Roma, anche presso il regnante Pontefice, Paolo V. « Questa mattina sono stato a baciare il piede a Sua Santità presentato dall'Ill.^{mo} ed Ecc.^{mo} Signor Ambasciator nostro, il quale mi ha detto che io sono stato straordinariamente favorito perchè Sua Beatitudine non comportò, che io dicessi pure una parola in ginocchioni. Tra i letterati reputati in queste corti, ne ho trovati alcuni veramente dotti, ma anco all'incontro de' molto sori, come a bocca sentirà V.S. Circa al mio particolare, tutti gli intendenti sono a segno, e in particolare, i Padri Gesuiti, come per alcuni segni evidenti conoscerà ognuno in breve » (4).

Mons. Dini, amico e confidente di Galileo, membro dell'Accademia dei Lincei, scrivendo a Cosimo Sassetti confermava: « I detti Padri Gesuiti sono grandi amici suoi (di Galileo) » (7 maggio 1611) (5).

Il soggiorno romano del 1611 fu per Galileo un vero trionfo in cornice ecclesiastica. Culminò in quella solenne tornata scientifica, che adunò al Collegio Romano Cardinali, prelati, prin-

(3) Il 12 marzo 1610 vide la luce il *Sidereus Nuncius* in cui Galileo descrive le scoperte da lui fatte col cannocchiale, non di sua invenzione, ma da lui perfezionato (GAL., *Op.*, vol. III [1] pp. 53-96). (Cfr. pure RONCHI, *Galileo e il cannocchiale*, Firenze, Istit. Geogr. milit.).

(4) Lettera di Galileo a Filippo Salviati in Firenze, da Roma, 22 aprile 1611 (GAL., *Op.*, vol. XI, p. 89).

(5) GAL., *Op.*, vol. XI, p. 102, n. 528.

cipi, letterati e studiosi di ogni fatta a pubblica dimostrazione dei meriti di Galileo (6).

Parte attiva ebbero gli « accademici del P. Clavio » (7), i quali, dotti nelle matematiche e cultori della nuova astronomia, illustrarono le sensazionali novità: i satelliti di Giove, le fasi di Venere, le stelluzze della Via Lattea, Saturno tripartito, le macchie del sole, le montuosità della luna. « Fui... dai Padri Gesuiti e mi trattenni lungamente col Padre Clavio e con due altri Padri intendentissimi della professione e suoi allievi; li quali trovai occupati in leggere, non senza gran risa, quello che ultimamente mi è stato scritto contro e stampato dal Signor Francesco Sizzi. Ho trovato che i nominati Padri, avendo finalmente conosciuta la verità dei nuovi pianeti Medicei, ne hanno fatto da due mesi in qua continue osservazioni, le quali vanno proseguendo; e le abbiamo riscontrate con le mie, e si rispondono giustissime » (8).

I filosofi mormorarono al sentire che Venere si aggirava intorno al sole. « Supervenit postmodum Galilaeus... et nova phaenomena illo inspectante toti Universitati in nostro Collegio Gregoriano exposuimus. Et Venerem circa solem verti ma-

(6) Circa la tornata accademica in onore di Galileo al Collegio Romano nel maggio 1611, GAL., *Op.*, vol. III (1), p. 13, e lettera, in data 23^a di Gregorio di Saint-Vincent S.J., al Confratello Giacomo v^o Straten in Bruges (GAL., *Op.*, vol. XI, p. 162, n. 562). In questa occasione tenne il discorso il P. Maelcote S.J. dal quale fu letto il *Nuncius Sidereus Collegii Romani* (GAL., *Op.*, vol. III [1] p. 291): in esso Galileo è presentato come « Patritius Florentinus, inter astronomos nostri temporis et celeberrimos et felicissimos merito numerandus ».

(7) Il P. Cristoforo Clavio, professore di matematica al Collegio Romano, l'eminente protagonista della riforma gregoriana del calendario, soprannominato l'Euclide del sec. XVI, tenne sempre con Galileo carissima amicizia fin dal 1587, quando Galileo ventitreenne ebbe a domandargli il suo avviso intorno alla dimostrazione su un problema baricentrico. (GAL., *Op.*, vol. I, p. 182 - vol. X, p. 22, n. 8).

(8) Lettera di Galileo a Belisario Vinta in Firenze da Roma, 1 aprile 1611 (GAL., *Op.*, vol. XI, p. 79, n. 505).

nifeste demonstravimus non absque Philosophorum murmure » (9).

Ma i competenti in materia, come il P. Clavio, il P. Griemberger e i loro discepoli, avevano riconosciuto a Galileo che era « necessario mutare la già concepita costituzione del mondo » (10).

Il Clavio nel terzo volume delle sue opere (Magonza 1611), enumera brevemente, con riferimento al *Nuncio Sidereo*, tutte le scoperte fatte dal Galilei con il suo telescopio, per concludere in fine: « essendo le cose così, vedano gli astronomi in che modo siano da costruire le sfere celesti, affinchè questi fenomeni si possano salvare ».

Galileo lasciò Roma portando in cuore gioie e speranze.

* * *

Da quella data cinque lustri della vita di Galileo interessano il nostro argomento. Tra un ricco e svariato intreccio di scene ed episodi potrebbero ora passare innanzi al nostro sguardo polemiche e denunce, esami e proibizioni, scaltrezze e fallimenti, interesse di amici e favore di principi, ostilità di rivali e incomprendione di giudici, regolare istruzione di processo e interrogatori, sentenza finale e sua esecuzione.

Una esposizione largamente descrittiva e aneddotica offrirebbe il vantaggio di meglio avvincere l'attenzione con l'attrattiva propria di vicende drammatiche. Ritengo tuttavia che essa non soddisferebbe le menti giustamente desiderose di ve-

(9) Lettera di Gregorio di Saint-Vincent a Cristiano Huyghens (CRISTIANO HUYGHENS, *Op.*, La Haye 1887 ss., t. II, p. 490).

(10) Lettera di Galileo alla Granduchessa Cristiana di Lorena, scritta nel 1615, contiene un richiamo ai colloqui di Galileo col P. Clavio nel 1611: « Potrei anche nominargli altri matematici, i quali, mossi da gli ultimi miei scoprimenti hanno confessato esser necessario mutare la già concepita costituzione del mondo, non potendo in conto alcuno più sussistere ». Alle quali parole si legge in margine apposta la postilla *Clavius* (GAL., *Op.*, vol. V, p. 328).

dere più che la molteplicità dei fatti il loro significato e valore. Neanche mi è sembrato opportuno insistere su certi particolari, come modalità seguite, autenticità di documenti, trattamento usato a Galileo, che sono stati pure oggetto di discussioni vivaci, ma che han perduto incertezza e interesse dopo la completa pubblicazione del carteggio e degli atti del processo.

Resta invece sempre di vivo interesse rivedere nelle sue linee essenziali lo svolgimento del dramma, precisare il valore giuridico dei decreti, cercare di penetrare nelle menti e negli animi dei protagonisti: ne balzan fuori questioni che, dibattute già tra passioni e confusioni di idee, voglion prevalersi della atmosfera pacificata di oggi per esser chiarite con giudizi illuminati e sereni.

II

PRIMA FASE DEL PROCESSO. — Tra il dicembre del 1615 e il giugno del 1616 Galileo fu nuovamente a Roma. Quadro diverso da quello del 1611! Tuttora cornice ecclesiastica; ma scena di insuccesso e sconforto.

L'epilogo avvenne in casa di S. Roberto Bellarmino. Il Santo Cardinale non era particolarmente qualificato per ufficio ad assolvere quel compito (11), ma vi era stato deputato dal Papa Paolo V: la sua santità e le sue buone relazioni con Galileo avrebbero meglio portato balsamo alla ferita. Si trattava di notificargli che doveva lasciare la sua opinione sul moto della terra.

L'ammonizione venne fatta, il 26 febbraio 1616, dal Cardinal Bellarmino in presenza del P. Commissario del S. Ufficio, di un notaio e di testimoni. Il P. Commissario dette poi lettura del precetto, che intimava a Galileo una rinunzia senza limitazioni: « *supradictam opinionem* » dice il testo del precetto « *omnino relinquat, nec eam de caetero, quovis modo, teneat, doceat aut defendat, verbo aut scriptis* ».

Otto giorni dopo la Congregazione dell'Indice avrebbe

(11) Il Cardinale Bellarmino non fu mai a capo della Congr. del S. Ufficio, ma ne era membro del pari che altri Cardinali.

Nel 1616 era il Card. Sfondrato che presiedeva sia alla Congregazione dell'Indice come a quella del S. Ufficio o dell'Inquisizione. (GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 277-323).

proibito temporaneamente l'opera di Copernico, fino a che alcune correzioni non avessero dato alla trattazione la forma puramente ipotetica di una teoria atta a interpretare le apparenze dei moti celesti, senza mai asserire che in concreto i fatti andavano a quel modo.

Perchè mai tanto rivolgimento di cose?

La S. Scrittura era stata coinvolta nella controversia. Non è a credere però che Galileo sia stato il primo a entrare nel terreno religioso-esegetico: ve lo trassero gli avversari, che, a corto di argomenti, si appellarono alla Scrittura (12). Galileo da parte sua avrebbe agito con maggior prudenza e accortezza se, attenendosi a saggi consigli ricevuti si fosse rifiutato di seguire i provocatori sul nuovo campo: insistendo sull'osservazione dei fatti avrebbe con più atto insinuato le nuove vedute, rimanendosene lui invulnerabile.

« Parlar cauto e come professore di matematica »: tale era il consiglio del Cardinal Maffeo Barberini, il futuro Urbano VIII (vedi lettera di Mons. Dini da Roma a Galileo in Firenze, 14 marzo 1615) (13).

Anche Mons. Ciampoli riferiva a Galileo l'avviso del Cardinal Maffeo Barberini, scrivendogli da Roma, il 28 febbraio

(12) Tra i primi ad appellarsi alla Scrittura per argomentare contro Galileo fu un tal « Ludovico delle Colombe » fiorentino (GAL., *Op.*, vol. III [1], pp. 389-90 e p. 12).

Passi della S. Scrittura coinvolti nella controversia copernicana (considerate anche le discussioni nei centri accademici e nei circoli colti):

« *Sol contra Gabaon ne movearis... Steterunt sol et luna* » (Job. 10, 12-13; Eccl. 46, 5; Hab., 1, 4).

« *Commoveatur a facie eius omnis terra: ipse enim fundavit orbem immobilem* » (1 Paralip. 16, 30).

« *Qui extendit aquilonem super vacuum, et appendit terram super nihilum* » (Job. 26, 7).

« *Exultavit (sol) ut gigas ad currendam viam* » (Ps. 18, 6).

« *Fundasti terram super stabilitatem suam* » (Ps. 103, 5; Ps. 118, 90).

« *Generatio praeterit, et generatio advenit: terra autem in aeternum stat. Oritur solo et occidit, et ad locum suum revertitur: ibique renascens, gyrat per meridiem, et flectitur ad Aquilonem* » (Eccl. 1, 4-6).

(13) GAL., *Op.*, vol. XII, p. 155, n. 1095.

1615: « il Signor Cardinal Barberino il quale, come ella sa per esperienza, ha sempre ammirato il suo valore, mi diceva pure ierisera, che stimerebbe in queste opinioni maggior cautela il non uscir dalle ragioni di Tolomeo e del Copernico, e finalmente che non eccedessero i limiti fisici e matematici, perchè il dichiarar le Scritture pretendono i teologi che tocchi a loro; e quando si porti novità, benchè per ingegno ammiranda, non ogn'uno ha il cuore senza passioni, che voglia prender le cose come son dette: chi amplifica, chi tramuta; tal cosa esce di bocca dal primo autore, che tanto sarà trasformata nel divulgarsi, che più non la riconoscerà per sua » (14).

Uguale avviso fu riferito a Galileo da parte del Cardinal Bellarmino: il Ciampoli gli scriveva da Roma in data 21 marzo 1615 che, avendo ragionato a lungo col Cardinal Bellarmino, si concludeva che quando Galileo trattasse « del sistema copernicano e delle sue dimostrazioni senza entrare nelle Scritture, la interpretazione delle quali vogliono che sia riservata ai professori di theologia approvati, con pubblica autorità non ci doverà essere contrarietà veruna; ma che altrimenti difficilmente si ammetterebbero dichiarazioni di Scrittura, benchè ingegnose, quando dissentissero tanto dalla comune opinione dei Padri della Chiesa » (15).

Il giusto metodo da seguire era stato del resto ben definito da Galileo stesso il quale scriveva a Mons. Dini in Roma, da Firenze, maggio 1615:

« Il modo per me speditissimo e sicurissimo per provare che la posizione copernicana non è contraria alla Scrittura, sarebbe il mostrar con mille prove che ella è vera, e che la contraria non può in alcun modo sussistere; onde non potendo

(14) Ibid., p. 146, n. 1085.

(15) Ibid., p. 160, n. 1099.

due veritati contrariarsi, è necessario che quella e le Scritture siano concordissime » (16).

Temperamento ardente invece, e forse anche insofferente di qualche discredito presso l'opinione pubblica, volle contrattaccare l'avversario. Lo fece tuttavia con competenza, esponendo principii assai giusti e sensati. Ne fan fede due sue celebri lettere, a Don Benedetto Castelli (17) e alla Granduchessa Cristina di Lorena (18), le quali devono la loro origine ad una gustosa discussione avvenuta il 12 dicembre 1613 in un pranzo di Corte a Pisa (19).

Erano tra i commensali Cosimo Boscaglia, professore di filosofia e peripatetico zelante, e Don Benedetto Castelli, monaco benedettino, discepolo di Galileo e lettore di matematica allo Studio di Pisa. Questi, tra il comune interesse, parlò dei pianeti Medicei scoperti da Galileo e dei loro moti intorno a Giove. Don Antonio de' Medici si rimirava il Castelli « con faccia gioconda e maestosa »; intanto il Boscaglia sussurrava all'orecchio della Granduchessa Cristina e alla fine, pur riconoscendo le novità scoperte col cannocchiale, concludeva con la riserva che il moto della terra non si poteva ammettere, massime perchè contrario alla S. Scrittura. Finita la tavola il Castelli si accomiatò; ma fu richiamato dalla Granduchessa, la quale riprese a discutere argomentando contro di lui con la S. Scrittura.

Galileo, assente, ma ispiratore della conversazione, inter-

(16) Ibid., p. 184, n. 1124.

(17) Lettera di Galileo a Don Benedetto Castelli, 21 dicembre 1613 (GAL., *Op.*, vol. v, p. 279).

(18) Lettera di Galileo a Madama Cristina di Lorena Granduchessa di Toscana (anno 1615) (GAL., *Op.*, vol. v, p. 307).

(19) GAL., *Op.*, vol. v, pp. 263-64; sulla discussione avvenuta il 12 dicembre 1613 in un pranzo di corte a Pisa.

venne poi con le citate lettere, il cui contenuto può riassumersi nelle seguenti riflessioni.

In questioni scientifiche, che possono essere oggetto di dimostrazioni naturali, la prima cosa non è ricorrere alle Scritture, ma accertarsi come le cose stiano di fatto; da questo si sarà guidati a ritrovare i veri sensi delle Scritture, qualora di tali cose facciano menzione; due verità, infatti, non possono mai contraddirsi.

È in secondo luogo da avvertire che, parlando dei moti celesti (come del sorgere o calare del sole o del suo correre da oriente a occidente) le S. Scritture altro non intendono che usare il comune linguaggio per significare le apparenze. Nulla quindi si può argomentare dalla S. Scrittura in favore di un moto reale del sole.

Molto a proposito Galileo prosegue appellandosi all'autorità di S. Tommaso e S. Agostino. Il Dottore Angelico (in *Job*, c. 27) non manca di osservare come, in certe descrizioni della natura, la Scrittura si accomoda ai termini e alle credenze del volgo; e S. Agostino (*De Genesi ad litteram*, l. I, c. 19) ammonisce gravemente che « nessuna proposizione può essere contro la fede (Galileo pensava qui alla tesi copernicana) se prima non sia dimostrata falsa con certissimi argomenti; che se poi questa falsità si prova (qui Galileo pensava alla ipotesi tolemaica), non era la proposizione contenuta nella S. Scrittura, ma solo era tenuta dalla umana ignoranza ».

Infine, insiste Galileo, quanti ritengono che la S. Scrittura si pronunzia per il sistema tolemaico, devono di conseguenza ammettere che, anche nell'ambito degli argomenti naturali, la tesi tolemaica, essendo vera, dovrebbe essere in posizione più vantaggiosa della contraria falsa. Perchè dunque lasciano subito gli argomenti di ragione per appellarsi alla Scrittura? (fin qui il contenuto delle lettere).

Concludendo: la Scrittura, pur parlando del moto del sole,

e perchè si limita alle apparenze e perchè si esprime col linguaggio d'uso, nulla dice di un moto reale del sole stesso; perciò la tesi copernicana non contraddice in nulla alla Scrittura.

Perchè allora l'intimazione a Galileo di lasciarla?

Fu un abbaglio collettivo dei giudici ecclesiastici: quel moto del sole che essi avevano negli occhi e nella mente lo han proiettato nelle Scritture e lo han preso per parola di Dio. Quel che era, direbbe S. Agostino, nell'umana ignoranza, lo hanno attribuito alla Scrittura. Non è neanche a dire che han preso i Sacri Testi alla lettera, ma piuttosto che hanno attribuito alla lettera stessa un senso che non aveva. Se un professore di astronomia ci asserisce oggi che all'equinozio di primavera il sole passa dal segno dei Pesci a quello dell'Ariete non lo prendiamo certo per tolemaico perchè ci parla di spostamento del sole, nè diciamo che ci parla un linguaggio metaforico; la sua asserzione può ben esser presa alla lettera; ma la lettera è da riferirsi al solo moto apparente, vale a dire al solo aspetto relativo del moto e non già a un moto assoluto. Non altrimenti deve giudicarsi del senso delle Scritture quando parlano di moto del sole: più che linguaggio improprio o metaforico si tratta di linguaggio che è limitato all'apparenza dei moti, e che di conseguenza ammette tutte le interpretazioni di cui sono suscettibili le apparenze stesse.

I giudici della controversia invece hanno scartato o neanche hanno avvertito la possibilità di un tale linguaggio, e han visto opposizione formale tra la S. Scrittura che dice « il sole si muove » e la tesi copernicana che dice « il sole non si muove », e han dato questa per eretica. Di conseguenza han dato per « erronea nella fede » la correlativa proposizione sul moto della terra. Dal punto di vista razionale poi, han giudicato ambedue le proposizioni come « stolte e assurde in filosofia ».

Le due proposizioni copernicane, sulla stabilità del sole e sul moto della terra, erano state sottomesse in data 19 febbraio

1616 all'esame dei Consultori del S. Ufficio. Questi si adunarono il 23 febbraio e, di comune avviso, si pronunciarono per le qualifiche sopra citate (20). Il 24 febbraio le censure furono proposte e accettate nell'assemblea dei Cardinali, membri del tribunale dell'Inquisizione. Il 25 febbraio le stesse censure furono lette nella seduta dei Cardinali Inquisitori alla presenza del Papa, Paolo V. Questi ordinò al Cardinal Bellarmino di chiamare a sè Galileo per avvertirlo che doveva lasciare quelle opinioni (21). L'ammonizione fu fatta il 26 febbraio a nome del Papa e della Congregazione del S. Ufficio (22). Il 5 marzo seguì il decreto della Congregazione dell'Indice intorno alle opere di Copernico e alcune altre che esponevano la stessa tesi o la sua conciliabilità con la Scrittura (23).

È da notare come solo il decreto della Congregazione dell'Indice riguardasse l'universalità dei fedeli; esso però non era dottrinale, ma disciplinare: per quanto infatti poggiasse su presupposti di ordine dottrinale quali erano le errate censure, il suo oggetto tuttavia non era una dottrina da tenere, ma una disciplina da osservare intorno a certi scritti. Le censure delle

(20) La censura « formalmente eretica » avrebbe preteso di rilevare una opposizione formale ed esplicita tra la tesi copernicana e la parola di Dio espressa dalla S. Scrittura.

La censura « errore nella fede » non rileva una immediata opposizione tra parola di Dio e tesi enunziata: appare quindi che la pretesa opposizione formale tra Scrittura e tesi copernicana è stata vista nei passi che parlano di moto del sole, e non in quelli che parlano della stabilità della terra, apparendo ovviamente che la immobilità, stabilità, permanenza della terra, asserita in vari testi della Scrittura (cfr. nota 12), non è da intendersi nel senso di una esclusione di moto locale rispetto al sole.

(21) GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 321; il Card. Bellarmino riceve ordine di ammonire Galileo.

(22) GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 321-22: Galileo è ammonito di lasciare l'opinione copernicana: promette ubbidienza (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 278).

(23) Il 5 marzo 1616 la Congregazione dell'Indice emanò un decreto col quale venivano sospese, « *donec corrigantur* » le opere di Nicolò Copernico « *De revolutionibus orbium coelestium* ». I passi da correggere nell'opera di Copernico sono riferiti nella Edizione Nazionale delle *Op.* di GAL. al vol. XIX, pp. 400-1.

proposizioni copernicane non sono mai state promulgate con un decreto dottrinale del S. Uffizio. A riguardo poi di Galileo questo Tribunale procedette in via puramente amministrativa, intimandogli un precetto personale. È da rilevare infine che il Papa ha approvato il decreto della Congregazione dell'Indice in quella forma « comune » che lascia il decreto atto di Congregazione, e non lo ha confermato con quella approvazione « in forma specifica » con cui il Papa fa suo un decreto costituendosene Autore.

Avremo occasione di tornare in seguito su questi rilievi per valutare la portata dei decreti. Osserviamo ora che, una volta commesso il primo errore di giudicare contraria alla Scrittura la tesi copernicana, le logiche conseguenze si spiegano; ma il primo errore domanda ancora una spiegazione, non già per essere giustificato, ma per essere compreso come atto psicologico: non è stato infatti l'errore di un singolo, ma un errore collettivo, che necessariamente domanda una causa che abbia influito su la mente di molti, sebbene non di tutti. Quale è stata questa causa?

* * *

Galileo, si osserva sovente, non aveva dato una dimostrazione rigorosa della teoria eliocentrica (24); anzi il suo massimo argomento delle maree era sbagliato; non è dunque da far meraviglia se i teologi se ne son rimasti alla interpretazione tradizionale delle Scritture.

L'osservazione sarebbe a proposito se quei teologi si fossero limitati a diffidare della nuova interpretazione; ma essi sono andati oltre e l'han positivamente esclusa, come contraria alle Scritture, mentre non potevano legittimamente giungere a tanto

(24) Cfr. APPENDICE I, a pag. 901.

estrema conclusione. Anche dato e non concesso che le Scritture, prese alla lettera, significassero un moto reale del sole, si doveva anche prendere in considerazione la possibilità di un linguaggio improprio e metaforico che non è per nulla estraneo ai libri Santi. Tutti sanno che la Scrittura ricorre manifestamente a metafore quando, per esempio, parla di Dio con immagini antropomorfe, dicendo in pari tempo che Egli è puro Spirito. Per quanto poi riguarda le questioni naturali, gli stessi giganti della teologia, Agostino e Tommaso, insegnavano che la S. Scrittura non intende istruirci su la natura dei fenomeni, ma si limita a descriverne le apparenze usando i termini correnti, adattandosi in tal modo alle opinioni del volgo (25).

Non si può dunque leggere nelle Scritture più di quel che le Scritture stesse intendono dire: vi si può al più rivedere quel che gli uomini pensano di certi fenomeni, ma non quel che ne sa la sapienza di Dio. Perchè dunque si escluse l'interpretazione copernicana delle Scritture, come se Dio avesse rivelato un'altra spiegazione dei moti celesti?

Fu certamente in causa un istintivo rifuggire da nuove interpretazioni, in reazione a quel libero esame dei protestanti, che, lasciando le Scritture alla interpretazione individuale, aveva aperto la via a ogni sorta di aberrazioni.

È fuor di dubbio che con questo tocchiamo il grande motivo che eccitò e agitò irrequietamente la causa.

In tempi in cui la Chiesa tanto aveva patito a causa del libero esame nella interpretazione delle Scritture, proclamato dalla riforma protestante, era inevitabile una diffidente preoccupazione di fronte a qualsiasi novità in tali argomenti. Nei riguardi di Galileo si indagò espressamente se tenesse relazioni

(25) La S. Scrittura parlando di fenomeni naturali, non si propone di istruirci sulla natura dei fenomeni, ma si limita a descriverne le apparenze, usando il linguaggio comune (S. AGOSTINO, *De Genesi ad litteram*, I, 2, c. 9 - S. TOMMASO: I, 2, q. 98, a. 3 ad 2).

con i protestanti o altri elementi sospetti (26); in seguito si provvide a che non avesse contatti di questo genere (27).

Ciò costituisce in pari tempo la più notevole attenuante dell'errore, cui concorsero, con l'intenzione retta di salvare la fede, turbamenti e preoccupazioni, nonchè mancanza di luce sulla novità scientifica. Tuttavia non resta ancora sufficientemente spiegato l'errore: per verità, non era una felice reazione agli abusi del libero esame l'attribuir tanto decisamente alle Scritture un senso che, se pure non era ancora dimostrato falso, poteva però esserlo.

Le circostanze di allarme avrebbero ancora giustificato un decreto disciplinare che tenesse la questione in sospeso o che anche interdicesse, fino a prove più mature, ogni pubblica discussione su nuovi sensi da dare alle Scritture. Ma perchè andare oltre e dare per pregiudicata dai S. Testi la posizione copernicana?

Resta a esaminare se fu per passione. Forse fu una invidiosa rivincita di peripatetici, che, offesi dall'arguzia mordace e ironica di Galileo e vista in pericolo la loro scienza han letto le Scritture con le traveggole agli occhi, pur di salvare il proprio prestigio.

Certamente passioni di tal genere non furono estranee alla contesa; esse però erano rivalità intellettuali e gelosie di mestiere destate in scienziati di antico stampo, specie delle Università di Pisa, Padova e Bologna: matematici e filosofi ad un tempo, essi insegnavano quell'astronomia fisica aristotelica che veniva a trovarsi in insanabile contrasto con le novità rivoluzionarie di Galileo. Questi non aveva mancato di far osservare che Aristotele redivivo non avrebbe visto in lui un rivale, ma un alleato. Fu proprio Aristotele infatti che mosse per primo contro quel Parmenide, che, dopo aver costruita a occhi chiusi

(26) GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 309-10.

(27) *Ibid.*, p. 288-89.

la filosofia dell'essere, costringeva poi le realtà visibili, che andavano in tutt'altro modo, a entrar contro natura negli schemi concettuali da lui preconcepiti. In reazione a tanto abuso, Aristotele pose a fondamento della sua filosofia naturale il sano principio di prima guardare i fatti e poi ragionarci su (28).

È vero che, accogliendo poi gli errori della fisica e dell'astronomia del tempo e cercando di illustrarli e inquadrarli nelle sue vedute filosofiche, ha dato egli stesso ai suoi discepoli una filosofia della natura ingombra di applicazioni errate; ma questa congerie di errori rimaneva sempre parte aggiunta, separabile e repudiabile, non solo rispetto alla filosofia peripatetica presa in tutta la sua ampiezza, ma anche rispetto a quella parte della filosofia della natura che riconosce in Aristotele il suo autore e non solo l'interprete di dati scientifici altrui.

A separare però applicazioni errate da principii retti, il falso dal vero, l'incerto dal certo, sarebbero occorse menti perspicaci e padrone di tutto il campo filosofico; ma queste mancavano negli ambienti accademici sopra ricordati, tanto più che, a seguito del periodo di decadenza della scolastica l'insegnamento filosofico laico aveva messo da parte proprio le parti buone della metafisica aristotelica, e convergeva tutto, oltre che sulla logica, sulla fisica peripatetica (29). Filosofi di tal fatta dovevano sentire negli attacchi di Galileo una questione di vita o di morte; costoro si dettero a consultar le Scritture con istinto di conservazione: tanto bastava perchè vi trovassero l'affermazione delle proprie idee.

Per i teologi la questione si poneva in termini diversi: i loro studi filosofici in preparazione alla teologia erano principal-

(28) HOENEN S.J., *Cosmologia*, l. II, cap. I: *De Mechanismo*, l. IV, cap. I, *De principiis corporis naturalis*.

(29) GIACON S.J., *Galilei e la scolastica della decadenza*; Conferenza del Ciclo Nazionale promosso dalla R. Accademia d'Italia nel III Centenario della morte di Galileo. Pubblicazioni dell'Università Cattolica del S. Cuore. Serie Quinta: Scienze Storiche - volume XX.

mente in altri settori: fisica e astronomia erano per loro la parte secondaria e trascurabile della filosofia, che a buon diritto avrebbero potuto rinnegare; ciò non toglie però che, di fatto, non avvertendo gli errori e fidandosi della scienza del tempo, vi stessero attaccati quasi come a parte integrante di quel sistema filosofico di cui tanto si valeva la teologia; propendevano pertanto a salvare in blocco tutta la filosofia peripatetica. Nessuno però potrebbe spingere questo attaccamento fino a supporre che i teologi subordinassero la teologia alla fisica di Aristotele, prendendo questa come dogma supremo da salvare e come canone per interpretare le Scritture.

Altra cosa è che, interpretando le Scritture, risentissero di quella mentalità filosofica viziata; questo può e deve essere ammesso, ma è insieme un concludere che i teologi, nel giudicar erratamente la questione copernicana, non peccarono di invidia, ma furono fondamentalmente sotto l'influsso di pregiudizi, anche se vi si è unito, specie nell'uno e nell'altro, un superficiale assolutismo o quella passione che facilmente accalora gli animi quando si sostengono opinioni care e contrastate.

Ci conferma in questa persuasione lo stesso Galileo, il quale, se si è più volte lamentato di attacchi e malignità da parte di nemici (30) ha però trovato a questo riguardo comprensione e soddisfazione negli ambienti romani. Al Picchena infatti scrive: 23 gennaio 1616: « La speranza certa che ho di condurre a fine l'impresa grandissima, e che già aveva fatta gagliarda impressione in contrario in quelli da chi dipende la determinazione, mi fa tollerare con pazienza ogni fatica: al che si aggiunge la consolazione che sento nel veder quanto Dio benedetto gradisca l'integrità e purità della mia mente, poi che fa risultare in mia riputazione quei medesimi artifizii che i miei avversari avevano orditi per mio ultimo detrimento » (31).

(30) Cfr. APPENDICE II, a p. 913.

(31) GAL., *Op.*, vol. XII, p. 228, n. 1171.

6 febbraio 1616: « Gli dico, il mio negozio esser del tutto terminato in quella parte che riguarda l'individuo della persona mia; e che da tutti quelli eminentissimi personaggi che maneg-giano questa materia mi è stato liberamente e apertamente significato, assicurandomi la determinazione essere stata di aver toccato con mano non meno la candidezza e integrità mia, che la diabolica malignità e iniqua volontà de' miei persecutori: sì che, per quanto appartiene a questo punto, io potrei ogni volta tornarmene a casa mia » (32).

12 marzo 1616: « Ieri fui a baciare il piede a Sua Santità, con la quale passeggiando ragionai per tre quarti d'ora con benignissima udienza. Prima gli feci riverenza in nome delle Ser.^{me} Alt.^{ze} nostre Signore... Raccontai a S. S.tà la cagione della mia venuta quà.... Feci constatare a S. S.tà la malignità de' miei persecutori e alcune delle loro false calunnie; e qui mi rispose che altrettanto era da lui stata riconosciuta l'integrità mia e la sincerità di mente: e finalmente, mostrandomi io di restar con qualche inquiete per dubbio di avere ad esser sempre perseguitato dall'implacabile malignità, mi consolò con dirmi che io vivessi con l'animo riposato, perchè restavo in tal concetto appresso S. S.tà e tutta la Congregazione, che non si darebbe leggermente orecchio ai calunniatori, e che vivente lui potevo essere sicuro; e avanti che io partissi, molte volte mi replicò d'esser molto ben disposto a mostrarmi anco con effetti in tutte le occasioni la sua buona inclinazione a favorirmi » (33).

Anche Mons. Dini, grande amico di Galileo e zelante patrocinatore della sua causa, ci attesta come in Roma la controversia fosse agitata non da gelosie o malanimo, ma da divergenza di idee intorno a una questione che era stimata assai grave: « per ancora ognuno sta all'erta in negozio di tanta portata » scriveva a Galileo in data 7 marzo 1615, « ma i matematici non

(32) Ibid., p. 230, n. 1174.

(33) GAL., *Op.*, vol. XII, p. 248, lett. 1189.

la sentono tanto dubbiosa come i professori di altre scienze ». Lo stesso Lorini, che fu autore della denuncia, ci dà a vedere come l'opposizione dei teologi avesse la sua radice in divergenze di giudizi e non in passioni: nella lettera infatti che ebbe a scrivere al card. Sfondrati e in quella anteriore inviata a Galileo, egli mostra di non riscaldarsi troppo per questioni filosofiche o astronomiche, ma di preoccuparsi della coerenza con le Scritture (34).

A simile conclusione infine ci conduce anche quel Caccini che partecipò alla denuncia e che, dopo aver lanciato dal pulpito di S. Maria Novella la nota invettiva contro i matematici con manifesta allusione al Galilei, incontratosi poi con questo a Roma, non mancò di chiedergli scusa per il grave trascorso di lingua, ma si fece nondimeno un dovere di esortarlo a lasciare certe dottrine contrastanti con la Scrittura (35).

Abbiamo dunque essenzialmente a che fare non con passioni, ma con pregiudizi.

Un S. Tommaso non sarebbe certo caduto in errore. Il suo pensiero, spaziando luminosamente per tutta la vastità dell'essere, si era aperte visuali libere, pronte ad accogliere in organica sintesi non solo tutte le verità che l'uomo potesse scoprire, ma anche i superni veri che Dio aveva rivelati. In fatto di astronomia, l'Aquinate segue pure le teorie riferite da Aristotele; confrontandole però con le assolute esigenze del vero, non aveva mancato di rilevare che i moti celesti potevano ammettere spiegazioni diverse dalla tolemaica e fa anche un appunto ad Aristotele per aver concesso troppa fiducia a quella opi-

(34) Il Lorini rimise al Card. Sfondrati la lettera di D. B. Castelli dicendo esplicitamente di aver scritto « non in modo di giudiziale deposizione », ma solo a titolo di informazione, rimettendo il da farsi al giudizio della Inquisizione (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 293 e 297).

Già fin dal 5 novembre 1612 il Lorini aveva scritto a Galileo per chiarire la posizione da lui presa (GAL., *Op.*, vol. XI, p. 427, n. 793).

(35) Circa l'incontro dei Caccini con Galileo, cfr. lettera di Galileo a Curzio Picchena, 6 febbraio 1616 (GAL., *Op.*, vol. XII, p. 230, n. 1174).

nione (36). Senza difficoltà alcuna, infine, S. Tommaso avrebbe conciliato Libri Sacri e interpretazione copernicana, dal momento che nei passi scritturali sul moto del sole altro non vedeva se non una espressione delle apparenze e un riflesso delle credenze comuni e non una spiegazione dei fenomeni.

Tanta agilità di vedute mancò nei giudici di Galileo. È da rilevare anzitutto che essi erano dei teologi e nessuno era perito in astronomia. Da competenti, veri e seri, in questa materia dovevano aver appreso che le prove di Galileo non potevan dirsi perentorie: essi, dal canto loro, andarono oltre e le riprovarono positivamente a causa della pretesa opposizione con le Scritture; alla intelligenza di queste però si eran dati con visioni anguste, che risentivano dei pregiudizi del tempo. Essi avrebbero anche potuto rendersi indipendenti da ogni mentalità pregiudicata, se si fossero attenuti al classico principio esegetico che legge nei S. Testi la sola espressione delle apparenze e delle opinioni popolari, e non le spiegazioni dei fenomeni. In reazione però agli abusi del libero esame, la esegesi di allora non faceva che guardare alle interpretazioni tradizionali.

Questo atteggiamento, pienamente giusto in materia di dogma e morale perchè era un risalire alle genuine fonti del cristianesimo, in fatto di astronomia era già un pregiudicar la questione, perchè le interpretazioni tradizionali riferivano nella maggioranza le idee tolemaiche. Prese poi a modello interpretazioni che aggiungevano alla lettera della Scrittura anche le spiegazioni scientifiche del tempo, si veniva implicitamente a perder di vista il principio esegetico sopra ricordato e ad essere

(36) Giudizio di S. Tommaso d'Aquino su la ipotesi tolemaica; « Illorum (cioè degli astronomi antichi e recenti) suppositiones quas adinvenerunt, non est necessarium esse veras; licet enim talibus suppositionibus factis, appareant solvere (irregularitates), non tamen oportet dicere has suppositiones esse veras: quia forte secundum aliquem alium modum nondum ab hominibus comprehensum, apparentia circa stellas salvantur. Aristoteles tamen utitur huiusmodi suppositionibus ad qualitatem motuum (explicandam) tamquam veris » S. THOMAS, *De coelo*, L. 2, lect. 17.

invece dominati dalla preoccupazione di dover vedere nelle Scritture anche la spiegazione dei fenomeni: si ricadeva così sotto l'influsso di errori e preconcezioni.

Non sembra probabile che i teologi abbiano errato per aver semplicemente concesso cieca fiducia alla scienza ufficiale di allora, quasi che, standosene nella imperturbata presunzione che il moto del sole intorno alla terra fosse seriamente provato, avessero di conseguenza attribuito alle Scritture quel senso che presupponevano certo per argomenti naturali. In favore di questa supposizione potrebbe pure portarsi il fatto che la censura teologica, che dava per eretica ed erronea nella fede la posizione copernicana, era preceduta da quella censura filosofica che dava la dottrina stessa per « stolta e assurda in filosofia », rilevandone una contraddizione con la scienza o filosofia della natura legittimamente ammessa.

Sta però anche il fatto più significativo che i teologi non insistevano in disquisizioni scientifiche, ma a queste opponevano le affermazioni della Scrittura. Non dovevano poi ignorare che, dal punto di vista scientifico, le vecchie idee erano in crisi: le recenti scoperte astronomiche che avevano pur costretto a trasformare, almeno parzialmente, il sistema planetario da geocentrico in eliocentrico; ovvi argomenti di analogie attaccavano di conseguenza anche la presunta posizione privilegiata della terra per mettere piuttosto il sole al centro dell'intero sistema; ed è contro questi attacchi non ignorati della nuova scienza che si opponeva l'autorità delle Scritture.

Vien pertanto da pensare che piuttosto la censura filosofica si sostenesse ancora con fiducia perchè si riteneva appoggiata da argomenti di teologia; e che la impossibilità del sistema copernicano fosse insinuata nella mente dei teologi non tanto dalla scienza del tempo, quanto direttamente dalla S. Scrittura, letta tuttavia non senza preconcezioni.

Dal punto di vista scientifico infatti (cfr. Appendice I. pag. 901) il sistema Tolemaico era in crisi e il sistema ibrido di

Tycho Brahe era stato escogitato precisamente per concordare le nuove constatazioni di fatti innegabili con le antiche interpretazioni della Scrittura, dalle quali anche il protestante Tycho non sapeva svincolarsi del pari che Melantone e Lutero. Nè i giudici ecclesiastici potevano ignorare quegli attacchi della nuova scienza, che eran fondati su le scoperte astronomiche divulgate in Roma fin dal 1611; il Cardinal Bellarmino in particolare si consultava con P. Griemberger, tanto apprezzato dallo stesso Galileo. Lo stesso atteggiamento del Griemberger ci ridice in modo espressivo come l'opposizione si appoggiasse direttamente alle Scritture e non a preconcezioni scientifici. Detto padre infatti dovette pure in un primo tempo pronunciarsi senza esitazione per la concezione copernicana, insieme col Padre Clavio (cfr. nota 10); ce lo conferma la corrispondenza che nel 1615 scambiò col P. Kirwitzer (D'ELIA, *Echi delle scoperte galileiane in Cina vivente Galileo*, 1612-40, tra le conferenze del Ciclo Nazionale promosso dalla R. Accademia di Italia nel III Centenario della morte di Galileo). Ciò nonostante il Griemberger, che doveva essere d'indole timorosa, di fronte alle obiezioni opposte dai teologi, privato dell'autorevole appoggio del Clavio (morto nel 1612), fu preso da esitazione, tanto che il 7 marzo 1615 Mons. Dini, riferendo a Galileo il pensiero del Griemberger, scriveva: « quanto agli argomenti che si fanno per la parte di V. S. dubita detto padre non siano più plausibili che veri, poichè li fa paura qualc'altro luogo delle Sacre Carte » (37).

Forse al solo pensare « moto di un corpo celeste » le menti erano tutte prese dall'idea di un moto assoluto (concepito in relazione uno spazio circostante con punti di riferimento fissi), sì che, leggendo nelle Scritture « moto del sole », non sapevano

(37) GAL., *Op.*, vol. XII, p. 515, n. 1090 - cfr. anche lettera del Torricelli a Galileo sul conto del Griemberger: vol. XIV, p. 387, n. 2301.

più salvarne la verità se non attribuendo al sole un moto reale rispetto a un ambiente immobile.

Ci potrebbe confermare questa supposizione una incongruenza di idee, che ci è dato cogliere nelle argomentazioni di allora. Mentre da un lato si riconosceva che, in un ordine di matematica astrazione le apparenze dei moti celesti si sarebbero spiegate anche supponendo il sole fermo e la terra in moto, si negava d'altra parte che questa ipotesi potesse esser vera, facendosi anche appello alla semplice testimonianza della vista, la quale avrebbe rilevato non solamente una apparenza di moto del sole, ma un moto vero e proprio (38).

Non si avvertiva dunque che la vista coglie il solo aspetto geometrico del moto, che sta nel cambiamento delle posizioni rispettive ed è un aspetto puramente relativo, indifferentemente spiegabile, nel nostro caso, sia col moto del sole e delle stelle, sia col moto della terra. Non sembra pertanto fuor di luogo concludere che l'aspetto puramente relativo del moto non doveva far presa sulle menti, o almeno non doveva salvare abbastanza il concetto di moto. Di conseguenza, il parlar di moto del sole nell'ipotesi eliocentrica doveva suonar un linguaggio non tanto metaforico quanto erroneo, e pertanto ingiurioso alla veracità dei sensi e più ancora alla veracità di Dio che lo aveva fatto usare in suo nome nella Scrittura.

Qualunque sia la consistenza di queste congetture, è certo che una mentalità diversa dalla nostra dominava i membri del S. Ufficio e della Congregazione dell'Indice nella interpretazione delle Scritture a riguardo dei moti celesti. Ne scorgiamo un riflesso attraverso una importante lettera del Bellarmino al P. Foscarini, che merita di essere esaminata unitamente anche ad un anteriore scritto dello stesso Santo, perchè dall'insieme

(38) Circa argomentazioni d'indole filosofica contro la tesi copernicana, cfr. terzo punto della lettera del Card. Bellarmino al P. Foscarini, cui alla nota 40; e RICCIOLI, *Almagestum Novum*, Bologna, 1651, tomo I, p. 52: si fa menzione di argomenti appellanti alla evidenza dei sensi.

dei due documenti resta bene illustrata più di una delle osservazioni fatte.

Il primo documento (ancora inedito, posseduto nell'originale manoscritto dall'Università Gregoriana) rimonta al 1571 (39): commentando l'Aquinate a proposito di moti celesti, il Bellarmino scrive:

« Non spetta ai teologi investigare diligentemente queste cose... altri spiegano queste apparenze col moto della terra... altri con epicicli ed eccentrici... altri col moto delle stelle per loro conto... Possiamo scegliere la spiegazione che ci sembra più conforme alle S. Scritture ».

Si noti la concessa libertà di interpretazione, e la affermata indifferenza dei teologi di fronte a tali questioni: l'una e l'altra asserzione presuppone l'idea che le Scritture si riferiscono alle apparenze, e consentono perciò ai teologi di rileggere nei S. Testi tutte le interpretazioni possibili delle apparenze stesse.

« Se però in futuro » dichiara testualmente il Bellarmino, « sarà provato con evidenza che le stelle si muovano con moto del cielo e non per loro conto, allora dovrà vedersi come debbano intendersi le Scritture affinchè non contrastino con una verità acquisita. È certo infatti che il vero senso della Scrittura non può contrastare con nessun'altra verità sia filosofica come astronomica ».

Il principio, benchè applicato dal Bellarmino a una questione diversa dalla copernicana è tuttavia generale e da riferirsi anche a quella questione. Quarantaquattro anni dopo, Galileo, scrivendo alla Granduchessa Cristina, avrebbe affermato lo stesso criterio, quasi con le stesse parole.

L'altro scritto del Bellarmino è del 1615 (40). Il P. Fosca-

(39) Pensiero del Bellarmino intorno ai moti celesti e S. Scrittura, espresso nel 1571: *Praelectiones Lovanienses*: tertium dubium in 1 p. Tromae q. 69, de opere tertii diei.

(40) Lettera del Card. Bellarmino al P. Foscarini intorno alla S. Scrittura e il sistema copernicano, 12 aprile 1615 (GAL., *Op.*, vol. XII, p. 171, n. 1110). Ai punti riepilogati nel testo della conferenza fan seguito le

rini, carmelitano, gli aveva inviato il suo opuscolo sulla conciliabilità del sistema eliocentrico con le Scritture. Il Bellarmino gli rispose distinguendo tre punti:

(1) La teoria Copernicana può senz'altro essere presentata come pura ipotesi matematica atta a spiegare tutte le apparenze dei moti. È pericoloso però passare oltre e affermare che le cose vanno veramente così.

Si indica qui un pericolo non avvertito quarantaquattro anni prima: la discussione era scesa dalla pura teoria su un terreno pratico non privo di allarmi.

2) Il Concilio (di Trento) proibisce di esporre le Scritture contro il comune senso dei S. Padri: dobbiamo quindi attenerci all'interpretazione tradizionale che attribuisce il moto al sole.

In realtà l'applicare il precetto del Concilio ai passi scritturali sul moto del sole era un andar oltre il precetto stesso, che si limita alle sole materie di fede e di morale, riguardanti la religiosa edificazione della Cristiana Dottrina (41): rimaneva quindi fuori dalla prescrizione una questione puramente scientifica; e in questa materia i SS. Padri non eran che dottori privati che solo riferivano le opinioni del loro tempo. La vigorosa

seguenti parole: « E se mi dirà che Salomone parla secondo l'apparenza, parendo a noi ch'il sole giri, mentre la terra gira, come a chi si parte dal litto pare che il litto si parte dalla nave, risponderò che chi si parte dal litto, se bene gli pare che il litto parta da lui, nondimeno conosce che questo è errore e lo corregge, vedendo chiaramente che la nave si muove e non il litto; ma quanto al sole e la terra, nessun savio è che abbia bisogno di correggere l'errore, perchè chiaramente esperimenta che la terra sta ferma e che l'occhio non s'inganna quando giudica che il sole si muove come anche non s'inganna quando giudica che la luna e le stelle si muovono ».

(41) Decreto del Concilio Tridentino intorno all'uso dei Libri Sacri: « Praeterea ad coercenda petulantia ingenia decernit, ut nemo suae prudentiae innixus, in rebus fidei et morum ad aedificationem doctrinae christianae pertinentium, sacram Scripturam ad suos sensus contorquens, contra eum sensum, quem tenuit et tenet sancta mater Ecclesia, cuius est iudicare de vero sensu et interpretatione Scripturarum sanctarum, aut etiam contra unanimen consensum Patrum, ipsam Scripturam sacram interpretari audeat... » (Sessio IV, 8 apr. 1546, DENZINGER, *Enchiridion*, ed. 1908, n. 786).

stretta di freni da parte del Bellarmino rispetto alla libertà di interpretazione significata già nel 1571 ci fa sentire che la questione era allora agitata tra passioni e apprensioni: il timore di un passo sbagliato faceva star fermi a una interpretazione certamente priva di pericoli nei riguardi della fede, giacchè nessuna obiezione poteva muoversi ai Sacri Testi da parte del sistema tolemaico. Tale cautela si comprende: ma non doveva essere un irrigidimento incondizionato sulla vecchia posizione tolemaica.

3) « Quando però ci fusse vera dimostrazione che il sole stia nel centro ... e che la terra lo circonda » conclude testualmente il Bellarmino, « allora bisognerebbe andar con molta considerazione in esplicare le Scritture che paiano contrarie, e più tosto dire che non l'intendiamo, che dire che sia falso quello che si dimostra ».

Manifesto attestato di un modo di vedere diverso dal nostro, che scorgeva difficoltà tanto gravi nella interpretazione copernicana delle Scritture da dar per incompresi quegli stessi passi che oggi intendiamo molto ovviamente. I più gravi ostacoli infatti eran visti in frasi scritturali di questo genere: « Sorge il sole e tramonta e ritorna al suo luogo... » (42) oppure: « Esultò (il sole) a guisa di gigante per percorrere la sua vita » (43). Chi trova oggi difficoltà a conciliare simili espressioni col sistema eliocentrico?

È da rilevare che altre frasi della citata lettera mostrano come il Bellarmino, pur non escludendo la possibilità di una dimostrazione rigorosa del sistema eliocentrico, era nondimeno restio a credere che in realtà sarebbe data. Coerente tuttavia

(42) Cfr. Lettera del Cardinal Bellarmino, citata a nota 40; nel terzo punto oppone particolarmente alla tesi copernicana il testo dell'Ecclesiaste (cfr. nota 12).

(43) Lettera di Mons. Dini a Galileo, 7 marzo 1615: riferisce come venga opposto particolarmente alla tesi copernicana il testo del Salmo 18 (cfr. nota 12; GAL., *Op.*, vol. XII, p. 151).

alla possibilità concessa, egli non dava per decisamente falsa e per eretica la posizione copernicana, come espressamente ebbe a dichiarare egli stesso a Mons. Dini (44) quando questi gli esponeva la conciliabilità della Scrittura con le nuove vedute: « non è cosa da correrla » osservò allora il Cardinale, « si come non è da corrersi a furia nè anche a dannare qual si voglia di queste opinioni ».

Ma il giudizio collegiale del S. Uffizio fu più rigido. Altrettanto rigido fu di conseguenza l'ordine dato a Galileo di non più tenere, difendere o insegnare in nessun modo l'opinione copernicana.

Galileo promise ubbidienza (26 febbraio 1616).

(44) Lettera di Mons. Dini a Galileo, citata a nota 43: riferisce il giudizio del Bellarmino: « non è da corrersi a furia a dannare qual si voglia di queste opinioni ».

III

SECONDA FASE DEL PROCESSO. — Quattordici anni dopo, nel giugno 1630, Galileo lasciava nuovamente l'Urbe, lieto come rare volte in vita sua: il P. Riccardi, domenicano, Maestro del Sacro Palazzo, col concorso di Mons. Ciampoli, gli aveva ottenuto dal nuovo Pontefice Urbano VIII l'*imprimatur* per il suo *Dialogo dei massimi sistemi* (45): da quelle pagine, che inquadravano in una viva discussione la controversia tra sistema tolemaico e sistema copernicano, sarebbe dovuto balzare evidente, agli occhi di ogni sagace lettore, la verità della ipotesi eliocentrica (46).

Era stato dunque revocato il precetto del 1616? A dire il vero no; ma in quella circostanza nessuno lo aveva avvertito. Esso non era stato reso di pubblica ragione; il Card. Bellar-

(45) Cfr. lettera del Padre Visconti a Galileo, 16 giugno 1630: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 120, n. 2032.

Mons. Ciampoli, già discepolo di Galileo, Segretario dei Brevi di Urbano VIII, si adoperò, insieme con P. Riccardi, per ottenere dal Papa a Galileo la licenza del *Dialogo*; ma per questa faccenda perdette poi il favore del Papa nonchè il posto (cfr. lettera del Niccolini al Cioli, 5 settembre 1632 e 27 febbraio 1633: GAL., *Op.*, vol. XIV p. 383, n. 2298 e vol. XV, p. 55, n. 2428 e lettera di Galileo al Castelli, 17 maggio 1632: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 35, n. 2269).

(46) Galileo scrive a più riprese ai suoi amici del *Dialogo* che va componendo in difesa del sistema copernicano:

— a Cesare Marsili in Bologna (GAL., *Op.*, vol. XIII, p. 236, n. 2302);

— a Elia Diodati in Parigi da Firenze (GAL., *Op.*, vol. XIII, p. 282, n. 1733).

— allo stesso Elia Diodati in Parigi da Firenze, 29 ottobre 1629 (GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 49, n. 1962).

mino era morto; era morto pure il Papa Paolo V. Il P. Riccardi ignorava allora quel precetto personale (47); conoscendo invece l'altro decreto pubblico che imponeva alla teoria copernicana una esposizione puramente ipotetica, egli si era preoccupato di far variare in questo senso anche il *Dialogo* di Galileo imponendogli alcune correzioni, una premessa e una chiusura (48). Il Papa Urbano VIII, occupato allora e preoccupato non per il sole e le stelle, ma per la guerra dei 30 anni che stava per infliggere una più profonda ferita alla coesione spirituale dell'Europa, non esaminò personalmente il *Dialogo*, ma si rimise al giudizio del P. Riccardi.

Questi però, appena data la licenza di stampa, cominciò subito a sentirsi in serio imbarazzo: gli parve di aver quasi carpito al Papa l'autorizzazione, senza averlo bene informato; riflettè soprattutto che qualche inutamento di frasi, l'aggiunta di una introduzione e di una fine, non bastavano a cambiare in esposizione puramente ipotetica un'opera che, per quanto messa in forma di dibattito non definito tra le due diverse opinioni, era tuttavia nel suo spirito e nella intenzione dell'Autore una affermazione del sistema eliocentrico. Sarebbero bastati a provarlo i soli personaggi che prendevano parte al dialogo: Filippo Salviati, gentiluomo di alto ingegno, grande amico di Galileo, sostenitore di Copernico, non poteva non rappresentare la persona e il pensiero di Galileo; il suo contraddittore, Simplicio, caricatura dei filosofi peripatetici del tempo, sconfitto nelle sue argomentazioni, non poteva non stare ad esprimere il fallimento del sistema tolemaico; infine il terzo personaggio, il Sagredo, sensato e arguto interlocutore, completava mirabilmente

(47) Cfr. lettera del Niccolini al Cioli, 11 settembre 1632: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 389, n. 2302.

(48) Le fondamentali variazioni imposte al *Dialogo* dal P. Riccardi riguardano l'aggiunta di un « Proemio » e di una conclusione (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 325). Del proemio e della fine il P. Riccardi trattò anche con l'Inquisitore di Firenze (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 330; cfr. anche pp. 204; 401-402).

insieme col Salviati, la figura di Galileo: orbene anche il Sagredo, si pronunciava per Copernico.

Il dialogo ossessionava il buon P. Riccardi: egli avrebbe ancor dovuto rivedere, pagina per pagina, le bozze prima della stampa (49), ma ecco che il colera viene ad impedire il commercio tra Firenze e Roma; l'opera non si sarebbe stampata più a Roma, ma a Firenze, con una nuova revisione e licenza in quella città. Il P. Riccardi prima mena l'affare per le lunghe; poi, per gli interessamenti dell'Ambasciatrice di Toscana nonché per le pressioni dello stesso Granduca, si decide a dare istruzioni sia al nuovo revisore di Firenze, sia all'Inquisitore, cui finalmente scrive, in data 24 maggio 1631: con questa cauzione il libro non haverà impedimento alcuno qui in Roma ».

Non fu profeta.

Tra molteplici e laboriose vicende la revisione e la stampa del libro passa da Roma a Firenze: Don Benedetto Castelli fin dal 24 agosto 1630, avendo avuto sentore che a Roma spirava qualche aria di novità malsane, aveva scritto a Galileo consigliandolo di stampare il libro a Firenze, avendo trattato di questa proposta anche col P. Visconti, che era favorevole (50).

Il P. Riccardi invece era contrario e a principio negò risolutamente di consentire (51). Poi, per i buoni uffici del Castelli accondiscese che, non potendo Galileo stesso venire a Roma per difficoltà della peste, inviasse almeno una copia del libro che avrebbe voluto rivedere e aggiustare (52).

Il colera però poneva difficoltà anche per l'invio del volume

(49) Il Maestro del S. Palazzo, per abbreviare il tempo, concordò che Galileo gli « facesse vedere foglio per foglio; e acciò potesse trattare col stampatore, gli diede l'imprimatur per Roma » (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 294; 324).

(50) GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 135, n. 2049.

(51) Ibid., vol. XIX, p. 326.

(52) Lettera del Castelli a Galileo, 21 settembre 1630; GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 30, n. 2066.

da Firenze a Roma. Nuove istanze furono fatte, tramite l'Ambasciatrice di Toscana Caterina Riccardi in Niccolini, parente dello stesso P. Riccardi. Questi accondiscese ancora che non si mandasse l'intero libro, ma solo il principio e la fine, esigendo un sicuro revisore del suo Ordine a Firenze, che fu il P. Giacinto Stefani (53).

Appena l'opera fu di pubblico dominio, fu immediatamente oggetto di lodi e censure, suscitando soddisfazione negli uni e timori negli altri per le ripercussioni dogmatiche. Il Papa personalmente ne era preoccupato: il *Dialogo*, si conveniva, non parla *ex hypothesi*, ma propugna categoricamente il sistema eliocentrico. Era vero?

Il Papa ne chiese il giudizio ad apposita commissione.

Urbano VIII, volendo usare qualche riguardo verso Galileo e il Granduca, non deferì senz'altro la questione al S. Uffizio, ma diede ad esaminare il libro a una speciale Congregazione di teologi, della quale furono membri: lo stesso P. Riccardi, Maestro del S. Palazzo, il Teologo del Papa Agostino Oregio, ed un gesuita non nominato, confidente del P. Riccardi, da questo stesso proposto e giudicato di sicura e retta intenzione (54). Il Favaro pensa che questo gesuita fosse Melchiorre Inchofer (cfr. lettera cit. n. 2302, p. 389, nota 3). La supposizione può essere vera; in ogni modo però non deve confondersi questa commissione previa, voluta personalmente dal Papa, con quella alla quale nel corso del processo si appellò il S. Uffizio e della quale fu certamente membro l'Inchofer, insieme con Agostino Oregio e Pasqualino Zaccaria. Questa seconda commissione fu interrogata su due punti: 1) Se il *Dialogo* sostiene la teoria copernicana; 2) Se appare da esso che Galileo aderisca

(53) Lettera di Caterina Riccardi in Niccolini a Galileo, 12 ottobre 1630 e 17 novembre 1630: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 154, n. 2070 e p. 167, n. 2083.

(54) Cfr. lettera del Niccolini al Cioli, 11 settembre 1632: GAL., *ibid.*, p. 388, n. 2302.

internamente a questa opinione. Le risposte alle due domande furono tutte affermative e anche minuziosamente comprovate (55).

La Congregazione dei teologi, incaricata dal Papa di esaminare il *Dialogo*, rispose con otto osservazioni, rilevando principalmente che « l'opera molte volte recede dall'ipotesi e asserisce assolutamente la mobilità della terra e la stabilità del sole »; e che alcune condizioni imposte dal Maestro del S. Palazzo non erano state osservate.

L'esposto si chiudeva poi con una notizia, ritrovata tra gli atti del 1616, che costituiva un nuovo grave capo d'accusa: « L'autore ebbe precetto nel 1616 dal Sant'Uffizio ut supradictam opinionem... omnino relinquat, nec eam de caetero, quovis modo, teneat, doceat aut defendata verbo aut scriptis; alias, contra ipsum procedetur in Sancto Officio. Cui praecepto acquievit et parere promisit » (56).

A Galileo veniva imposto di non più esporre e difendere, in nessun modo *quovis modo*, quella opinione; altrimenti, conchiudeva il documento, « la causa sarebbe stata deferita al S. Uffizio ».

Galileo, questa volta, avrebbe proprio avuto tutta la voglia di portare la causa da Roma a Firenze; ma una citazione in forma giuridica lo costrinse a comparire dinanzi al S. Uffizio (57).

12 aprile 1633: primo interrogatorio (58). Due domande

(55) GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 348-360.

(56) GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 324-27.

(57) In data 23 settembre 1632 fu emanata la citazione che costringeva Galileo a presentarsi al S. Uffizio (cfr. GAL. *Ibid.*, pp. 279; 295; 330).

Michelangelo Buonarroti interpose i suoi uffici affinché la causa fosse trattata a Firenze (GAL., *ibid.*, pp. 280; 332-33); ma intercessioni, grave età, attestazioni di medici non valsero che ad ottenere una dilazione (GAL., *ibid.*, pp. 280-82; 333-36). Vedi lettera del Niccolini a Galileo 23 ottobre 1632 (GAL., *ibid.*, p. 417, n. 2333; p. 427, n. 2347).

(58) Il primo interrogatorio di Galileo presso il S. Uffizio avvenne il 12 aprile 1633 (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 295; 336; 338-42; 344; 361).

attendevano una chiarificazione da parte di Galileo: 1) perchè dopo aver promesso obbedienza al precetto del 1616, vi aveva contravvenuto? 2) perchè, nel chieder l'*imprimatur* pel suo *Dialogo*, non aveva fatto presente detto precetto?

Alla prima questione Galileo osservò che il precetto del 1616 non gli era stato dato per iscritto, ma solo gli era stato letto, e non lo ricordava nei particolari; tanto più che quando voci maligne avevan preso a parlare di una certa abiura impostagli, egli chiese al Card. Bellarmino una testimonianza scritta sulla realtà dei fatti: orbene, la lettera del Bellarmino, pur rievocando il precetto, non ne riproduceva tutte le formule restrittive: quel *quovis modo* e quel *docere* del precetto originale non stanno nello scritto del Bellarmino. D'altra parte Galileo assicurava di aver appreso dallo stesso Cardinale che la teoria copernicana poteva essere trattata come pura ipotesi matematica.

Nel chiedere poi l'*imprimatur* per il *Dialogo*, Galileo non si era preoccupato di far presente l'antico precetto perchè (così disse) il *Dialogo* non difende Copernico, ma è contro Copernico.

Si era forse illuso Galileo che i giudici avrebbero veramente potuto riconoscere nel *Dialogo* anche sufficienti ragioni in favore di Tolomeo, nonchè una definitiva posizione contraria a Copernico pel fatto che al termine sta una asserzione categorica di Simplicio che, appellandosi a motivi superiori, dà l'argomentazione del Salviati per non apodittica? O piuttosto fu quello un espediente per invitare i giudici a riflettere sulla debolezza della posizione tolemaica, per la quale, rimanendo almeno nel campo scientifico, non potevano portarsi altri argomenti essenziali diversi da quelli contenuti nel *Dialogo*? Se questo fu l'intento di Galileo, fu ben lungi dal portare l'effetto desiderato; i giudici non percepirono altro che una mancanza di sincerità (59). Videro anche una scaltrezza non chiara nella manovra con

(59) L'impressione che i giudici ebbero di una mancanza di sincerità da parte di Galileo (avendo egli dichiarato di aver scritto contro Copernico)

cui Galileo aveva ottenuto la licenza di stampa, tanto più che, ad aggiungere credito alla sua opera, aveva abusivamente applicato alla edizione fiorentina anche l'*imprimatur* del Maestro del S. Palazzo, per quanto questa licenza non avesse valore giuridico fuori di Roma e fosse stata concessa non senza riserve. L'ombra nera però era sempre gettata dal pregiudizio che le nuove idee fossero eretiche. L'ambiente infine risentiva del turbamento e pericolo causato dalla guerra dei trenta anni che si riconnetteva proprio col libero esame delle Scritture. Tutto questo complesso di circostanze fece entrare la causa in una fase di allarme che condusse al passo errato finale quasi come a un fenomeno di panico collettivo.

Il Commissario del S. Uffizio, dell'Ordine di S. Domenico, P. Maculano, più calmo e tuttora benevolo verso Galileo, si fece autorizzare a trattare con lui extra-giudizialmente, come fece in data 27 aprile: lo consigliò ed esortò a semplicemente disdirsi e riconoscere che nel *Dialogo* aveva ecceduto i limiti. Galileo lo ringraziò e si mostrò disposto a seguirne il consiglio; ma domandò qualche tempo per pensare al modo con cui coonestare la sua confessione. Intanto il P. Maculano, che riteneva non esser quella causa da giudicare con le Scritture, si adoperava affinché venisse a spegnersi con la attesa ritrattazione di Galileo (60).

Questi però, comparendo di nuovo in giudizio il 30 aprile, lesse una dichiarazione, diligentemente elaborata, con la quale ribadiva l'asserzione già fatta che cioè il dialogo era contro Copernico; confessando però in pari tempo che « un lettore

si ribadì nel corso del processo e fu anche espressa nella sentenza finale (GAL., *ibid.*, p. 405): « E parendo a noi che tu non avessi detto intieramente la verità circa la tua intenzione... ».

(60) Il benevolo intervento del P. Maculano, Commissario del S. Uffizio, con la sua azione estragiudiziale fece, ma per poco, sperare una felice soluzione (cfr. lettera del P. Maculano al Card. Francesco Barberini in Castel Gandolfo da Roma, 28 aprile 1633 e lettera del Niccolini al Cioli in Firenze, da Roma, 1 maggio 1633: GAL., *Op.*, vol. xv, p. 106, n. 2486; p. 109, n. 2490.

non consapevole dell'intrinseco animo suo avrebbe avuto cagione di formarsi concetto » contrario e ciò per quella « compiacenza che egli aveva messo nel mostrarsi più arguto del comune degli uomini, in trovare, anco per le proposizioni false, ingegnosi e apparenti discorsi di probabilità » (61).

Le stesse spiegazioni furono ancora rinnovate da Galileo dopo che il S. Uffizio, in data 10 maggio, gli concesse un termine di otto giorni per produrre le sue difese (62).

Queste dichiarazioni non fecero che confermare disgusti e preoccupazioni.

Il Papa Urbano VIII seguiva con personale interesse il processo; benchè da cardinale fosse stato amico e protettore di Galileo, ora il suo animo ne era alienato. Non è da escludere che il Pontefice si fosse anche offeso per aver ritrovato nel dialogo in bocca al goffo Simplicio un'argomentazione che lui stesso aveva esposto a Galileo con personale compiacimento; ma a questo incidente non deve esser dato eccessivo peso: nè Galileo ebbe l'intenzione di offendere la persona del Barberini (63); nè il Papa riduceva la causa a queste meschinità. Egli aveva piuttosto visto male tutto il maneggio con cui si era ritenuto raggirato nell'affare dell'*imprimatur* (64); ma soprattutto va notato come anche lui fosse personalmente dell'idea che la tesi eliocentrica fosse contraria alle Scritture (65); era pertanto vivamente preoccupato per la fede.

Il giorno 16 giugno, la Congregazione del S. Uffizio, riunita

(61) GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 295-97; 342-43.

(62) Un ulteriore termine di 8 giorni, concesso in data 10 maggio a Galileo, non portò nessun mutamento di posizione (cfr. GAL., *ibid.*, pp. 342-43).

(63) Cfr. lettera del Castelli a Galileo, 22 dicembre 1635 e 12 luglio 1636: GAL., *Op.*, vol. XVI, p. 363, n. 3227; p. 449-50, n. 3321; e lettera di Galileo a Fulgenzio Micanzio, 26 luglio 1636: GAL., *ibid.* pp. 454-5, n. 3326.

(64) Cfr. lettere del Niccolini a Cioli, 5 settembre 1632, 27 febbraio 1633: GAL., vol. XIV, p. 383, n. 2298; vol. XV, p. 55, n. 2428.

(65) Cfr. note, specie lettere del 5, 1, 18 settembre 1632 del Niccolini al Cioli.

in assemblea plenaria dinanzi al Papa determinò che Galileo fosse rigorosamente interrogato su la sua interna mente, e che, se fosse rimasto fermo nel sostenere le precedenti dichiarazioni, che avevano data l'impressione di mancanza di sincerità, previa l'abiura, sarebbe stato condannato al carcere ad arbitrio della Congregazione stessa e che il Dialogo sarebbe stato proibito (66).

In data 21 giugno Galileo tornò a riaffermare le precedenti dichiarazioni (67). Con questo atto restava determinata la sentenza finale, già condizionatamente predefinita col decreto del 16 giugno.

Due criteri fondamentali furono seguiti come il Papa stesso ebbe a significare al Niccolini, Ambasciatore di Toscana, che sollecitava la conclusione della causa (68).

1) Quanto alla dottrina, essendo contraria alle Scritture, non si poteva non proibirla (di conseguenza si sarebbe rinnovato il precetto del 1616 e proibito il *Dialogo*).

2) Quanto alla persona di Galileo non se ne poteva uscire senza una qualche dimostrazione personale (si pensò quindi a quel « carcere formale » o confino che fece poi passare Galileo dalla Villa Medici del Pincio alla sede Arcivescovile di Siena, e infine alla sua propria Villa di Arcetri, dove ricevendo, con restrizioni, ammiratori e discepoli avrebbe parlato di meccanica e non del sole).

Ma con questi provvedimenti i giudici non vedevano ancora sciolto il nodo della questione. Quando infatti una tesi si oppone veramente alla parola di Dio, la Chiesa non si contenta di domandare un silenzio ossequioso, ma penetra fino

(66) GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 283; 360.

(67) Cfr Ibid., pp. 361-2.

(68) Lettera del 19 giugno 1633: GAL., vol. XV, p. 160, n. 2550. Circa il confino assegnato a Galileo, successivamente a Villa Medici al Pincio, poi presso la Sede Arcivescovile di Siena, infine alla sua propria Villa di Arcetri, cfr. GAL., vol. XIX, pp. 362-63; 284; 288-90; 393; 399.

all'interno assenso delle menti. Oggettivamente parlando, il caso qui non si verificava, non essendovi in realtà opposizione alcuna tra Scritture e sistema copernicano; ma l'opposizione stava nella mente dei giudici, i quali pertanto ritennero necessario chiedere a Galileo non solamente una professione di fede in genere, ma anche una abiura particolare della sentenza copernicana, che presupponevano essere eretica ed erronea nella fede.

* * *

Che dire dell'infallibilità pontificia e della Chiesa di fronte a questo errore? (69).

Essa è fuori questione, giacchè, secondo la dottrina cattolica, questa prerogativa non è distribuita a qualsiasi organo e atto della Chiesa o del Papa, ma compete alle porporazioni definitive dei Papi o del Corpo Episcopale, e all'insegnamento unanime e costante dell'Episcopato Cattolico. Orbene, niente di tutto questo si è verificato nel caso di Galileo: non si trattava dunque di organi e di atti che la dottrina cattolica dichiara infallibili.

Per maggior chiarezza è bene fermare principalmente l'attenzione al rilievo ora fatto, che da solo, senza altre riflessioni, divide con una barriera netta il campo in cui è avvenuto l'errore, da quello che, secondo la dottrina cattolica, è tutelato dalla infallibilità.

Non è inutile tuttavia aggiungere altre considerazioni, che valgono non solo a distinguere i due campi, ma anche ad allontanarli tra di loro e a più di un titolo.

Paolo V e Urbano VIII, avendo approvato solo « in forma comune » i decreti del S. Uffizio e della Congregazione dell'Indice, li hanno lasciati atti degli organi inferiori; ma anche se li

(69) CHOUPIN, *Valeur des décisions doctrinales et disciplinaires du Saint-Siège*, Deuxième Partie Chapitre III: *Décisions doctrinales du Saint-Office ou de l'Inquisition*. Quatrième Partie: *Décret des SS. Congrégations de l'Index et de l'Inquisition au sujet de Galilée*.

avessero approvati « in forma specifica » costituendosene Autori responsabili, l'infallibilità pontificia non sarebbe stata ancora tirata in campo: sarebbe occorsa per questo una definizione *ex cathedra* caratterizzata da una esplicita dichiarazione di obbligare definitivamente tutti i fedeli a credere con ferma fede una verità, come facente parte del sacro deposito della rivelazione. Nè Paolo V, nè Urbano VIII han certo emesso simili definizioni.

È anche da notare che i decreti, tanto del 1616 come del 1633, in quanto erano universali, eran disciplinari e non dottrinali: non avevano cioè per oggetto una verità da credere ma una disciplina da osservare intorno a certi scritti. Manca quindi l'oggetto di una definizione infallibile.

L'aspetto dottrinale errato stava nei motivi che han determinato i decreti; ma i motivi di un decreto non ne costituiscono l'oggetto, tanto che nelle stesse definizioni *ex cathedra* e dei Concili, i motivi non vengono mai ritenuti come infallibilmente veri anche se vengono esplicitamente inclusi nel testo della definizione.

I precetti dati a Galileo avevano bensì per oggetto una dottrina, ma eran personali e non ponevano pertanto quella obbligazione universale che è inerente a una qualsiasi definizione infallibile.

La materia poi intorno a cui si è errato è puramente scientifica e non cade neppure indirettamente e di riflesso nell'ambito di quelle materie di fede e di morale, che riguardano la edificazione della cristiana dottrina, e per le quali è promessa l'infallibilità.

Concludendo: nel processo di Galileo, nè l'organo, nè l'atto, nè la materia tirano in causa l'infallibilità pontificia o della Chiesa.

Possiamo anzi aggiungere che questa prerogativa spicca con più luminoso rilievo sullo sfondo dell'errore verificatosi.

A riguardo del S. Uffizio, basti osservare che veramente magnifico è quel tribunale che costringe i suoi avversari a per-

correre secoli e secoli per imputargli un errore. Ciò nonostante il fallo in cui esso è incorso mostra come fosse composto di uomini fallibili e come le forze umane non valgano a preservare sempre dall'errore: l'umana infermità ha pur portato il suo frutto!

* * *

Il 22 giugno 1633, nella grande aula del convento dei Domenicani alla Minerva si radunarono i componenti la Congregazione del S. Uffizio; davanti a loro Galileo. Si dà lettura della sentenza finale (70): una idea emerge: un sospetto di eresia e un desiderio di dissipare questo sospetto. Galileo non poteva non condividere il desiderio; di buon grado dunque, genuflesso, la destra sul Vangelo, fa una generale professione di fede. Ma pronunzierà anche l'abiura della sentenza copernicana? Il suo temperamento ardente ed entusiasta, innamorato di un trionfo e messo al cospetto di un fallimento, geloso del suo onore e costretto a una ritrattazione, doveva affogargli il cuore in una piena di sentimenti. Quali?

Troppi si son dati premura di riversare nel cuore di Galileo i loro propri sentimenti, facendo dell'illustre scienziato un assertore del libero pensiero, ribelle all'Autorità Ecclesiastica e alla divina Rivelazione. Ma Galileo stesso confonde questi suoi

(70) La sentenza finale in data 22 giugno, è in applicazione del decreto del 16 giugno, essendosi la condizione verificata il 21 giugno (cfr. note 66 e 67).

Alla sentenza vera e propria precede una lunga esposizione delle vicende fin dal 1616.

La sentenza, in quanto riguarda l'universalità dei fedeli, è semplicemente disciplinare e non dottrinale e consiste nella proibizione del *Dialogo*; a riguardo di Galileo la sentenza impone l'abiura di una dottrina. I presupposti dottrinali errati, pur senza essere oggetto del decreto, sono esplicitamente ricordati.

Seguono le firme dei Cardinali presenti, membri della Congregazione del S. Uffizio: F. di Ascoli, Guido Bentivoglio, Scalia di Cremona, A. di S. Onofrio, B. Cessi, F. Verossi, M. Ginetti (GAL., *Op.*, vol. XIX, pp. 402-6; 415).

apologisti: egli fece l'abiura (71) e per questo poté attestare: « Io non intendo e pretendo di guadagnarmi frutto che non fosse pio e cattolico » (72). Due anni dopo, Galileo, scrivendo al Fabri, gli confida, con termini assai gravi e ponderati, il conforto della buona coscienza che gli attestava, al cospetto di Dio, « come nella causa per la quale pativa non avrebbe potuto agire nè più piamente nè con maggior zelo verso la S. Chiesa » (73).

Ma poté esser sincera l'abiura di Galileo? Sì, lo poté, e dobbiamo anche dire che lo fu di fatto se non vogliamo attribuire a Galileo, senza averne le prove, uno spergiuro contrastante con la sua professione di cristiano. Aggiungiamo subito che quest'atto può essersi verificato con modalità, graduazioni, sfumature diverse; e, trattandosi di atti interni non documentati da registrazioni, credo che non faremmo onore al metodo sperimentale di Galileo se volessimo precisare con intransigente sicurezza quali in realtà siano stati; è più saggio dare uno sguardo alle varie possibilità, entro le quali a ciascuno rimanga libera scelta.

Son da presupporre alcune nozioni sul valore dei decreti delle Congregazioni Romane, non esclusi i decreti dottrinali, i quali sono di particolare competenza del S. Uffizio.

Nel magistero della Chiesa van distinte due forme: suprema e infallibile l'una; inferiore e meramente autentica l'altra.

La prima procede da Suprema Autorità e da pienezza di

(71) Formula dell'abiura: « Pertanto volendo io levar dalla mente delle Eminenze V.re e d'ogni fedel Christiano questa vehemente sospitione, giustamente di me conceputa, con cuor sincero e fede non finta abiuro, maledico e detesto li sudetti errori et heresie, e generalmente ogni et qualunque altro errore, heresia e setta contraria alla S. Chiesa: e giuro che per l'avvenire non dirò più nè asserirò, in voce o in iscritto, cose tali per le quali si possa haver di me simil sospitione... » « Io Galileo Galilei ho abiurato come di sopra, mano propria ». F.to Galileo Galilei (*GAL., Op.*, vol. XIX, pp. 283; 406-7).

(72) Dalla lettera alla Granduchessa Cristina (*GAL., Op.*, vol. V, p. 305, riga 4).

(73) *GAL., Op.*, vol. XVI, p. 215, n. 3082.

poteri, e gode della promessa di una indefettibile assistenza di Dio a preservazione da ogni errore. Forte di tale prerogativa, il magistero supremo dirime irrevocabilmente, con definizioni infallibili, questioni in materia di fede o di morale, spettanti alla edificazione della cristiana dottrina. Queste definizioni irreformabili ingiungono a tutti i fedeli di creder con indubitata fede, sulla parola stessa di Dio, che una certa verità appartiene al sacro deposito della Rivelazione.

Il magistero inferiore invece e meramente autentico non gode della stessa promessa di infallibilità: potendo quindi errare, suo compito non è di venire a formali definizioni, ma solo di vigilare, affinchè, a giudizio di giudici qualificati, non si ammettano dottrine contrastanti con le verità rivelate: in tal modo i fedeli vengono autorevolmente guidati per vie sicure nei riguardi della fede.

Gli atti di questi organi inferiori e fallibili non sono definizioni irreformabili, ma giudizi soggetti a revisione e quindi revocabili e condizionati, che non avrebbero più vigore qualora o un giudizio definitivo del magistero supremo o anche ragioni evidenti venissero a mostrare che essi ripugnano con la verità.

Alla natura dei diversi atti del magistero della Chiesa corrisponde la natura degli assensi che essi chiedono. Il magistero infallibile ingiunge un assenso indubitato e irrevocabile. Il magistero meramente autentico ingiunge un assenso revocabile e condizionato, essendo inteso dalla Chiesa stessa che l'assenso richiesto dovrebbe cadere qualora o una definizione infallibile o ragioni evidenti venissero a mostrarne la falsità (74).

Supponiamo ora agitata una questione ancora non matura e non sufficientemente illuminata; a ragione o no, si teme un contrasto con la fede; l'autorità ecclesiastica lo crede o almeno vi vede un pericolo: esaminata la causa, sentendosi in dovere di guidare i fedeli per vie sicure nei riguardi della fede, emette

(74) Cfr. APPENDICE III, p. 919.

un decreto, che, sebbene in modo revocabile, prescrive nondimeno la dottrina sospetta.

Supponiamo che la sentenza di fatto sia errata e consideriamo l'atteggiamento che di fronte ad essa prendono quattro diverse categorie di persone:

La prima condivide pienamente i motivi che han persuaso i giudici: essa pertanto aderisce con personale convinzione alla sentenza ufficiale.

Una seconda categoria è costituita da incompetenti in materia: costoro, pur senza credere che la dottrina prescritta sia infallibilmente falsa, presumono tuttavia che sia tale e semplicemente la respingono senza riflettere ad altro. Se invece volessero tenerla, non darebbero prova di amar troppo la fede come non sarebbe immune da temerarietà chi si inoltrasse alla cieca per una via contrassegnata con segnale di pericolo, giustificandosi col fatto che chi ha messo il segnale non è infallibile.

Alle prime due categorie, dei persuasi e degli incompetenti, fan seguito quei competenti in materia, che danno peso a motivi non sufficientemente apprezzati dai giudici: essi possono tuttavia sinceramente ubbidire all'autorità e aderire alla sentenza ufficiale, essendo inteso che l'assenso è revocabile e condizionato. Con ciò è anche inteso che essi, pur rigettando sull'autorità dei giudici la sentenza proscritta, conservano il diritto di pensare che essa può nondimeno essere vera: la Chiesa espressamente riconosce loro questo diritto.

Tra le file di questi competenti è possibile tutta una infinita graduazione di casi, potendo variare da un valore minimo ad un valore grandissimo il peso che essi concedono agli argomenti in favore della sentenza condannata; ma nonostante questa diversa graduazione, la natura del loro assenso è una sola: sull'autorità dei giudici e per quel valore che possono avere i motivi che han persuaso i giudici stessi, tutti riprovano la sentenza proscritta; ammettono però in pari tempo che quella sentenza può esser vera e magari più probabile.

Che dire però se si giunge al caso estremo in cui il nostro competente vedesse con ineluttabile evidenza che la sentenza riprovata è certamente vera? Con un passaggio al limite, di cui i matematici comprendono immediatamente il senso, quel competente non sarebbe tenuto ad esser convinto nè della verità nè della possibilità della sentenza ufficiale, ma sarebbe tuttora tenuto a non impugnarla pubblicamente. Il passaggio al limite invocato non è nn applicar abusivamente a cose morali un criterio di analisi matematica: a buon diritto la cosa va così: l'assenso infatti alla verità della sentenza è condizionato, ed è inteso, consenziente la Chiesa, che esso cadrebbe qualora ragioni veramente evidenti ne mostrassero la falsità; può dunque senz'altro cadere se la condizione è per qualcuno già verificata; la Chiesa lo sa e lo approva; in tal caso essa non intende domandare di più di un ossequioso silenzio.

Si noti che questo atteggiamento non è una maschera vuota di senso, ma è l'espressione di un sincero riconoscimento e rispetto della legittima autorità, e un ammettere la necessità, per esigenze sociali, di certi comportamenti disciplinari: è un vero assenso religioso (come è denominato) che si china di fronte alla S. Gerarchia. Ce ne fa intendere il valore e la necessità un ovvio paragone con la disciplina che si impone in qualsiasi compagine sociale civile e militare; guai se un suddito, col solo dichiarare di dover con personale evidenza riprovare disposizioni superiori, potesse impunemente impugnarle o sparlarne! può anche darsi che il suo apprezzamento sia il vero; ma la sua agitazione resterebbe sempre perniziosa: quale compagine resisterebbe più alla disgregazione anarchica?

Così pure la compagine dalla Chiesa, fondata sulla fede, sarebbe fatalmente soggetta a dissolvimento se un magistero autentico, perchè non infallibile, non potesse tenere con autorità le redini: un errore particolare importa meno, ma non si soppianti il principio di unità e di forza, senza il quale sarebbero inesorabilmente sacrificati gli interessi comuni a qualli particolari.

Applichiamo ora i criteri stabiliti al caso di Galileo, il quale da parte sua non ignorava che se l'autorità del S. Ufficio esigeva ubbidienza, la sua fallibilità non esigeva convinzione. A quale delle quattro categorie possiamo riferire il nostro scienziato?

Nessuno pensa o ha mai pensato di metterlo tra la categoria degli incompetenti in materia. Forse i giudici hanno pensato che, se non proprio fin dal 1616 o da quando componeva il *Dialogo*, almeno tra le vicende del processo, Galileo potesse già esser venuto dalla loro: così si sarebbero potute giustificare le sue ripetute dichiarazioni.

Noi però mettiamo Galileo tra i competenti che molto apprezzavano motivi contrari a quelli valutati dai giudici. Resta a domandarsi in qual misura li apprezzasse: li aveva per evidentemente apodittici o ammetteva una qualsiasi, anche se minima, possibilità che di fatto non cogliessero nel vero?

Molti autori opinano che Galileo non potesse godere di quella evidenza piena che ineluttabilmente escludesse ogni ragionevole dubbio. Va notato che non si tratta qui di stimare il valore che gli argomenti hanno oggettivamente in sè, ma il peso che avevano sulla mente di Galileo, e ancora in quel momento certo non piacevole, in cui egli si trovava al cospetto del Supremo Tribunale della Chiesa, il quale per di più gli diceva esserci motivi di altro ordine, non di sua competenza, per escludere la tesi copernicana.

Quanti voglion vedere Galileo nella categoria dei competenti, non del tutto privi di dubbio ragionevole, riflettono che l'argomento di maggior peso per Galileo, quello cioè delle maree, era sbagliato e si domandano come mai un errore potesse dare la convinzione evidente della verità. Di più, anche l'autorità estrinseca di competenti veri e seri di allora, come quella somma di Keplero dava la questione per non ancora completamente chiarita.

Cfr. *Dictionnaire de la Théologie Catholique*; sotto la voce « Galilée » alle colonne 1082, 1083.

Dictionnaire apologetique de la Foi Catholique: sotto la voce « Galilée » alle colonne 176, 177.

BRICARELLI S. J., *Galileo: l'opera - il metodo - le peripezie* (*Civiltà Cattolica*), p. 272-3.

Autorevoli giudizi di contemporanei non escludevano dei dubbi sul valore delle prove del sistema copernicano:

Keplero scriveva a Galileo, da Praga, in data 3 gennaio 1611: *At nondum ideo vicit Pythagorica ordinatio, ac ne Copernicus quidem expresse plane* (GAL., *Op.*, vol. XI, p. 16, n. 455).

Giudizio del P. Griemberger: cfr. nota p. 37. Circa la stima che Galileo aveva del Griemberger cfr. lettera di Galileo al Dini, 16 febbraio 1615 (GAL., *Op.*, vol. v, p. 292).

Descartes ammette pure il dubbio, quantunque, solo a seguito della condanna del 1633 (cfr. GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 435, n. 2359; vol. XV, p. 340, n. 2898; vol. XVI, p. 56, n. 2898; pp. 88-89, n. 2931).

N.B. - La condanna del Prete Vigilio (sec. VIII), cui Descartes allude nell'ultimo luogo citato, non riguardava l'esistenza geografica degli antipodi, ma l'esistenza di uomini che non fossero discesi da Adamo e quindi non bisognosi della redenzione di Cristo: il caso non fornisce quindi un esempio di errore da abbinare a quello commesso circa il moto della terra.

Pascal: « ... Tutti i fenomeni di movimento o di retrogradazione dei pianeti, derivano perfettamente dalle ipotesi, che si possono trarre da Tolomeo, da Copernico, da Tycho e da molti altri, tra le quali, però, una sola può esser vera. Ma chi potrà emettere un giudizio sì grave e chi potrà, senza pericolo di sbagliarsi, sostenere l'una a pregiudizio dell'altra? » (Lettera al P. Noel, ed. Havet, art. I; art. 24, 17 bis).

Considerati gli stessi argomenti addotti da Galileo non si può escludere che egli potesse ammettere qualche ragionevole dubbio sulla verità della sua tesi. Infatti:

1) all'argomento delle maree si opponeva una grave difficoltà che non riceveva troppo soddisfacente soluzione.

2) Argomenti assai buoni, che avrebbero potuto sostenere efficacemente la causa, non erano stati da Galileo considerati o portati a termine; tali sono gli argomenti relativi alla terza legge di Keplero e alle traiettorie delle macchie solari. Ciò prova che Galileo, per quanto godesse di una vivida luce intorno al sistema eliocentrico non aveva tuttavia raggiunto una matura comprensione della realtà.

3) L'idea che oggi più non ci consente di ammettere la ipotesi di un sole roteante intorno alla terra è quella della gravitazione universale e delle leggi dinamiche che ne derivano, per cui al centro del sistema deve trovarsi la massa maggiore del sole. Ma a queste idee Galileo non aveva fatto per nulla ricorso; per quanto sia stato lui a gettare le basi della nuova meccanica, pure l'edificio non fu completato che più tardi per opera di Newton (1687); Galileo parlava ancora dei moti che naturalmente convengono ai corpi, i quali, quasi per naturali istinti, vanno ai termini, o luoghi loro naturali.

4) Se si prescinde da considerazioni dinamiche e si esamina come Galileo faceva, il solo aspetto cinematico dei moti planetari, il sistema tolemaico può ben dirsi escluso con argomenti perentori, ma resta ancora possibile, oltre l'interpretazione copernicana totalmente eliocentrica, anche quella parzialmente geocentrica di Tycho, che non era ignorata da Galileo. È vero che in favore del sistema copernicano poteva addursi la sua maggiore semplicità e unità, ma ciò non avrebbe potuto costituire un argomento perentorio contro l'ipotesi ticoniana, tanto più che Galileo, non avendo accettate le traiettorie ellittiche di Keplero, ma essendosene rimasto con le traiettorie circolari, si trovava nella necessità di ammettere ulteriori congegni correttivi, che si riducevano ancora ad epicicli e che riportavano una complicazione simile a quella del sistema ticoniano, nel quale le traiettorie eliocentriche dei pianeti altro non costitui-

scono se non degli enormi epicicli, portati in giro dal sole col suo moto geocentrico.

Nonostante però queste riflessioni, molti preferiscono vedere Galileo nella quarta categoria eccezionale dei competenti pienamente illuminati e convinti: la mente di Galileo, tutta formata su vedute nuove, doveva sperimentare una incompatibilità abituale con gli antichi schemi, un po' come la sperimentiamo oggi noi; al difetto delle singole prove doveva supplire quell'intuizione geniale con cui Galileo precorreva i tempi e penetrava, con intelligenza e senso nuovo, tutto il valore della sintesi dei vari argomenti (75). Se così è, non è forse da conchiudersi che il senso legittimo della sentenza, checchè ne pensassero i giudici con presunzioni errate, lo dispensava da ogni interna convinzione e si limitava a chiedergli solo quell'assenso religioso fatto di sincero rispetto dell'Autorità?

Dobbiamo riconoscere che non si verifica esattamente lo stesso caso sopra prospettato in linea di massima: là il competente illuminato non era supposto trovarsi alla presenza di giudici che gli domandassero la sua opinione: in questo caso, invece, con un bell'atteggiamento sincero, egli avrebbe dovuto esporre l'interno suo senso e i suoi motivi per opinare diversamente. Ma non potrebbe Galileo essersi tenuto legittimamente dispensato anche da questo ultimo passo? — Sono venti anni — poteva dire — che ho esposto i miei motivi, e non li hanno ancora compresi; mentre i veri intendenti ne han ben capito subito almeno il grave peso e la grande probabilità; a che pro dunque perdere ancora tempo, col rischio di far invece capire una cosa falsa: una mancanza cioè di soggezione alla autorità sacra e alla rivelazione divina? In questa circostanza — poteva a buon diritto concludere Galileo — la Chiesa non può e non intende chiedermi di più.

(75) Sul valore persuasivo della sintesi delle prove addotte da Galileo, cfr. Appendice I, p. 901.

Sarebbe interessante sapere a quale categoria di competenti avrebbero assegnato Galileo quei sacerdoti e religiosi, quali Mons. Dini, P. Maculano, Don Benedetto Castelli, e altri, i quali conoscevano più da presso il pensiero di Galileo e ne condividevano l'idea che la questione non fosse da dirimersi con la Scrittura. Non possiamo sapere il loro giudizio; ma dobbiamo ammettere che essi non han mancato di illuminare in proposito la coscienza di Galileo, indicandogli i modi di dipor-tarsi, anche in circostanze difficili, e da scienziato e da cristiano a un tempo.

Questa considerazione ci conferma il supposto che Galileo, in una forma o in un'altra, magari anche secondo un apprezzamento soggettivo più o meno giusto, ma in buona fede, ha agito con sincerità nel momento grave dell'abiura (77). Non si può neanche negare che si è visto negli anni seguenti l'effetto di quell'energico e leale atto di volontà: l'adattamento puramente esterno e insincero a una coercizione superiore avrebbe potuto fare dell'illustre scienziato un Capaneo, più o meno tradito da studiati e finti atteggiamenti, ma non si sarebbe avuto in Galileo un fedele ossequioso non ostante la tribolazione, che per di più amava cercare consolazione nei colloqui con la figlia Suor Maria Celeste e che, nelle sue confidenti espressioni col Fabri, parlava del conforto della buona coscienza al cospetto di Dio.

* * *

Galileo, nell'atto di ubbidire, non contraddisse al suo intelletto, ma affrontò un gravissimo sacrificio intellettuale. Nel

(77) Pur prescindendo da troppo teoretici ragionamenti, Galileo, solo considerando col suo buon senso l'autorità e la fallibilità dei giudici, nonchè la impossibilità di discutere con loro la questione controversa, poteva aver ridotto il senso dell'abiura al seguente: « se i giudici han ragione, abiuro nel senso da loro inteso; se invece son nell'errore, faccio un atto di disciplina », conscio che quell'atto era un sincero riconoscimento e rispetto dell'Autorità, un sincero impegno di rinunciare pubblicamente a tenere una dottrina che procurava sospetti di eresia.

1615 egli aveva scritto a Mons. Dini: « io quanto a me sono tanto bene edificato e disposto, che prima di contravvenire ai miei superiori, quando non potessi far altro, e quello che ora mi pare di credere e toccar con mano mi avesse ad essere di pregiudizio all'anima, *eruerem oculum meum ne me scandalizaret* ».

Più avanti negli anni egli avrebbe dovuto sostenere la cecità, oscurandoglisi la luce di quella pupilla che tanto appassionatamente aveva scrutato il cielo; ora invece gli si richiedeva un sacrificio più intimo: non gli si oscurò, no, la luce della mente; ma non potè brillare con giocondità nella soddisfazione di dar luce alle menti altrui. La rinunzia dovette scendere dolorosa come un taglio inciso profondamente in fibre vive, che molto avevan palpitato, e con ambizione e febbrile impazienza, per la gloria.

Considerata in sè, la rinunzia non poteva che causare repugnanza nell'animo di Galileo; ma Galileo seppe rimirla con vedute più ampie. Considerò l'unità della Chiesa, volontà testamentaria di Cristo; considerò le esigenze pratiche della fede, non in lui, ma nel volgo che doveva pur guardare ad una autorità, senza la quale sarebbe pur mancato un errore su sedici secoli di vita della Chiesa, ma non si sarebbe potuto evitare una quotidiana corrosione e disgregazione del complesso di dottrine riguardanti la fede, con lesione di interessi più generali e superiori all'astronomia e alla gloria del mondo. È nobile sacrificar sè per esigenze più vaste, militando da buon soldato in file disciplinate.

Non si può negare che in questi sentimenti, non solo riluce una mente, ma batte un cuore, rifulge una fede, ferve una volontà: v'è un uomo completo, cui va tributata ammirazione e per alto ingegno e per il magnanimo vigore della virtù, capace di eroismo. Tale fu Galileo.

APPENDICE I

LE PROVE DI GALILEO. — *Gli argomenti addotti da Galileo* in favore del sistema eliocentrico erano già nel 1616 quelli stessi che furono poi esposti nel « Dialogo dei due massimi sistemi » e che sono riassunti dal Sagredo (GAL., *Op.*, vol. VII, p. 487) nelle tre proposizioni seguenti:

I) Le stazioni e retrogradazioni dei pianeti e i loro accostamenti e allontanamenti dalla terra.

II) La rivoluzione del sole su se stesso e quello che nelle sue macchie si osserva.

III) I flussi e riflussi del mare.

Circa il valore dei singoli argomenti è da osservarsi quanto segue:

I) Il primo argomento prende in esame i moti dei pianeti quali appaiono a un osservatore terrestre, il quale vede periodicamente i pianeti accostarsi alla terra e allontanarsi, e anche quasi arrestarsi e tornare indietro. Considerati semplicemente nel loro aspetto cinematico, tali movimenti potevano essere interpretati non solo col sistema copernicano, tra tutti certo il più semplice, ma anche col complesso dei deferenti, degli eccentrici e degli epicicli del sistema tolemaico, nonchè col sistema di Tycho Brahe, che supponeva tutti i pianeti aggirarsi intorno al sole e questo infine aggirarsi intorno alla terra, trascinandosi

dietro tutto il corteggio planetario. Per definire quale delle varie interpretazioni fosse la vera non bastava il puro aspetto geometrico e cinematico delle traiettorie apparenti dei pianeti, ma occorreano altre considerazioni di carattere dinamico.

Autorevole e interessante è a questo riguardo l'osservazione dello Schiaparelli (*I precursori di Copernico nell'antichità*, Hoepli 1883, p. 31, nota 88), il quale, onde ben valutare senso e portata degli antichi sistemi cosmici, distingue tra i sistemi presentati da fisici e quelli presentati da astronomi: mentre i primi sono il risultato di speculazioni cosmologiche e costituiscono l'affermazione di un fatto, i secondi non sono nulla più che ipotesi geometriche ideate a rappresentare le apparenze dei moti. « Per gli astronomi » continua testualmente lo Schiaparelli, « due ipotesi che rappresentassero ugualmente bene le apparenze erano perfettamente equivalenti. Non così per il fisico, al quale si credeva incombesse l'obbligo di determinare, dietro i suoi principi, quale fosse l'ipotesi vera. Ai nostri tempi la grande lotta tra sistema tolemaico e sistema copernicano si aggirò del pari tutta su principi fisici e cosmologici. Questi due sistemi potevano adattarsi a rappresentare ugualmente bene i fenomeni: geometricamente erano equivalenti fra loro, ed equivalenti a quello di Tycho. Lo stesso Keplero, con le sue ellissi, non avrebbe potuto togliere la possibilità di sostenere la immobilità della terra ».

Più tardi (1678) Newton l'avrebbe esclusa, basandosi su la nuova meccanica fondata da Galileo e derivando tutte le leggi dei movimenti celesti da una causa fisica, la gravitazione, la quale esige che al centro del movimento stia la massa maggiore del sole e non quella minore della terra. Al tempo di Galileo questa prova non era ancora stata data; e nessuna prova rigorosa, afferma lo stesso Schiaparelli, poteva esser data sintantochè la ricerca si teneva nei limiti della geometria pura, senza introdurvi alcun principio fisico (cfr. G. SCHIAPARELLI, *Lettera al P. Müller S.J. - Memorie della Società Astronomica Italiana*, vol. xv, n. 2: L. GABBA, *Galileo Astronomo* - Appendice).

Non dobbiamo tuttavia vedere nelle prove astronomiche di Galileo delle considerazioni puramente geometriche: pur non costituendo una dimostrazione rigorosa basata su principii fisici, esse includevano nondimeno nuovi dati di fatto e argomenti di carattere cosmologico (quale l'appellarsi alla semplicità della natura e all'assioma aristotelico: « frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora », cfr. GAL., *Op.*, vol. VI, pp. 149 e 423) che permettevano già di escludere il sistema tolemaico e di fermare attenzione e preferenza sul sistema copernicano piuttosto che su quello ticoniano.

Contraddiceva infatti alla semplicità della natura il supporre che la realtà del mondo fosse costruita con tutta una congerie di epicicli (di orbite cioè di secondo ordine il cui centro percorre un'orbita primaria detta deferente), che nel sistema eliocentrico non si rendeva più necessaria: col solo trasportare il centro dei moti planetari dalla terra al sole, Copernico spazzava via d'un colpo una molteplice categoria di tali epicicli, i quali pertanto apparivano ovviamente come sorpassati e inutili puntelli, ai quali si era fatto ricorso per sostenere il mal fondato edificio geocentrico. Per di più l'interpretazione tolemaica dei moti planetari presentava enigmatiche coincidenze tra le retrogradazioni dei pianeti e il sole, giacchè l'osservatore terrestre vede un pianeta retrocedere soltanto quando si verificano certe posizioni rispettive del pianeta e del sole. Tale coincidenza rimaneva inspiegata nell'ipotesi di pianeti rotanti intorno alla terra senza alcun special riferimento al sole, mentre si chiariva assai ovviamente con la supposizione di pianeti rotanti intorno al sole e trascinati ancora dal sole nel suo moto (apparente se non reale) intorno alla terra. Infine l'edificio geocentrico era vulnerato da manifeste e irreparabili lesioni, quali erano l'indiscutibile aggirarsi di Venere intorno al sole e quello dei pianeti medicei intorno a Giove; probabilmente doveva aggirarsi intorno al sole anche Mercurio, il cui moto appariva in tutto analogo a quello di Venere. Oltre a ciò

Galileo aveva brillantemente dimostrato (sebbene non divulgato: cfr. lettera citata dello Schiaparelli al P. Müller (*o. c.*, p. 105), Galileo aveva precisato che il moto dei satelliti di Giove visto dalla terra conteneva una ineguaglianza avente per periodo la rivoluzione sinodica di Giove, e che la linea di riferimento, rispetto a cui il moto delle medicee doveva considerarsi come uniforme, era quella che va dal sole a Giove. Per ottenere una circolazione uniforme si doveva dunque riferire questa circolazione al sole e non alla terra. Con questa importante scoperta fu dimostrato che il centro del moto di Giove era il sole e non la terra, e con plausibile congettura lo stesso si doveva pensare di Marte e Saturno. Arrivato a questo punto Galileo credette di aver dimostrato la verità dell'ipotesi di Copernico: troppo presto disse: « *tertium non datur!* ». In realtà non restava ancora esclusa l'ipotesi di Tycho Brahe.

Lo Schiaparelli prosegue supponendo che Galileo non fosse al corrente del sistema ticoniano e che sia solo caduto in una svista se non ne ha egli stesso avvertito la possibilità; consta invece che Galileo conosceva l'idea di Tycho fin dall'anno 1600 (GAL., *Op.* x, 79; VII, 552-3, 564); aveva però ragioni per non condividerla (GAL., *Op.*, VI, 231-3-4). E in verità, sebbene il sistema ticoniano fosse equivalente al copernicano nel fornire una interpretazione geometrica e cinematica dei moti celesti, non era da dirsi ugualmente probabile se doveva concepirsi come realtà fisica. Perchè mai quella anomala eccezione della terra nel comune moto eliocentrico? Perchè quella ibrida unione di due sistemi, eliocentrico uno e geocentrico l'altro, con assai notevole complicazione di tutto il meccanismo?

È poi soprattutto da rilevare come Galileo avesse tolto di mezzo il falso presupposto su cui Tycho fondava la sua argomentazione per ritenere la terra immobile al centro nonostante il manifesto aggirarsi degli altri pianeti intorno al sole. Conformandosi alle idee tradizionali, Tycho aveva esageratamente apprezzato il diametro apparente delle stelle (fino a 2' e 3' - cfr.

TYCHO, lettera a Rorthmann: *Epistolarum Astronomicarum*, lib. I, Uramburgi 1596, p. 167); di conseguenza doveva ridurre enormemente la distanza delle stelle per non farne dei mondi inverosimilmente enormi; una volta supposte le stelle relativamente vicine, concludeva che la terra non potesse percorrere un'ampia orbita intorno al sole: altrimenti si sarebbe in pari tempo spostata di un notevole angolo rispetto alle stelle e queste si sarebbero viste descrivere annualmente piccole ellissi parallattiche. Galileo però meglio rilevando l'aspetto puntiforme delle stelle e osservando il loro istantaneo scomparire dietro ostacoli, aveva negato il falso presupposto di Tycho, riportando plausibilmente la distanza delle stelle a quell'ordine di grandezza che in realtà compete alle stelle più vicine; concludeva quindi che, data la enormità delle distanze, gli spostamenti delle stelle rimanevano impercettibili (cfr. *Dialogo*: Terza Giornata: GAL., *Op.*, vol. VII, pp. 386-389); e lettera di Galileo a Francesco Ingoli in risposta alla « disputatio de situ et quiete terrae »: GAL., *Op.*, vol. VII, pp. 524-5; 528-9). Noi sappiamo come Galileo avesse colto felicemente nel vero; all'inizio però del secolo XVII la distanza delle stelle non poteva dirsi definita; in ogni modo la congettura di Galileo era ben fondata, e nessun positivo argomento scientifico esigeva l'immobilità della terra, mentre l'innegabile semplicità della natura si pronunziava in favore del sistema eliocentrico. Restava in contrario il solo argomento esegetico; ma anche questo veniva a perdere consistenza se le espressioni scritturali potevano ovviamente conciliarsi con le vedute copernicane.

II) Il secondo argomento di Galileo considera le traiettorie circolari descritte dalle macchie solari e constata non solamente che l'astro ruota su se stesso, ma anche che l'asse di rotazione è nel corso di un anno diversamente inclinato rispetto alla terra: infatti le traiettorie delle macchie appaiono, con periodo annuo, ora rettilinee ora curvate verso l'alto o verso il basso, nonché ora inclinate a destra ora inclinate a sinistra.

Abbiamo anche qui a che fare con un fenomeno di moto relativo che, se si spiega ovviamente nel sistema eliocentrico ammettendo l'asse del sole inclinato rispetto al piano dell'orbita terrestre, si spiega anche col sistema geocentrico se si suppone che il sole, nel suo annuale moto rispetto alle stelle, sposti il suo asse parallelamente a se stesso. L'argomento non è quindi perentorio e lo stesso Galileo non lo dà per tale (cfr. *Dialogo*: Terza giornata, GAL., *Op.*, vol. VII, pp. 379-382).

Ciò nonostante Galileo rigetta l'interpretazione geocentrica come « molto dura e quasi impossibile » (cfr. GAL., *Op.* I. c., p. 382) e ciò a causa dei complicati moti che essa supporrebbe, mentre semplicissima è l'interpretazione eliocentrica. Bisogna però qui riconoscere che Galileo ha interpretato in modo complesso, nonché « oscuro » come egli ammette, quel che in definitiva si sarebbe risolto in un semplice trasportarsi dell'asse solare parallelamente a se stesso. Non è però da lasciar passare inosservato che la semplicità della spiegazione si salvava finché si prendeva in esame il solo movimento annuo del sole; non così sarebbe stato se Galileo avesse insistito sull'argomento delle macchie solari facendo considerare simultaneamente sì il moto annuo del sole rispetto alle stelle come quello diurno rispetto alla terra.

Infatti nel breve periodo diurno, le macchie solari non subiscono nessun notevole spostamento, né a destra o a sinistra, né in alto o in basso. Anche di questo fatto si può dare, dal punto di vista cinematico, tanto l'interpretazione eliocentrica quanto quella geocentrica; ma quest'ultima è assai più complessa, e per di più va contro le leggi della dinamica.

Dato che nel breve giro di un giorno le macchie solari non subiscono nessun notevole spostamento, due conclusioni si impongono come necessarie: la prima è che nel periodo che va dal sorgere al tramontare del sole, quest'astro mantenga sensibilmente la stessa faccia verso la terra: altrimenti le macchie si sposterebbero trasversalmente sul disco solare, lungo i suoi paralleli; in secondo luogo è anche necessario (e su questo dobbia-

mo ora portare la nostra considerazione) che, nello stesso breve periodo di un giorno, l'asse solare non muti sensibilmente inclinazione rispetto alla terra; altrimenti l'osservatore terrestre vedrebbe le macchie solari spostarsi in alto o in basso.

Orbene, questa seconda condizione è ovviamente verificata nella ipotesi eliocentrica, giacché il moto apparente del sole è in tal caso dovuto alla rotazione della terra sul suo asse, e questa rotazione terrestre non fa menomamente mutare l'inclinazione dell'asse solare. Stando invece alla ipotesi geocentrica, è necessario supporre che il sole, nel suo ruotare intorno alla terra, mantenga il suo asse quasi rigidamente connesso con l'asse di questa: senza una tal connessione infatti muterebbe sensibilmente l'inclinazione rispettiva dei due assi, e le macchie solari si sposterebbero in alto o in basso anche nel breve periodo diurno.

Per salvare dunque l'interpretazione geocentrica del fenomeno è necessario attribuire al sole un movimento complesso risultante da due eterogenee rotazioni intorno alla terra: l'una di periodo annuo, per la quale l'asse solare, trasportandosi parallelamente a se stesso, descriverebbe intorno alla terra una superficie cilindrica; l'altra di periodo diurno, per la quale l'asse solare, non si sposterebbe più parallelamente a se stesso ma ruoterebbe in rigida connessione con l'asse terrestre, descrivendo intorno alla terra una superficie detta iperboloide, che è la superficie descritta dalla rotazione, intorno a un asse, di una retta sghemba rispetto all'asse stesso: si tratta di una superficie somigliante a quella di un cono, nella quale però la retta generatrice non intersecherebbe più l'asse di rotazione e perciò non ruoterebbe intorno a un punto fisso (vertice del cono), bensì si manterrebbe sghemba rispetto all'asse e scorrerebbe lungo un cerchio di gola, il cui raggio è costituito dalla minima distanza delle due rette sghembe. Dalla combinazione dei due movimenti si avrebbe un moto complesso unico, ma vario, per cui l'asse solare descriverebbe intorno alla terra una superficie che passerebbe con continuità dalla forma di un cono (quando l'asse

solare seca l'asse terrestre) a quella di un iperboloide, il cui cerchio di gola si dilaterrebbe progressivamente fino a un valore massimo per poi restringersi nuovamente fino a riannullarsi nel vertice del cono.

Ne risulterebbe un complicato congegno cosmico che, sebbene inappuntabile come astratta interpretazione geometrica e cinematica dei moti celesti, appare tuttavia ben poco plausibile se pensato come concreta realtà fisica. Si aggiunga che quell'ipotesico ruotar dell'asse solare intorno alla terra, senza mantenersi parallelo a se stesso, è contrario alle leggi della dinamica applicata ai moti planetari; al tempo della controversia copernicana queste leggi non erano ancora definite; però già Galileo aveva perspicuamente osservati certi fenomeni, che egli stesso non aveva mancato di riferire a un generale principio di inerzia, per cui corpi ruotanti e « librati in un mezzo fluido e cedente » conservano « naturalmente l'asse di rotazione parallelo a se stesso » (cfr. *Dialogo*, GAL., *Op.*, vol. VII, p. 425 e 436).

Condotta in tal modo, l'argomentazione sarebbe venuta a godere anche dell'appoggio di fatti dinamici e avrebbe più seriamente portato a riflettere che almeno il moto diurno doveva essere attribuito alla terra e non al sole. Non sarebbe stata con ciò stesso risolta la controversia intorno al moto annuo e alla struttura geocentrica o eliocentrica del sistema, ma la sola rotazione diurna della terra sarebbe già stata sufficiente per mettere in luce il giusto senso delle scritture (cfr. note 15 e 22), facendo così cadere il motivo di opporsi alla tesi copernicana.

Anche il P. Müller S.J. ha già messo in rilievo come, se si fosse preso in considerazione il moto diurno del sole, l'esame delle traiettorie delle macchie solari avrebbe potuto efficacemente escludere l'interpretazione geocentrica del fenomeno (*Die Sonnenflecke im Zusammenhang mit dem Copernicanischen Weltsystem in Stimmen aus Maria Laach*, LII, 4 aprile 1897). Il Müller porta l'argomentazione in termini diversi, ma equivalenti a quelli sopra esposti: egli analizza e scompone in altra maniera quel complesso movimento che occorre riconoscere al

sole se si vuol portare una interpretazione geocentrica al fenomeno delle traiettorie delle sue macchie; rileva come sia necessario ammettere nell'astro due assi di rotazione con periodi diversi, in modo che il sole quotidianamente ruoti, con il suo proprio asse inclinato sul piano dell'orbita diurna, intorno a un altro asse perpendicolare al piano stesso (ne risulta il medesimo movimento complesso dianzi considerato). Orbene, osserva qui il Müller, presupposto il principio inerziale, una siffatta rotazione dell'asse solare non è possibile. Così formulando la sua dimostrazione, conclude il citato autore, Galileo avrebbe potuto dare alla tesi della rotazione diurna della terra un sostegno formidabile e una base solida, la quale avrebbe avuto una nuova conferma nelle scoperte seguite (dopo però la morte di Galileo) degli assi di rotazione dei pianeti.

È anche lecito raccogliere dalle osservazioni fatte come ottimi argomenti non fossero ancora pienamente maturi al tempo di Galileo: si spiega pertanto più facilmente l'incomprensione che li accolse.

III) Il terzo argomento, prediletto da Galileo e tratto dal flusso e riflusso del mare, pretendeva aver colto una conseguenza fisica del moto della terra: esso paragonava le maree a quei movimenti che si verificano per inerzia nell'acqua contenuta in un vaso quando il vaso viene mosso con moto vario: dalla combinazione infatti dei due moti di traslazione e di rotazione della terra risulta che i vari punti del globo non hanno tutti simultaneamente la stessa velocità e che un determinato punto acquista periodicamente velocità diverse (cfr. GAL., *Op.*, vol. VII, p. 452).

Bisogna riconoscere che l'argomento, pur essendo errato, era nondimeno ben pensato e atto a dar l'impressione di aver trovato nei flussi e riflussi del mare un effetto tangibile del moto della terra. Una grave difficoltà tuttavia si opponeva a tale interpretazione del fenomeno, giacché i due moti combinati di traslazione e rotazione della terra avrebbero dovuto suscitare le maree due volte al giorno, mentre queste si verificano quat-

tro volte; la soluzione poi della difficoltà non era così brillante come lo specioso argomento: essa poggiava infatti sulla supposizione di inesatti dati di osservazione e di altre cause supplementari vagamente concepite (cfr. GAL., *Op.*, vol. VII, p. 458).

Galileo rigettò l'idea che le maree dovessero riferirsi all'influsso lunare ed ha parole di meraviglia nel constatare che anche Keplero « d'ingegno libero e acuto abbia dato assenso a simile fanciullezze » (GAL., *Op.*, vol. VII, p. 486). Dobbiamo però notare, per comprendere nel suo giusto senso questa critica di Galileo, che il fenomeno non era allora riferito alla attrazione esercitata dalla luna, ma a una specie di rarefazione dell'acqua prodotta dalla luna e ad altri poteri occulti.

IV) Oltre i tre argomenti principali, altre ragioni di convenienza sono esposte da Galileo nel *Dialogo*, come la enorme velocità dei corpi celesti più lontani, ove essi girassero veramente in 24 ore intorno alla terra; la discordia dei movimenti dei pianeti, da oriente a occidente rispetto alla terra e da occidente ad oriente rispetto alle stelle; il pensare che tutto fosse in movimento e la terra sola immobile; le variazioni del diametro dei pianeti all'apogeo e al perigeo. È da notare che tutti questi argomenti si riducono alla maggiore semplicità della concezione copernicana; le variazioni poi del diametro apparente dei pianeti, che il sistema tolemaico spiegava con gli eccentrici, sarebbero state esattamente le stesse nel sistema ticoniano e in quello copernicano.

Assai degne di nota sono le risposte con le quali Galileo scioglieva le obiezioni che si muovevano contro il moto della terra, massime quelle che procedevano da falsi concetti meccanici. Con esse Galileo sgombrò e dissodò il terreno e gettò semi fecondi.

Molto si è discusso perché mai Galileo non abbia sfruttato per la causa copernicana le leggi di Keplero e specialmente la terza, la quale assegna a tutti i corpi celesti che si aggirano intorno a un astro centrale un sigillo caratteristico che denunzia

il centro del loro moto. La spiegazione più plausibile dell'enigmatico silenzio è quella che lo Schiaparelli espone nella citata lettera al P. Müller e che il Favaro ha pubblicato negli *Atti e Memorie della R. Accademia di Padova* (vol. XXXII, p. 129 - Padova 1916). Sarebbe in causa una ripugnanza da parte di Galileo a certe speculazioni platoniche cui era fortemente inclinato Keplero. Rimandando alla lettura dei citati autori per una più ampia visione della questione, rileviamo qui solamente, come potessero facilmente verificarsi incomprensione tra Galileo e i suoi oppositori se esse non mancarono neanche tra scienziati quali Galileo e Keplero. A proposito poi del valore probativo della terza legge di Keplero lo Schiaparelli osserva come essa potesse accordarsi non solo col sistema copernicano ma anche con quello ticoniano (cfr. G. CELORIO, *Commemorazione di G. Schiaparelli* in *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*: classe scienze fisiche, matematiche e naturali - nuova serie - vol. III, p. 548); tale osservazione però va riferita al solo moto annuo, che, in conformità alla terza legge di Keplero, potrebbe spiegarsi sia col giro annuo della terra intorno al sole, sia col giro annuo del sole intorno alla terra; resta invece incomprensibile con detta legge una rotazione diurna del sole intorno alla terra; Galileo avrebbe pertanto avuto in suo favore un validissimo argomento, che avrebbe reso la sua vittoria assai probabile; non certa tuttavia, perché si sarebbe ancora potuto discutere quanto fosse necessario ammettere una sì universale validità della terza legge di Keplero.

V) Ricapitolando e volendo dare una qualche risposta alla questione se Galileo avesse dimostrato o no il moto della terra, sembra equo concludere che, se nessuno degli argomenti costituiva una dimostrazione rigorosa, pure il loro complesso (pur prescindendo dalla considerazione delle maree) non era privo di forza persuasiva, specie per una mente che potesse abbracciarne la sintesi e penetrarla con quel senso nuovo della nuova meccanica, che aveva perduto di vista tutti i criteri della vecchia fisica.

Questa riflessione fa anche capire come fosse possibile una profonda incomprensione tra Galileo e quelle menti di antico stampo, non aperte alle nuove scienze, che da una parte derivavano dai vecchi e falsi preconcetti gli elementi per costruire i sistemi cosmici e dall'altra non abbracciavano con visione sintetica i molteplici fenomeni celesti e le loro diverse interpretazioni, ma al più si preoccupavano di chiedere ai competenti se qualcuna delle prove fosse perentoria: in tal modo sfuggiva loro la forza persuasiva delle argomentazioni di Galileo.

APPENDICE II

GLI AVVERSARI DI GALILEO. — Tra gli avversari di Galileo sono particolarmente nominati: Giulio Libri, Flaminio Papazzoni, Giovanni Magini, Martino Horky, Giulio Cesare Lagalla, Fortunato Liceti, Antonio Rocco, Francesco Sizzi, Lodovico delle Colombe e Cesare Cremonino — costoro, generalmente filosofi, nonché medici, matematici, astrologi, eruditi in lettere, umanisti, appartenevano ai centri Accademici di Pisa, Padova, Bologna, Venezia. Le polemiche, specie in alcuni di loro, contro Galileo non mancarono di mordacità, ironia e anche di disprezzo nei riguardi dell'illustre scienziato; alcuni si rifiutarono di ammettere gli stessi fatti delle scoperte astronomiche e pretesero confutarli ricorrendo alla fallacità del cannocchiale, per quanto non mancarono le ritrattazioni in proposito (cfr. GAL., *Op.*, vol. xx. Indice Biografico e dei nomi e cose notabili); Il Cremonino è noto per essersi rifiutato di mettere gli occhi al telescopio negando i fatti a priori sull'autorità di Aristotele.

Lodovico Cardi da Cigoli indica a Galileo riunioni (in Firenze) di suoi avversari i quali van « cercando se vi possono appuntare in cosa alcuna sopra il moto della terra ed altro » (GAL., *Op.*, vol. xi, p. 241, n. 617; cfr. vol. xix, p. 628).

Riferendosi al periodo del primo processo, Galileo ebbe a lamentare malignità di persecutori e false calunnie (GAL., *Op.*,

vol. XII, p. 228, n. 1171 e p. 248, n. 1189; vol. XVI, p. 216, n. 3082).

Potremmo forse riferire a questi lamenti alcune accuse, portate a Roma dal Caccini, le quali però sono state giudicate inconcludenti dal Tribunale Ecclesiastico (GAL., *Op.*, vol. XIX, p. 308-316-17-18-19-20) e non hanno avuto influsso alcuno su i provvedimenti presi nei riguardi della teoria copernicana.

Il 16 febbraio 1615 Galileo scriveva da Firenze a Mons. Dini in Roma: « Alcuni di questi Padri (domenicani) se ne sono venuti costà per far, come intendo, qualche altro tentativo con la sua copia di detta mia lettera... con isperanza di far, per lo meno, dannare il libro del Copernico e la sua opinione e dottrina » (GAL., *Op.*, vol. V, p. 292). Può darsi che anche in questi passi Galileo abbia visto, e altri lo abbiano spinto a vedere, manovre malevoli di avversari personali; ma ad apprensioni di tal genere potevan non corrispondere i fatti, come ebbe pure a verificarsi in data posteriore (GAL., *Op.*, vol. XVI, n. 2156); lo confermerebbero i documenti del processo, a quel tempo segreti e ora noti, i quali mostrano come le denunce procedessero da quei pregiudizi e allarmi per la fede, che non possono certo esser confusi con gelosie e malignità: Galileo stesso scrivendo al Picchena (23 gennaio, 6 febbraio, 12 marzo 1616 - v. nota seguente) manifestamente distingue le opposizioni procedenti da divergenza di idee dalle opposizioni procedenti da animo malevolo. Qualunque supposizione del resto voglia farsi intorno alle manovre e allo spirito con cui la questione è stata portata a Roma, non abbiamo ancora a che fare con le sfere ecclesiastiche che han giudicato la controversia, e delle quali Galileo stesso si è formato diverso giudizio (v. nota seguente).

Alla luce dei criteri ora esposti va giudicata anche la lettera dell'Ambasciatore di Toscana il quale scrivendo al Segretario Granducale Curzio Picchena (da Roma 5 dicembre 1615: GAL., *Op.*, vol. XII, p. 206, n. 1149) fa allusione a qualche

malanimo da parte di religiosi, segnalando che: « alcuni frati di S. Domenico, che han gran parte nel Santo Uffizio, e altri, gli (a Galileo) hanno male addosso ». Oltre le osservazioni sopra fatte, è da avvertire che detta lettera non è scritta senza passione: il Guicciardini era molto seccato per la venuta a Roma di Galileo; mostra risentimento pel fatto che gli ordini per l'alloggio erano stati dati al casiere della villa senza che lui fosse stato avvertito; teme noie e difficoltà per la permanenza romana di Galileo: calca quindi le tinte ostili. Anche il Guicciardini del resto fa comprendere come l'avversione fosse da riferirsi a divergenze di idee e alle circostanze dell'epoca, scrivendo tra l'altro: « questo non è paese da venire a disputare della luna né da volere, nel secolo che corre, sostenere né portarci dottrine nuove » (cfr. anche la lettera del Guicciardini a Cosimo II - 4 marzo 1616: GAL., *Op.*, vol. XII, p. 241, n. 1185).

Federico Cesi, fondatore dell'Accademia dei Lincei, riferisce più nettamente a divergenze di idee e non a malanimo le opposizioni alla teoria copernicana che potevano temersi in Roma: già in data 12 gennaio 1615 aveva scritto a Galileo (GAL., *Op.*, vol. XII, n. 1071, p. 128-130) consigliandolo a restringere la sua querela alla ingiuria lanciata dal Caccini contro i matematici, non confondendo questa causa con la questione copernicana; anzi, aggiungeva: « evitare affatto il parlare di Copernico, acciò questa non sia occasione che si tratti di altra Congregazione se l'opinione si debba lasciar correre o dannare; che li fautori della parte contraria presto potrebbero forse decider contro... stante la moltitudine dei peripatetici ». Si tratta dunque di un contrasto di idee tanto radicato da poter destar la preoccupazione di organi incaricati di vigilare sulla sicurezza della fede. Quella moltitudine poi di peripatetici non era certo segnalata come una falange di invidiosi e maligni, ma piuttosto come una pesante massa conservatrice, dotata per di più di autorità, contro la quale si sarebbero facilmente infranti gli urti di idee rivoluzionarie non ancora mature.

Una copiosa letteratura indica, come istigatori, seppure non autori, delle disgrazie di Galileo, due gesuiti: il P. Orazio Grassi e il P. Cristoforo Scheiner, i quali ebbero entrambi con l'insigne astronomo diuturne polemiche: il primo intorno alla natura, ubicazione e moto delle stelle comete, l'altro intorno alla priorità o piuttosto indipendenza di scoperta e pubblicazione sulle macchie solari.

Né l'una né l'altra questione ha a che vedere con le cause che hanno influito sulla errata posizione presa dal tribunale ecclesiastico nel 1616: Il P. Grassi infatti tenne la sua prima dissertazione sulle comete nel 1618; il P. Scheiner non fu a Roma se non nel 1624.

Influirono i due religiosi sulla condanna del 1633?

Per quanto riguarda il P. Grassi va al contrario asserito che, se i giudici si fossero attenuti al grave monito di lui, l'errore sarebbe stato scongiurato: il 22 settembre 1633, il P. Grassi scriveva a Gerolamo Bardi in Pisa: « et essendo stato richiesto in Roma l'anno passato che cosa mi paresse del suo libro (di Galileo) intorno al moto della terra, procurai con ogni sforzo mitigare gli animi inaspriti verso di lui e renderli capaci della efficacia degli argomenti da lui apportati » (GAL., *Op.*, vol. xv, p. 275, n. 2711).

Per quanto riguarda il P. Scheiner un influsso sulle vicende del 1633 non sembra possa dirsi seriamente provato. Ne fa allusione già nel 1633 il Buonamici (GAL., *Op.*, vol. xix, p. 410); ne parlano nel 1633 e 1640 i francesi Gabriele Naude, Giacomo Gaffarel, e l'austriaco Mattia Bernegger (GAL., *Op.*, vol. xv, pp. 86 e 164; pp. 141 e 218; vol. xvii, p. 365); ma nessuno riferisce né la fonte della informazione né quale parte avrebbe avuto lo Scheiner; si fa piuttosto allusione a opinioni della piazza: « le P. Scheiner, Jésuite luy a joué ce tour, ut creditur » scriveva il Gaffarel.

Non sembra che possa concedersi il valore di una prova perentoria a certi rumori indefiniti, che potrebbero ovviamente esser nati da prevenzioni a causa della precedente aspra pole-

mica, nonché da intenzioni non rette. Omessi vari rilievi che potrebbero a più titoli provare che voci malevoli non sono mancate, pur volendo lasciare come dubbio e controverso il giudizio nei riguardi del P. Scheiner, sembrano tuttavia eque due osservazioni: 1) Le cause che direttamente influirono sul processo e la condanna del 1633 furono le seguenti: a) l'errato presupposto dottrinale (stabilito già nel 1616 e non ridiscusso nel 1633) che la S. Scrittura escludesse la tesi copernicana; b) la faccenda di quell'« imprimatur », che si trovava in radicale contrasto con le idee dei « superiori » (cfr. Lettera del Niccolini al Cioli, 19 aprile 1631: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 251, n. 2151); tale faccenda tenne in preoccupazione il P. Riccardi e D. B. Castelli prima ancora che il *Dialogo* vedesse la luce (cfr. nota 49 e lettera del Castelli a Galileo, 24 agosto 1630: GAL., *Op.*, vol. XIV, p. 195, n. 2049) e gravemente disgustò Urbano VIII, riaprendo con ciò stesso la causa (cfr. nota 60); c) il fatto che, il *Dialogo* si pronunciasse categoricamente per la tesi copernicana e fosse trovato in contrasto col precetto del 1616 (cfr. note 46, 51, 52); d) il fatto che non fu possibile negli interrogatori rendersi conto della interna mente di Galileo. 2) Non si vede come le predette cause possano essere imputate a una azione del P. Scheiner; per sostenere la tesi si dovrebbe far ricorso all'azione indiretta (da provare) di chi avrebbe con malanimo soffiato nel fuoco senza aver determinato nessuno di quei precisi motivi che hanno portato alla condanna. Neanche è ragionevole pensare che un eventuale intervento benevolo dello Scheiner (che avrebbe potuto essere in favore di Galileo se la precedente polemica non avesse rotto le amichevoli relazioni) avrebbe potuto efficacemente cambiar rotta agli eventi: vani infatti sono riusciti tutti i buoni desideri e sforzi del P. Riccardi, P. Maculano, Don Benedetto Castelli, dell'Amhasciatore di Toscana e dello stesso Granduca; vano altresì è stato il grave monito del P. Grassi, che pure metteva la scure alla radice. Queste ultime riflessioni tolgono credito all'autenticità di quella pretesa dichiarazione del P. Griem-

berger, attestata non si sa da chi, secondo la quale: « se il Galilei avesse saputo cattivarsi l'amicizia dei Padri del Collegio Romano, la sua fama non sarebbe stata offuscata, e avrebbe potuto continuare a scrivere sopra ogni tema, anche su quello del moto della terra » (GAL., *Op.*, vol. XVI, p. 117). L'asserzione appare ancora più infondata in quanto gli stessi padri del Collegio Romano, fin dal 1615, rimettendo il giudizio della controversia all'Autorità Ecclesiastica, si tenevano nel silenzio la loro opinione in favore del sistema copernicano (cfr. lettera di Mons. Dini a Galileo, 16 maggio 1615: GAL., *Op.*, vol. XII, p. 181, n. 1122); a seguito poi dei decreti del 1616 e 1633 esponevano per ubbidienza, compreso il P. Scheiner, le idee tolemaiche nei riguardi del sole e della terra (GAL., *Op.*, vol. XX, p. 504; vol. XV, p. 254).

APPENDICE III

L'ASSENSO AI DECRETI DELLE SS. CONGREGAZIONI. — A retamente intendere il carattere condizionato dell'assenso dovuto ai decreti dottrinali delle Congregazioni Romane giova una più accurata spiegazione, in termini scientifici e precisi, della natura dell'assenso stesso:

a) Detto assenso consiste essenzialmente in un giudizio, con cui il fedele aderisce alla sentenza dottrinale dell'Organo Ecclesiastico: trattasi quindi di un assenso *interno*.

b) Il motivo che spinge all'assenso non è quello della fede divina, ma quello della Sacra Autorità dell'Organo Ecclesiastico, cui spetta il compito di provvedere alla sanità e sicurezza della dottrina: a ragione di tale motivo, l'assenso è detto *religioso*.

c) Considerato nella sua fermezza l'assenso può dirsi *moralmente certo*; non può infatti essere abbassato, in linea di massima, semplicemente perchè i giudici non sono infallibili, al livello di quegli assensi dubbi e meramente opinativi, poggiati su motivi che non valgono a far prudentemente escludere l'errore: la competenza e probità dei membri dell'Organo Ecclesiastico, nonchè la matura riflessione fan prudentemente escludere l'errore. L'errore unico, più che eccezionale, verificatosi nel caso di Galileo, conferma la grande prudenza dei

giudizi. Tuttavia, non essendo assolutamente esclusa la possibilità dell'errore, la fermezza dell'assenso non eccede i limiti di quella certezza che suol dirsi morale: si esclude cioè il timore dell'errore, standosi nella presupposizione che discussione e sentenza sian procedute bene come d'abitudine. A ragione di questo presupposto, l'assenso è detto *condizionato*.

Nel caso però, più che eccezionale, che la presupposta condizione non fosse verificata, vien meno la morale certezza; resta però sempre doveroso un *silenzio ossequioso o riverenziale*.

Circa l'assenso che, a giudizio dei contemporanei, era dovuto dai cattolici ai decreti riguardanti il caso di Galileo, cfr. OTTIGER, *Theol. Fund.* II, 381, sgg.; due lettere di DESCARTES che danno la questione per non definita (GAL., *Op.*, vol. XVI, p. 56, n. 2898; p. 88, n. 2931) e specialmente il RICCIOLI, autorevole astronomo del sec. XVII, il quale, nel suo *Almagestum Novum* (ed. 1651 T. I., p. 52) così scrive: « S. Congregatio Cardinalium, seorsim sumpta a S. Pontifice, non facit propositiones de Fide, aut oppositas esse haereticas. Quare cum nondum de hac re prodierit definitio Summi Pontificis aut Concilii ab eo directi, vel approbati, nondum est de Fide solem moveri et Terram stare, vi Decreti praecise illius Congregationis; sed ad summum, et solum vi Sacrae Scripturae, apud eos, quibus est evidens moraliter, Deum ita revelasse. Omnes tamen Catholici ex virtute tum prudentiae tum oboedientiae obbligantur ad tenendum, quod illa Congregatio decrevit et saltem ad non docendum absolute oppositum ».

L'analisi dell'assenso dovuto ai decreti dottrinali delle Congregazioni Romane può essere ulteriormente approfondita nei riguardi dell'oggetto dell'assenso stesso. Non è fuor di luogo farne qui un cenno, dato che non mancano autori che da queste considerazioni traggono un nuovo criterio per sciogliere il caso di Galileo.

L'oggetto dell'assenso, per quanto consista sempre in una sentenza d'ordine dottrinale, può tuttavia essere considerato sotto due diversi aspetti, speculativo l'uno e pratico l'altro.

Può in primo luogo aversi, intorno a una data sentenza, un giudizio speculativo che considera direttamente l'interna verità o falsità della dottrina; può però anche aversi un giudizio pratico che considera la dottrina in relazione a una norma da seguire: nel nostro caso, in relazione alla norma della fede, rilevando direttamente non la verità o falsità della dottrina, ma la sua sicurezza o non sicurezza nei riguardi della fede. È da dirsi sicura quella dottrina che certamente non contraddice alla fede o con la fede positivamente concorda, almeno con quella probabilità per cui la si può prudentemente ammettere; dottrina invece non sicura è quella che non gode di tale probabilità.

È manifesta la distinzione tra i due aspetti di verità o falsità da una parte e di sicurezza o non sicurezza dall'altra: infatti, una determinata sentenza speculativa non può divenire da vera falsa o viceversa; mentre una dottrina, in sè vera, può a buon diritto esser giudicata non sicura per difetto di sufficiente luce, e divenire poi sicura, accedendo più chiari argomenti ad illuminare la questione: come, spuntando il giorno può darsi per sicura una via, che non dava affidamento di notte. Potrebbe anche esser data per sicura nei riguardi della fede una sentenza in sè falsa (come p. es. la tolemaica), qualora, non possa venire in contrasto alcuno con la fede: in tal caso, l'errore di chi abbraccia la sentenza falsa non preoccupa in nessun modo nei riguardi della fede.

Molti decreti del S. Ufficio mettono in evidenza che intendono giudicare della sicurezza o non sicurezza di una dottrina, qualificandola espressamente come « tuta » o « non tuta ». Altre volte il decreto semplicemente emette o rigetta una sentenza, formulando magari altre note e censure; non mancano tuttavia teologi, anche di grande e somma autorità, come p. es. il Franzelin e il Billot, che danno in ogni caso ai decreti dottrinali delle Congregazioni Romane quel carattere pratico che propriamente giudica della sicurezza o non sicurezza di una dottrina, quali che siano le qualifiche e censure, le quali starebbero a dire in qual modo e in qual misura la sentenza concordi o no con la

regola della fede (cfr. FRANZELIN, *De divina traditione et scriptura*, Thesis XII Sch. I Princ. VII, ed. 1882, p. 127 sgg. - BILLOT, *Tractatus de Ecclesia Christi*, Thesis XIX, ed. 1909, pp. 434-39).

Questa natura dei giudizi dottrinali delle Congregazioni e del loro compito che non è quello di definire questioni, ma di provvedere alla sanità e sicurezza della dottrina, conforme al can. 274,¹ del Diritto Canonico: « S. Officium « tutatur doctrinam fidei et morum ».

Non si tratta qui di discutere quanto la sentenza del Franzelin e del Billot possa essere sostenuta e accettata nella sua universalità, ma è piuttosto da considerare quanto essa possa applicarsi al caso di Galileo, non solamente da un punto di vista astratto e teoretico, ma pratico e storico.

Dal punto di vista teorico è certo che la sentenza dà alla formula dell'abiura di Galileo un senso rigido, secondo il quale rigettare la sentenza copernicana avrebbe significato non già un giudicarla in sé falsa ed erronea, sia pure con un giudizio condizionale e revocabile, ma semplicemente un averla per dottrina non sicura e ad essa, come tale, non più aderire (cfr. FRANZELIN, *l. c.* Corol. 5; BILLOT, *l. c.*). Dire « abiuro » avrebbe quindi significato « rinuncio a una sentenza che ritengo come non sicura nei riguardi della fede » e questo non già per motivo di fede divina, ma per motivo di quella sacra autorità dell'Organo Ecclesiastico, che ha certamente l'ufficio di provvedere alla sanità e sicurezza della dottrina. Una simile formula non crea difficoltà per la sincerità dell'abiura da parte di uno pur convinto della falsità della sentenza. Galileo, infatti, pur tenendo la sentenza copernicana per vera, poteva in pari tempo riconoscerla per non sicura nei riguardi della fede, non già per lui personalmente, ma per la comune dei fedeli, i quali, data la mancanza di luce sulla questione e il prestigio dei giudici ecclesiastici, avrebbero potuto non comprendere la conciliabilità della dottrina copernicana con la Scrittura e dalla affermazione di quella sarebbero stati portati, sebbene a torto, a dubitare

della Scrittura. In altri termini, poteva Galileo con tutta convinzione riconoscere che, per quanto la nuova dottrina fosse vera, era tuttavia pericoloso per la fede agitarla allora in quelle particolari circostanze, dato che pregiudizi e allarmi l'avevano messa in apparente contrasto con la Scrittura.

Abbiamo fin qui esaminato l'aspetto dottrinale della questione; ma l'aspetto che più ci interessa è quello storico: si tratta di vedere se veramente, nel caso di Galileo, sentenza e abiura si sono attenuti ai criteri esposti.

Da parte dei giudici sembra che la supposizione non possa essere sostenuta: per quanto non pensassero di aver emesso una definizione dogmatica infallibile (per la quale non costituivano l'organo competente; cfr. nota 70 in fine) tuttavia dovevano essere nella inperturbata persuasione di aver letto la loro sentenza nella stessa Sacra Scrittura: la proponevano perciò come una verità che doveva essere indubbiamente ammessa.

Nonostante però la presunzione errata dei giudici, Galileo poteva a buon diritto prendere l'abiura nel suo legittimo senso; e potrebbe anche averla presa nel senso della sentenza sopra esposta. A convalidare l'ipotesi può addursi il fatto, rilevato dal Billot, che già al tempo di Galileo il teologo Caramuel y Lobkowitz distingueva l'autorità « speculativa », che concede al solo Romano Pontefice parlante *ex cathedra*, e l'autorità « pratica » della Congregazione. In conformità a queste stesse idee Galileo potrebbe anche essere stato illuminato da qualcuno dei suoi amici teologi (cfr. nota 74). La supposizione è certamente legittima; sembra tuttavia prospettare una possibilità, più che una probabilità.

Resta più plausibile supporre che, indipendentemente da troppe teoretiche disquisizioni sul valore dei decreti dottrinali del S. Uffizio, Galileo, considerata l'autorità e la fallibilità dei giudici, abbia preso il verbo « abiuro » (che di per sè si presta a più sensi) non già nel senso di una speculativa adesione a una sentenza che riteneva errata, ma nel senso pratico, di una rinunzia a una dottrina vera, ma che gli procurava il sospetto

di eresia. Anche questa supposizione scioglie radicalmente la difficoltà della sincerità della abiura.

La supposizione che Galileo abbia ricevuto luce dai suoi amici teologi sul come diportarsi nella circostanza della abiura non è senza fondamento.

Nelle vicende stesse del processo Galileo aveva tutto il diritto di consultarsi con persona di sua fiducia. Mons. Dini aveva espressamente trattato con Galileo, già nel 1615, della sottomissione alla Autorità Ecclesiastica in fatto di interpretazione della Scrittura (cfr. lettera di Mons. Dini a Galileo, 7 marzo 1615; GAL., *Op.*, vol. XII, p. 151, n. 1090). Il P. Maculano ebbe contatto con Galileo durante le stesse vicende del processo e gli mostrò indubbia e perseverante benevolenza. Don Benedetto Castelli, ebbe grande familiarità con Galileo e trattò con lui questioni teologiche fin dal 1613; chiamato poi da Urbano VIII a insegnare alla Sapienza, era a Roma al tempo del processo e poté forse anche in quella circostanza far pervenire a Galileo un consiglio, attraverso il Niccolini, tato più che questi era stato tempestivamente edotto dal Papa stesso dei criteri che erano stati seguiti nel processo (lettera del Niccolini al Cioli in Firenze, da Roma 19 giugno; cfr. nota 64) e che portavano a prevedere la probabilità della abiura; nè tale informazione fu confidata al Niccolini sotto rigoroso segreto, dato che egli l'ha riferita immediatamente al Cioli; indipendentemente del resto da una opportuna parola da parte del Niccolini, il Castelli poteva di sua iniziativa essersi preoccupato di far pervenire al Galilei un buon consiglio, non ignorando egli che doveva trovarsi in circostanze difficili e penose. Il P. Riccardi non solo per coerenza d'amor proprio, ma più ancora per convinzione, riteneva giudizi favorevoli a Galileo e alla sua causa anche quando il processo era già imbastito (cfr. lettera di Filippo Magalotti a Mario Guiducci, 4 settembre 1632: GAL., *Op.*, vol. XVI, p. 379, n. 2297). Mons. Alessandro Boccabella, che fino a poche settimane prima era stato assessore del S. Uffizio, si recò amichevolmente da Galileo quando questi giunse a Roma

(cfr. lettere di Galileo e Niccolini al Cioli: GAL., *Op.*, vol. xv, p. 40, n. 2408; p. 43, n. 2473). Il contegno del Padre Foscarini, Carmelitano, propugnatore dell'idea copernicana e pure sottomesso al giudizio dell'Autorità Ecclesiastica, dovette pur fornire a Galileo un confortante esempio (cfr. nota 25). Nei riguardi dei Gesuiti del Collegio Romano, per quanto le relazioni amichevoli con Galileo si fossero da tempo raffreddate a causa del decreto del 1616 e fossero per di più sopraggiunte le polemiche col P. Grassi e col P. Scheiner, tuttavia, nella circostanza del processo, potè utilmente tornare in mente a Galileo la testimonianza fattagli nel 1615 da Mons. Dini, il quale lo informava come i matematici del Collegio Romano seguitassero a ritenere l'opinione copernicana, ancorchè tacesero (GAL., *Op.*, vol. xii, p. 181, n. 1122): si poteva dunque con sicura coscienza pensare che i giudici fossero nell'errore e che l'ubbidienza si limitasse a chiedere un ossequioso silenzio. Tale supposizione era efficacemente convalidata dal fatto assai significativo che quanti per studi scientifici eran preparati alle nuove vedute, tutti erano favorevoli alla tesi copernicana, almeno con un atteggiamento che prendeva in considerazione la ipotesi senza escluderla con rigido assolutismo a causa della S. Scrittura: tali eran Mons. Dini, membro dell'Accademia dei Lincei, Mons. Ciampoli e Don Benedetto Castelli, discepoli di Galileo, il P. Maculano, valente architetto, il P. Visconti, professore di matematica; così i Padri del Collegio Romano: Clavio, Griemberger, Maelcote, Lembo e De Cuppis; anche il P. Grassi, come Galileo non ignorava (cfr. lettera di Galileo al Cesi, 23 settembre 1624; GAL., *Op.*, vol. xiii, p. 208, numero 1665); nonchè il P. Scheiner, che, essendo nel 1615 ancora personalmente contrario alle tesi copernicane, pure non rifuggiva da uno scambio di idee con Galileo, a lui inviando in regalo il suo opuscolo: *Disquisitiones mathematicae de controversiis et novitatibus mathematicis* (cfr. lettera 6 febbraio e 11 aprile 1615; GAL., *Op.*, vol. xii, p. 157, n. 1077; p. 170, n. 1109). Poterono infine tornare in mente a Galileo, istruttivi

e confortanti, gli autorevoli giudizi da lui appresi dal Card. Bellarmino: « se vi sarà vera dimostrazione del sistema copernicano, si verrà con ciò a definire il senso delle Scritture »; « non è da corrersi a furia a dannare a qualsivoglia di queste opinioni ». Il ripudio dunque della sentenza copernicana poteva essere tranquillamente attribuito a precipitato giudizio di un organo non infallibile, il quale, se domandava sottomissione per essere investito di vera autorità, non domandava però, in quella circostanza, convinzione: il legittimo senso dell'abiura non poteva oltrepassare la legittima portata della sentenza.

INDICE DEI NOMI

- AGOSTINO, Santo 861, 862, 865.
 ARISTOTELE 866-868, 870.
 ASCOLI F., di, cardinale 890.

 BARBERINI Francesco, cardinale 885.
 BARDI Gerolamo 916.
 BELLARMINO Roberto, Santo 857,
 859, 863, 873-875, 877-880, 884,
 926.
 BENTIVOGLIO Guido, Cardinale 890.
 BERNEGGER Mattia 916.
 BILLOR 921, 922.
 BOCCABELLA Alessandro 924.
 BOSCALLIE Cosimo 860.
 BRAHE Tyco (Ticone) 873, 896, 897,
 902, 904, 905.
 BRICARELLI, S.J. 895.
 BUONAMICI Francesco 916.
 BUONARROTI Michelangelo 883.

 CACCINI Tommaso 870, 914, 915.
 CALCAGNINI 852.
 CARAMUEL Y LOBKOWITZ 923.
 CARDI Lodovico 913.
 CASTELLI Benedetto 860, 870, 879,
 881, 886, 897, 917, 924, 925.
 CELORIO G. 911.
 CESI Federico 915, 925.
 CHOUFIN 888.
 CIAMPOLI Giovanni 858, 859, 879,
 925.
 CIOLI Andrea 879, 880, 882, 885,
 886, 917, 924, 925.

 CLAVIO Cristoforo 853, 854, 873,
 925.
 CLEMENTE VII, Papa 850.
 COLOMBE Lodovico, delle 858, 913.
 COPERNICO Nicolò 851, 852, 858,
 859, 863, 880, 881, 884, 885, 914.
 CREMONINO Cesare 913.
 CRISTINA DI LORENA 854, 860, 875,
 891.

 DE CUPPIS 925.
 D'ELIA 873.
 DESCARTES Renato 896, 920.
 DI CUSA Nicola 851.
 DINI Pietro 852, 858, 859, 869, 873,
 877, 878, 896, 899, 900, 914, 918,
 924, 925.
 DIODATI Elia 879.
 FABRI Nicolò Claudio (v. *Peiresc*).
 FAVARO Antonio 882, 911.
 FOSCARINI Paolo Antonio 874-876,
 925.
 FRANZELIN 921, 922.

 GABBA L. 903.
 GAFFAREL Giacomo 916.
 GALILEI Virginia, figlia di G. (Suor
 Maria Celeste) 899.
 GESSI B., cardinale 890.
 GIACON S.J. 867.
 GINETTI M., cardinale 890.
 GRASSI Orazio 916, 925.

- GRIEMBERGER 854, 873, 896, 917-918, 925.
 GUICCIARDINI Piero 915.
 GUIDUCCI Mario 924.
 HOENEN, S.J. 867.
 HORKY Martino 913.
 HUYGHENS Cristiano 854.
 INCHOFER Melchiorre 882.
 INGOLI Francesco 905.
 KEPLERO 895-897, 902, 910, 911.
 KIRWITZER 873.
 LA GALLA Giulio Cesare 913.
 LEMBO Giovan Paolo 925.
 LIBRI Giulio 913.
 LICETI Fortunato 913.
 LORINI Nicolò 870.
 LUTERO 873.
 MACULANO Vincenzo 885, 899, 917, 924, 925.
 MAELCOTE Odo, van 853, 925.
 MAGALOTTI Filippo 924.
 MAGINI Giovanni 913.
 MARSILI Cesare 879.
 MEDICI Antonio, de' 860.
 MEDICI Cosimo II, de' 915.
 MELANTONE 873.
 MICANZIO Fulgenzio 886.
 MÜLLER Giovanni 904, 908, 911.
 NAUDÈ Gabriele 916.
 NEWTON 897, 902.
 NICCOLINI Francesco 879, 882, 883, 885-887, 917, 924, 925.
 ONOFRIO A. di S., cardinale 890.
 OREGIO Agostino 882.
 OTTIGER 920.
 PAOLO III, Papa 851.
 PAOLO V, Papa 852, 857, 863, 880, 888, 889.
 PAPAZZONI Flaminio 913.
 PEIRESC Nicolò Claudio Fabri, de' 891, 899.
 PICCHENA Curzio 868, 870, 914.
 RETICO Giorgio Giocacchino 851.
 RICCARDI Caterina, 881, 882.
 RICCARDI Nicolò 879, 880, 882, 917, 924.
 RICCIOLI Gian Battista 874, 920.
 ROCCO Antonio 913.
 RONCHI Vasco 852.
 SAGREDO 880, 881, 901.
 SAINT-VINCENT Gregorio, di 853, 854.
 SALVIATI Filippo 852, 880, 881, 884.
 SASSETTI Cosimo 852.
 SCALIA DI CREMONA, cardinale 890.
 SCHEINER Cristoforo, 916-918, 925.
 SCHIAPARELLI G. 902, 904, 911.
 SFONDRATI Paolo, cardinale 857, 870.
 SIMPLICIO 880, 886.
 SIZZI Francesco 853, 913.
 STEFANI Giacinto 882.
 STRATEN Giacomo, van der 853.
 SUOR MARIA CELESTE (v. *Galilei Virginia*).
 TOLOMEO 859, 884, 896.
 TOMMASO, Santo 861, 865, 870, 871.
 TYCO BRAHE (v. *Brahe Tyco*).
 URBANO VIII 858, 859, 879, 880, 882, 886, 888, 889, 917, 924.
 VEROSI F., cardinale 890.
 VINTA Belisario 853.
 VISCONTI Raffaele 879, 881, 925.
 WIDMANSTETTER Alberto 851.
 ZACCARIA Pasqualino 882.
 ZUÑICA Diego 852.

INDICE DEI CAPITOLI

CAP. I	pag. 851
CAP. II PRIMA FASE DEL PROCESSO	» 857
CAP. III SECONDA FASE DEL PROCESSO	» 879
APPENDICE I LE PROVE DI GALILEO	» 901
APPENDICE II GLI AVVERSARI DI GALILEO	» 913
APPENDICE III L'ASSENSO AI DECRETI DELLE SS. CON- GREGAZIONI	» 919

MISCELLANEA GALILEIANA

I N D I C I

INDICE GENERALE DEI NOMI PROPRI

- ACCARISI Giacomo 570.
 ACQUAPENDENTE Girolamo Fabrizio,
 di 119, 247, 655.
 AGGIUNTI Nicolò 457, 458, 473, 550,
 551, 556, 565, 567, 570, 600, 610,
 633, 650.
 AGOSTINO, Santo 861, 862, 865.
 AGUCCHI Gian Battista 183, 205,
 213, 251, 286, 288.
 AGUILLON Francesco d' 269, 272.
 ALAMANNI Luigi 688.
 ALBERGHETTI Sigismondo 575.
 ALBERTINELLI Bencivenni 772.
 ALBERTO d'Austria 144.
 ALBIZZI Francesco 529, 560.
 ALDOBRANDINI Ippolito, cardinale
 459.
 ALEAUME Jacopo 197.
 ALHAZEN 164, 740, 744, 746, 761,
 762, 765, 841.
 AMICI G.B. 841.
 ANNA, Regina 840.
 ALIGHIERI Dante 67.
 ALTAVANTI Giannozzo 322, 323.
 ALTABELLI Ilario 111, 162.
 ALTOGRADI Alessandro 170.
 AMBEROGETTI Marco 616.
 AMBROGI Ambrogio 615, 623, 683.
 AMMANNATI Giulia, degli 55.
 ANCISA Ottaviano 238.
 ANGELI Stefano, degli 593.
 ANTONINI Alfonso 246, 503, 587,
 663, 680.
 ANTONINI Daniele 95, 144, 147.
 APELLE, pseudonimo di SCHEINER
 Cristoforo.
 APROINO Paolo 95, 117, 266, 488,
 574, 661.
 AQUAVIVA Claudio 290.
 AQUAVIVA cardinale Giuseppe 142.
 ARCHIMEDE 59, 60, 236, 651.
 ARGENSOLA Bartolomeo Leonardo di
 382.
 ARGOLI Andrea 197, 198, 575, 576.
 ARICI Gian Battista 456.
 ARIOSTO Lodovico 691-693.
 ARISTOTELE 6, 14, 42-46, 60, 68-
 70, 235, 400, 733, 827, 828, 866-
 868, 870.
 ARMATI Salvino, degli 746.
 ARRIGHETTI Andrea 437, 534.
 ARRIGHETTI Nicolò 278, 293, 689.
 ASCOLI F., di, cardinale 890.
 ASSIA Filippo d' 147.
 AZALI Pompilio 15.
 BACON Roger 746, 841.
 BACONE Francesco 32.
 BACCOZZI Giacomo 91.
 BADOVÈRE Jacopo 96, 127, 129, 774.
 BAGLIONI Malatesta 376.

- BALIANI Gian Battista 236, 266, 277, 288, 344, 377, 479, 480, 502, 611, 613, 655, 656.
- BANDINI Ottavio, cardinale 199, 223, 246.
- BANDINELLI Anna Chiara 103, 453.
- BARANZANO Redento 356.
- BARBARO Daniele 122, 751.
- BARBERINI Anna 476.
- BARBERINI Antonio, senior cardinale 550.
- BARBERINI Antonio iunior, cardinale 605-607.
- BARBERINI Carlo 420, 439.
- BARBERINI Francesco, cardinale 420, 440, 441, 443, 458, 471, 476, 478, 479, 504, 505, 511, 514, 520, 530, 531, 536, 537, 542, 557, 574, 601-604, 619, 620, 623, 645, 672, 698, 885.
- BARBERINI Maffeo (Papa Urbano VIII) 221, 234, 245, 257, 266, 323, 398, 420, 439, 476, 492, 513, 519, 526, 527, 535, 554, 605-608, 620, 625, 672, 697, 858, 859, 879, 880, 882, 886, 888, 889, 917, 924.
- BARBERINI Taddeo 476.
- BARDI Gerolamo 916.
- BARDI Giovanni 266, 288, 290.
- BARONIO Cesare, cardinale 314, 521.
- BARTOLI Giovanni 127, 132, 136, 162, 772, 773, 775, 776, 785, 788, 793, 817.
- BARTOLO 143.
- BARTOLOTTI Alessandro 378.
- BARTOLUZZI Giovanni 199.
- BRAUGRAND Giovanni, di 608, 666.
- BEECKMAN Isacco 766.
- BELLARMINO Roberto, Santo 227, 235, 284, 285, 299, 301, 308, 309, 317, 318, 324-326, 334, 340, 348, 434, 531, 537, 542, 824, 826, 827, 830, 857, 859, 863, 873-875, 877-880, 884, 926.
- BENCI Spinello 183.
- BENEDETTI Gian Battista 40, 496, 682.
- BENI Paolo 163.
- BENTIVOGLIO Guido, cardinale 95, 532, 534, 548, 890.
- BERIGARD Claudio Guillermet 563, 566.
- BERLINZONE Rocco 94.
- BERNEGGER Mattia 109, 149, 631, 632, 638, 639, 916.
- BIANCANI Giuseppe 38, 231, 271, 358.
- BILLOT 921, 922.
- BISSARO Antonio 90.
- BLAEU Guglielmo, 665.
- BOCCABELLA Alessandro 529, 924.
- BOCCALINI Traiano 99.
- BOCCHINERI Carlo 451.
- BOCCHINERI Geri 452, 475, 532, 556, 558, 559, 601.
- BOCCHINERI - BUONAMICI Alessandra 451, 622, 696.
- BOLOGNETTI Giorgio 516, 519.
- BONSI Gio Battista 333.
- BORELL Pietro 676, 677.
- BORELLI Alfonso 655.
- BORGHESE Scipione, cardinale 140, 142, 223, 328, 333.
- BORGHINI Jacopo 56.
- BORGIA Gasparo, cardinale 386, 391.
- BORROMEO Federico, cardinale 146, 205, 266, 398, 404, 431.
- BOSCAGLIA Cosimo 292, 293, 860.
- BOTTI Matteo 141, 835, 836.
- BOUCHARD Gian Giacomo 544, 621.
- BOULLIAU Ismaele 581, 688.
- BRADLEY Giacomo 653, 688.
- BRAHE Tyco (*Ticone*) 28, 29, 49, 83, 110, 160, 166, 287, 288, 402, 403, 424, 873, 896, 897, 902, 904, 905.
- BRANDEBURGO Filippo, di 215.
- BRENGGER Gian Giorgio 202, 243.
- BRENZONI Ottavio 51, 161, 163.
- BRICARELLI, S.J. 895.

- BRUCE Edmondo 82.
 BRUNO Giordano 42, 43, 80, 166, 247, 700.
 BUONAMICI Francesco 60.
 BUONAMICI Giovanni (o Gian Francesco) 391, 469, 523, 550, 600, 642, 916.
 BUONARROTI Michelangelo 221, 442, 476, 521, 621, 689, 702, 883.
 BURIDANO Giovanni 39, 496.
 BUSEO Teodoro 254.
 BUZIO o BUCCI, Antonio 205.

 CABEO Nicolò 371, 462.
 CACCINI Giovanni 703.
 CACCINI Matteo 298, 321, 333, 348, 351.
 CACCINI Tommaso 297, 298, 310, 321-323, 332, 333, 338, 351, 533, 870, 914, 915.
 CAETANI Enrico, cardinale 62, 63.
 CALASANZIO Giuseppe, Santo 612, 614, 622.
 CALCAGNINI Celio 23, 228, 285, 852.
 CAMPANELLA Tommaso 42, 52, 202, 336, 418, 472, 505, 507, 508, 511, 512, 515, 517, 700.
 CAPPONI Cappone 65.
 CAPPONI Luigi, cardinale 534-535.
 CAPRA Baldassarre 114, 115, 173, 215.
 CAPUANO Francesco 14.
 CARAFA Decio, cardinale 341.
 CARAFFA Vincenzo 304.
 CARAMUEL Y LOBKOWITZ 923.
 CARCAVY Pietro 632, 633.
 CARDANO Girolamo 40, 751.
 CARDI Lodovico Carlo (detto *Cigoli*) 183, 184, 210, 230, 231, 233, 250-252, 261, 262, 268, 280, 692, 913.
 CARLO di Lorena 501.
 CARLO II 840.
 CAROSIO Matteo 164.
 CARTESIO Renato (v. *Descartes*).
 CASSINI Gian Domenico 214, 218, 675.
 CASTELLI Benedetto 46, 94, 161, 176, 204, 207, 208, 237, 239, 240, 252, 278, 286, 292, 294, 299, 300, 309, 313, 319, 347, 351, 373, 379, 385, 389, 446, 455, 457-459, 461, 465-467, 471, 477, 480, 487, 505, 506, 510, 515, 517, 522, 524, 525, 534, 536, 564, 570, 605, 607, 614, 618, 619, 645, 646, 657-659, 672, 673, 675, 677, 687, 688, 860, 870, 879, 881, 886, 897, 917, 924, 925.
 CATALDI Pietro Antonio 61.
 CAUSSIN Nicolò 593-597.
 CAVALIERI Buonaventura 46, 457, 459, 460, 470, 501, 551, 566, 567, 610, 634, 635, 682, 686.
 CECCO DA BRUZENE 113.
 CECCO DI RONCHITI 114.
 CELORIO G. 911.
 CENTURIONE Gian Battista 667.
 CESARINI Virginio 330, 343, 344, 398, 412-420, 422, 439, 435.
 CESARINO Ferdinando 646.
 CESI Anna 288.
 CESI Federico 30, 123, 145, 152, 153, 188, 205, 215, 223, 224, 232, 234, 262, 263, 272, 282, 284, 288, 292, 299, 309, 324, 327, 343, 344, 410, 411, 414, 415, 417, 420, 421, 434, 449, 468, 470, 478, 480, 807, 826, 835, 915, 925.
 CHAULIAC Guy, de 749.
 CHIARAMONTI Scipione 405, 406, 434, 438, 445, 446, 449, 450, 470, 472, 498, 506, 511, 535, 563-566.
 CHIGI Fabio 558.
 CHIMENTELLI Gian Battista 527.
 CHOUPIN 888.
 CIAMPOLI Giovanni 107, 302, 320, 321, 323-325, 398, 408, 409, 411, 412, 414, 415, 417, 419, 422, 442, 448, 455, 466, 468, 470, 471, 473, 480, 505, 506, 513, 523, 524, 527, 535, 539, 584, 634, 698, 858, 859, 879, 925.

- CICOGNA Pasquale 76.
 CICOGNINI Baccio 772.
 CICOGNINI Jacopo 288.
 CIGOLI Lodovico Carlo, (v. *Cardi Lodovico Carlo*).
 CINI Nicolò 457, 559, 599.
 CIOLI Andrea 141, 478, 504, 512, 519, 542, 672, 879, 880, 882, 885, 886, 917, 924, 925.
 CITTADINO Domenico 646.
 CLAVIO Cristoforo 14, 33, 35, 39, 50, 61, 62, 111, 140, 162, 203, 209-211, 219, 220, 222, 225, 228, 229, 243, 305, 588, 821, 823, 825, 826, 827, 853, 854, 873, 925.
 CLEMENTE da Iseo 629.
 CLEMENTE VII, Papa 850.
 COBELLUZZI Scipione, cardinale 440.
 COIGNET Michele 62, 108, 198.
 COLOMBE Lodovico, delle 19, 114, 175, 228, 233, 234, 238-240, 298, 858, 913.
 COLONNA Fabio 144, 259, 410.
 COMANDINO Federico 61, 108.
 CONCINI Cosimo 83.
 CONTARINI Angelo 91, 503.
 CONTARINI Filippo 91.
 CONTARINI Giacomo 76, 77, 99.
 CONTARINI Lodovico 791.
 CONTARINI Nicolò 91.
 CONTARINI Simone 347.
 CONTARINI Vincenzo 90.
 CONTI Carlo, cardinale 162, 285, 623.
 CONTI Ingolfo, de' 188, 196, 197.
 COPERNICO Nicolò 21, 23-28, 34, 37, 80, 81, 166, 202, 281, 296, 297, 301, 302, 311, 312, 324, 326, 352, 354, 355, 357, 358, 444, 573, 812, 851, 852, 858, 859, 863, 880, 881, 884, 885, 914.
 CORESIO Giorgio 237.
 CORNER Federico 89, 95, 115.
 CORNER Giacomo Alvise 115.
 CORONEL Gregorio Nunno 338.
 CORSINI Ottavio 446.
 CREMONINO Cesare 87-89, 104, 112, 151, 186-190, 244, 575, 576.
 CREMONINO Cesare 827, 828, 913.
 CRESTI Domenico da Passignano 250, 268, 701.
 CRISTINA di Lorena 51, 105, 107, 109, 293, 294, 312, 319, 854, 860, 875, 891.
 CUSA Nicolò, da, cardinale 22, 851.
 CYSAT Giovanni Battista 248, 254, 272.
 DAL MONTE F., cardinale 802.
 DANESI Luca 86.
 DANTE Alighieri, (v. *Alighieri*).
 DANTI Egnazio 63, 122.
 DAVISO Mariano 78.
 DE ANGELIS Alessandro 50.
 DE CUPPIS 925.
 DE DOMINIS Marco Antonio 499.
 DE FILIIS Angelo 245, 246, 266, 417.
 DEL BAGNO Guido, cardinale 393.
 DEL BORGO Esaù 148, 392.
 D'ELIA 873.
 DELLA PORTA Giovan Battista 40, 122, 123, 127, 133, 167, 225, 272, 753-762, 766, 767, 776-778, 794, 807, 808, 824, 833-835, 837.
 DELLE COLOMBE (v. *Colombe, delle*).
 DEL MONTE Francesco, cardinale 64, 142, 199, 221, 230, 235, 325, 326, 342, 349.
 DEL MONTE Gian Battista 90.
 DEL MONTE Guidubaldo 61-63, 65, 66, 72, 75, 78, 86, 108, 118, 162.
 DEL MONTE Orazio 97, 162.
 DEL POZZO Cassiano 393, 417, 420, 461, 622, 703.
 DEMISIANI Giovanni 222.
 DEMOCRITO 733.

- DE' NELLI Clemente 701.
 DE PINEDA Giovanni 228.
 DESCARTES Renato 335, 582, 653,
 654, 768, 896, 920.
 DETI Girolamo 509.
 DE WAARD M.C. 766, 768.
 DI CASTRO Pietro 382.
 DIETRICHSTEIN Francesco, di, cardi-
 nale 636.
 DIETRICHSTEIN Ludovico L.B., von
 766.
 DINI Pietro 226, 284, 300, 302, 311,
 324, 326, 829, 830, 852, 858, 859,
 869, 873, 877, 878, 896, 899, 900,
 914, 918, 924, 925.
 DIODATI Elia 149, 449, 468, 503,
 616, 618, 630, 631, 633, 634, 638,
 641, 644, 654, 664, 665, 667, 670,
 676, 677, 702, 879.
 DI TIRO Sante 701.
 DONATO Leonardo 130, 131, 789.
 DONI Gio. Battista 544.
 DOTTI Vincenzo 252.
 DUODO Francesco 488, 503.
 DUODO Pietro 91, 194.

 EBERS 670.
 EGIDI Clemente 481, 486, 557.
 ELCI Arturo, d' (v. *Pannocchieschi*).
 ELCI Orso, d' 477.
 ELZEVIR Abramo 638.
 ELZEVIR Lodovico 571, 638-645, 647.
 ELZEVIRII 654.
 ERNESTO di Baviera 162.
 ERONE 372.
 ESTE Alessandro, d', cardinale 52,
 235, 330, 398.
 EUCLIDE 732, 749, 841.

 FABRI de Peiresc (v. *Peiresc*).
 FABRICIO Girolamo (v. *Acquapen-*
dente, Girolamo Fabrizio di).
 FABRICIUS Davide 110.

 FABRO Giovanni 50, 153, 222, 233,
 249, 284, 302, 398, 410, 441, 479.
 FALIER Lodovico 792.
 FANTONE Sebastiano 304.
 FANTONI Nicolò 690.
 FANTONI Stefano 378.
 FARNESE Odoardo, cardinale 142,
 647.
 FAVARO Antonio 3, 121, 261, 882,
 911.
 FERDINANDO, Arciduca d'Austria 97
 FERRAND Giovanni 588.
 FIGLIUCCI Flaminio (v. *Salvi Lo-*
renzo).
 FOGGINI Gio Battista 697.
 FONTANA Francesco 149, 150, 259.
 FOSCARINI Paolo Antonio 303-310,
 324, 327, 334, 341, 595, 632, 874-
 876, 925.
 FRACASTORO Girolamo 15, 122, 283,
 750, 751.
 FRANCHI Diego 56.
 FRANZELIN 921, 922.
 FROIDMONT Liberto 566, 576, 577,
 579-581.
 FUGGER Giorgio 165.

 GADDA L. 903.
 GABRIELLI Giuseppe 123, 834.
 GAETANI Bonifacio, cardinale 352.
 CAFFAREL Giacomo 916.
 GAIO Bernardino 375.
 GALAMINI Agostino, cardinale 321.
 GALILEI Alberto 454.
 GALILEI Anna 56.
 GALILEI Benedetto 56.
 GALILEI Cosimo 454.
 GALILEI Galileo jr. 452.
 GALILEI Giulia 105.
 GALILEI Lena 100.
 GALILEI Livia, figlia di G. (suor Ar-
 cangela) 102, 198, 199, 626.
 GALILEI Livia, sorella di G. 56, 100,
 101, 102, 104.

- GALILEI Michelangelo, fratello di G. 56, 71, 100, 102-104, 145, 453, 454, 626.
- GALILEO Roberto 552, 582, 702.
- GALILEI Vincenzio, figlio di G. 55, 57, 71, 198, 368, 451, 452, 454, 455, 527, 602, 620, 625, 626, 660, 678, 679, 696, 698.
- GALILEI Vincenzio di Michelangelo 455.
- GALILEI Virginia, sorella di G. 56, 71.
- GALILEI Virginia, figlia di G. (Suor Maria Celeste) 102, 105, 199, 452, 453, 473, 556, 560, 599, 601, 699, 899.
- GALLANZONI Gallanzone 229, 232.
- GALLETII Arcangelo, della Natività 611.
- GALLETII Taddeo 102.
- GALLUCCIO Giovanni Paolo 19.
- GALLUZZI Tarquinio 412, 433.
- GAMBA Marina 102, 104, 199.
- GASSENDI Pietro 148, 504, 631.
- GAURICO Luca 49.
- GESSI B., cardinale 890.
- GHERARDINI Nicolò 97, 301, 533, 547, 700.
- GHETALDI Marino 88, 89.
- GHISILIERI Federico 330.
- GIACON S.J. 867.
- GILBERTI Guglielmo 92, 369, 462.
- GINETTI M., cardinale 890.
- GIORGIO I 840.
- GIRALDI Jacopo 689.
- GIROLAMO di Casalmaggiore 338.
- GIUGNI Vincenzo 191, 192, 816.
- GIUSTI Matteo 97.
- GIUSTINIANI Benedetto 338.
- GIUSTINIANI Benedetto, cardinale 142, 298.
- GLORIOSI Gian Camillo 197, 198, 404, 405, 782.
- GONZAGA Carlo 98, 266.
- GONZAGA Ferdinando, cardinale 234.
- GONZAGA Vincenzo 97, 98.
- GOOL Giacomo 665.
- GORI 310.
- GRASSI Orazio (pseudonimo: Sarsi) 134, 227, 397, 399-401, 405, 408-410, 412, 413, 415, 423, 424, 431, 433, 435, 436, 583, 916, 925.
- GRAZIA Vincenzio Andrea 102, 238, 240, 241, 302.
- GRETSEK Giacomo 249.
- GRIENBERGER Cristoforo 205, 220, 228, 229, 231, 250, 262, 265, 271, 289-292, 301, 302, 324, 325, 351, 412, 515, 516, 584, 783, 784, 821-823, 826, 854, 873, 896, 917-918, 925.
- GRIMALDI Francesco M. 686, 839.
- GRISE Salvatore 612.
- GROZIO Ugo 583, 664.
- GUALDO Paolo 20, 86, 90, 142, 186, 187, 195, 210, 222, 244, 252, 259, 280, 290, 692, 828.
- GUALTEROTTI Raffaele 133, 793.
- GUALTIER Giuseppe (*Gualtieri*) 214.
- GUERRINI Benedetto 618, 619, 628, 640, 643, 667.
- GUEVARA Giovanni, di 447, 448.
- GUICCIARDINI Piero 328, 329, 341-343, 347, 348, 915.
- GUIDUCCI Annibale 385.
- GUIDUCCI Mario 284, 396-401, 406, 409-412, 427, 432-435, 443, 447, 448, 463, 534, 535, 549, 550, 634, 689, 701, 924.
- GULDIN Paolo 246, 326, 351, 589.
- GUSTAVO ADOLFO di Svezia 97.
- HARRACH Ernesto Adalberto, d' 636.
- HARRIOT Tommaso 214, 247.
- HASDALE Martino 140, 166, 169, 170, 173, 181.
- HASTAL 815.
- HERWART Gian Giorgio von Hohenburg 82.

- HESSELIN Luigi 608.
 HEVELIO Giovanni 680, 685, 686.
 HOENEN, S.J. 867.
 HOFMAN Gaspare 631.
 HOHENZOLLERN Federico Eitel, cardinale 440, 441.
 HOLSATIA (Holstein) Giovanni Federico 97.
 HOLSTEIN Luca 533.
 HORKY Martino 168, 170-176; 179-181, 183, 192, 781, 814-816, 839, 840, 913.
 HORTENSIVS Martino 576, 664, 665, 667, 668, 670, 671, 675, 676, 679.
 HUYGHENS Cristiano 206, 226, 854.
 HUYGHENS Costantino 665, 667, 676, 677.
 IMPERIALI Bartolomeo 152, 435, 436.
 INCHOFER Melchiorre 515, 543, 585, 882.
 INCONTRI Lodovico 627.
 INGHIRAMI Tommaso 385.
 INGOLI Francesco 336, 443-445, 447, 905.
 JANSSEN Zaccaria 125, 766, 767.
 JOYEUSE Francesco, di, cardinale 142, 229, 235.
 JUNIUS Adriano 214.
 KEPLER Lodovico 590.
 KEPLERO Giovanni 29-32, 49, 81-83, 110, 124, 139, 144, 146, 164-166, 169, 171, 173, 176, 178, 180, 181, 197, 200, 203, 208, 209, 212, 216, 218, 220, 247, 253, 283, 284, 294, 336, 353, 402, 405, 425, 437, 438, 499, 573, 682, 763-767, 778, 779-783, 803, 805-808, 810-815, 818-820, 829, 833, 837-839, 895-897, 902, 910, 911.
 KESTER Antonio 639.
 KIRCHER Atanasio 573, 587, 588.
 KIRWITZER 873.
 KUFFLER Abramo 153.
 KUFFLER Egidio 153.
 LA GALLA Giulio Cesare 20, 222, 229, 230, 282, 283, 781, 913.
 LAGONISSA Fabio, di 581.
 LANDINI Gio. Battista 489.
 LANDUCCI Benedetto 71, 101, 105, 129, 451, 791.
 LANGREN Michele Fiorenzo 393.
 LANSBERG Filippo 576, 578.
 LEEUWENHOEK Antony, van 840.
 LEMBO Giovan Paolo 821, 823, 826, 925.
 LEMOS Tommaso, de' 338.
 LENOBLE Roberto 340.
 LEONARDO da Vinci 39, 496, 682, 737-738, 750, 751, 841, 842.
 LEONE X, Papa 842.
 LEONI Ottavio 701.
 LEOPOLDO Arciduca d'Austria 146, 355, 407.
 LIBRI Giulio 913.
 LICETI Fortunio 43, 89, 197, 206, 252, 404-406, 416, 502, 551, 681-687, 913.
 LIGOZZI Jacopo 191.
 LIPPERSHEY Giovanni 125, 766, 767, 770, 771.
 LOCHER Giovanni Giorgio 272.
 LOMBARDO Pietro 338.
 LORENZINI Antonio 113.
 LORINI Giovanni 282.
 LORINI Nicolò 299, 300, 319, 321, 331, 338, 870.
 LOTTI Cosimo 392.
 LUGANO Placido 63.
 LUTERO Martino 18, 873.
 MACULANO Vincenzo 529, 533, 537, 546, 885, 899, 917, 924, 925.
 MAELCOT Odo, van 225, 228, 229, 250, 821, 826, 853, 925.

- MAESTLIN Michele 81, 145, 174, 682.
- MAGAGNATI Giacomo 128.
- MAGAGNATI Girolamo 99, 784.
- MAGALOTTI Filippo 415, 448, 505, 509-510, 512, 924.
- MAGALOTTI Lorenzo 336.
- MAGGIOTTI Raffaele 505, 567, 574, 588, 589, 655, 658.
- MAGINI Giovanni Antonio 20, 22, 36-39, 49, 63, 72, 75, 82, 116, 142, 159, 168-172, 176, 182, 194, 197, 212, 255, 266, 271, 287, 681, 813-815, 913.
- MALAPERT Carlo 272, 588.
- MALASPINA Pier Francesco 431.
- MALVEZZI Virginio 433.
- MANETTI Antonio 688.
- MANFREDI Michele 593.
- MANSO Gian Battista 163.
- MARAFFI Luigi 189, 292, 298, 320.
- MARSILI Cesare 147, 153, 371, 405, 437, 443, 446, 460, 470, 488, 501, 507, 681, 879.
- MARSILI Giovanni 185, 186.
- MARTELLINI Esaù 452.
- MARZARI Lelio 322.
- MARZIMEDICI Alessandro 237, 281.
- MASÒ Giacomo 597, 598.
- MASSIMILIANO duca di Baviera 140.
- MÄSTLIN Michele (v. *Maestlin*).
- MAURI Alimberto 114.
- MAURIZIO di Nassau 796.
- MAUROLICO Francesco 761-764.
- MAYR (Mario) Simone 114, 115, 117, 168, 215, 218, 274, 275, 423, 686.
- MAZZALANI Marcantonio 108, 109, 115.
- MAZZONI Jacopo 66, 80, 691.
- MEDICI Antonio, de' 118, 137, 157, 221, 860.
- MEDICI Bernardetto, de' 277.
- MEDICI Carlo, de', cardinale 346, 431, 440, 626.
- MEDICI Cosimo II, de' 51, 52, 106, 120, 135, 138, 150, 158, 178, 191-193, 221, 234, 293, 328, 370, 457, 799, 800, 803, 813, 816, 835, 915.
- MEDICI Ferdinando I, de' 51, 65, 106, 120.
- MEDICI Ferdinando II, de' 379, 442, 482, 626, 703.
- MEDICI Francesco 457.
- MEDICI Gian Carlo, de' 551, 622, 627, 672.
- MEDICI Giovanni, de' 65, 389.
- MEDICI Giuliano, de' 140, 141, 143, 144, 165, 167, 179, 199, 200, 203, 207, 208, 235, 245, 257, 266, 280, 383, 390, 810, 811.
- MEDICI Leopoldo, de' 623, 627, 645, 660, 679, 683, 684, 698.
- MEDICI Lorenzo de' 457.
- MEDICI Maria, de' 141.
- MEDICI Mattia de' 551, 552, 635, 636.
- MEETSJUS Jacopo Adrianszoon 126.
- MELANTONE 873.
- MELLINI Giovanni, cardinale (v. *Milino*).
- MERCURIALE Girolamo 100, 106.
- MERSENNE Marino 32, 86, 504, 630, 632, 666.
- METIUS Giacomo 766, 768.
- MICALORI Giacomo 362-366.
- MICANZIO Fulgenzio 42, 91, 117, 224, 283, 368, 380, 398, 465, 487, 503, 520, 522, 567-569, 571, 574, 576, 584, 589, 615, 616, 629, 638, 640-643, 646, 647, 886.
- MICHELE da Napoli 338.
- MICHELINI Francesco (Famiano) 611-613, 622, 623, 683.
- MICHEL Giovanni 75, 76.
- MIDDELBURG Paolo, di 15, 25.
- MILLINO Giovanni, cardinale 189, 320, 340.
- MILTON Giovanni 609.
- MINGONI Tommaso 170.
- MOCENIGO Alvise 99.

- MOLETTI Giuseppe 8, 20, 21, 61, 64, 77.
- MOLIN Domenico 503.
- MONTALTO Alessandro, cardinale 142.
- MONTANARI Geminiano 53.
- MONTAUTO Asdrubale, da 793.
- MONTI Cesare 695.
- MONTI Luchino 695, 696.
- MORANDI Orazio 476, 477.
- MORELLI Angelo 623.
- MORGHEN Raffaele 701.
- MORDENTE Fabrizio 108.
- MORIN Giovanni Battista 52, 431, 504, 577-579, 608, 666.
- MOROSINI Andrea 91, 187, 194, 266, 488, 828.
- MOSTRO (v. *Riccardi Niccolò*).
- MULA Agostino, da 91, 198, 266, 374, 779, 780.
- MÜLLER Giovanni 14, 904, 908, 911.
- MUTI Carlo 344, 398, 414.
- MUZZARELLI Giovanni 619, 672.
- NALDI Mattia 558.
- NARDI Antonio 563.
- NAUDÉ Gabriele 582, 703, 916.
- NEWTON Isaaco 653, 897, 902.
- NICCOLINI Francesco 440, 475, 478, 481, 483, 487, 504, 511-514, 521-523, 525-527, 529-531, 535, 536, 539, 542, 544, 554-556, 559, 561, 605, 613, 672, 697, 879, 882, 883, 885-887, 917, 924, 925.
- NICCOLINI Giovanni 221, 223, 230.
- NICCOLINI Pietro 505, 549.
- NOAILLES Francesco, di 605-608, 643, 644.
- NORI Francesco 442.
- NOZZOLINI Tolomeo 237.
- NOVARA Maria Domenico 22, 49.
- ONOFRIO A. di S., cardinale 890.
- ORAZIO P., don 185.
- ORCHI Martino (v. *Horiky*).
- OREGGIO Agostino 429, 515, 543, 882.
- ORESME Nicolò 39.
- ORSINI Alessandro, cardinale 302, 328, 333, 335, 342, 349, 355, 398.
- ORSINI Paolo Giordano 127, 147, 293, 328, 465, 466.
- OTTIGER 920.
- PADOANO Giovanni 18.
- PAGANINO Gaudenzio 622.
- PANDOLFINI Filippo 550.
- PANNOCCHIESCHI D'Elci Arturo 236, 266, 286.
- PANNOCCHIESCHI Orso, conte di Elci 383, 384, 386-388, 390, 391.
- PAOLO, Maestro 779-781.
- PAOLO III, Papa 27, 750, 851.
- PAOLO V, Papa 221, 345, 852, 857, 863, 880, 888, 889.
- PAPAZZONE Flaminio 169, 266, 913.
- PARIGI Giulio 378.
- PARRINI Epifanio 63.
- PASQUALIGO Zaccaria 543.
- PASSIGNANO (v. *Cresti Domenico*).
- PASSIONEI Gian Francesco 672.
- PEIRESC Nicolò-Claudio Fabri, de 96, 148, 205-206, 349, 381, 588, 603-605, 629, 630, 702, 891, 899.
- PELAGI Francesco 558.
- PERETTI Michele 288.
- PERI Dino 534, 550, 600, 610, 627, 661.
- PERSIO Antonio 222.
- PETRARCA Francesco 749-750.
- PETRONIO Giacinto 338.
- PEUCER Gasparre 18.
- PEURBACH Giorgio 14.
- PICCHENA Curzio 51, 224, 329, 331, 332, 334, 337, 343, 346, 349, 370, 383, 398, 868, 870, 914.
- PICCOLOMINI Alessandro M. 18.

- PICCOLOMINI Ascanio 467, 468, 555, 561, 602.
 PICCOLOMINI Enea 135, 143, 802, 803.
 PICCOLOMINI Francesco 645.
 PIERALLI Marcantonio 456.
 PIERONI Giovanni 246, 467, 567, 589, 590, 636, 637, 642.
 PIERUCCI Gian Michele 197.
 PIERSANTI Alessandro 105.
 PIETRO I, Zar 840.
 PIGNANO Gaspare 252.
 PIGNORIA Lorenzo 90, 127, 137, 178, 252.
 PINELLI Francesco 142.
 PINELLI Gian Vincenzo 75, 77, 83, 87, 89, 92, 96, 99.
 PISANI Ottavio 145, 146, 596.
 PISENTI Bernardo 196.
 PITAGORA 59.
 PLATONE 733, 738.
 PLINIO 156.
 PLUTARCO 828.
 POLACCO Giorgio 572-574.
 POZZBONELLI Paolo 128.
 PRIMI Annibale 348.
 PRIULI Antonio 129, 196.
 PRIULI Geronimo 791.
 QUERENGHI Antonio 90, 330.
 QUIRINI Antonio 105.
 RASTELLI Raffaele 338.
 REAEL Lorenzo 664, 667, 668, 670, 671.
 REGIOMONTANO Giovanni 35.
 REMO Giovanni 407, 408.
 RENIERI Vincenzio 507, 615, 622, 647, 667, 675-678, 682, 686, 690.
 RETICO Giorgio Gioacchino 24, 851.
 REYUSK Giovanni 671.
 RHEITIA Antonio M. Schyrle de 259.
 RHO Giovanni 404.
 RICASOLI Gian Battista 64.
 RICCARDI Catterina 467, 475, 529, 561, 881, 882.
 RICCARDI Nicolò 419, 435, 442, 471, 475, 477, 480-482, 484-487, 501, 508, 514, 515, 520, 523, 524, 527, 543, 556, 621, 879, 880, 882, 917, 924.
 RICCI Ostilio 59, 63.
 RICCIOLI Gian Battista 592, 680, 686, 874, 920.
 RICCIOLI P. 839.
 RINUCCINI Pier Francesco 344, 420, 422, 431, 432, 550, 553, 628, 692, 693, 696.
 RINUCCINI Tommaso 689.
 RIPHOZ Raffaele 338.
 ROCCO Antonio 566-570, 913.
 ROFFENI Giovanni Antonio 172, 173, 175, 179, 182, 183, 194, 551, 573.
 ROFFENI Giovan Antonio 814, 815.
 ROMANO (van Roomen) Adriano 50.
 ROMANO Giacomo 50.
 RONCHI Vasco 123, 852.
 ROSEN Edward 745, 746, 749, 750.
 ROSSEO Alessandro 578.
 RUCELLAI Giovanni 151, 842.
 SACCHETTI Franco 750.
 SACCHETTI Marcello 701.
 SACCHETTI Nicolò 504.
 SACROBOSCO Giovanni, di 8, 14, 34.
 SAGREDO Giovanfrancesco 31, 51, 84, 93, 100, 105, 188, 189, 190, 195, 196, 261, 266, 269, 270, 278, 279, 347, 348, 368, 370, 374, 375, 398, 403, 491, 501, 502, 649, 650, 660, 661, 779-783, 880, 881, 901.
 SAGREDO Zaccaria 502.
 SAINT-VINCENT Gregorio, di 226, 853, 854.
 SALIGNAC Luigi, di 291.
 SALISDURY Tommaso 608.

- SALVI Lorenzo 292.
 SALVIATI Averardo 201.
 SALVIATI Filippo 189, 200, 201, 222, 233, 245, 266, 277, 278, 490, 648, 651, 660, 661, 852, 880, 881, 884.
 SANDELLI Martino 90, 259.
 SANDOVAL Francesco, di, duca di Lerma 383.
 SANTI Leone 509.
 SANTINI Antonio 115, 143, 172, 182, 185, 203, 220, 581, 611, 815, 821, 822.
 SANTORIO Santone 373.
 SARPI Paolo 91, 115, 126, 132, 175, 186, 197, 200, 212, 244, 266, 322, 380, 398, 775.
 SARSI Lotario (v. *Grassi Orazio*).
 SASSETTI Cosimo 226, 829-831, 852.
 SCAGLIA Desiderio, cardinale 532, 534.
 SCALIA DI CREMONA, cardinale 890.
 SCHEINER Cristoforo (pseudonimo: Apele) 168, 181, 213, 246-276, 285, 407, 408, 423, 461-467, 496, 499, 506, 507, 515, 533, 582, 583, 587-592, 596, 636, 819, 916-918, 925.
 SCHIAPPARELLI G., 902, 904, 911.
 SCHICKARD Guglielmo 631.
 SCHOENBERGER Giorgio 254, 360-362.
 SCHOMBERG Nicolò, Cardinale 24, 27.
 SCHREECK Terrenzio Giovanni 198, 222.
 SCIOPPIO (Schopp) Gaspare 197, 441.
 SEGETH Tommaso 178, 806.
 SEGHIZZI DI LODI Michelangelo 321, 338.
 SEGNI Gian Battista 367.
 SERRISTORI Lodovico 509, 530.
 SERTINI Alessandro 107, 136, 161, 174, 176, 689.
 SETTIMI Cesare 692.
 SETTIMI Clemente 612-614, 623, 624, 656.
 SFONDRATI Paolo, cardinale 319, 341, 857, 870.
 SIMPLICIO 491-493, 499, 512, 606, 648, 880, 886.
 SISTI Niccolò 794.
 SIZZI Francesco 175, 176, 184, 185, 221, 222, 817, 827, 853, 913.
 SOLDANI Jacopo 626, 645.
 SOVERO Bartolomeo 198, 487.
 SOZZI Mario 622-624.
 SPINELLI-BENCI (v. *Benci, Spinello*).
 SPINELLI Girolamo 94, 113.
 SPINOLA Daniele 684.
 SPINOLA Fabio Ambrogio 447.
 SPINOLA Tiberio 146.
 STASERIO Giovanni Giacomo 351, 352.
 STEFANI Giacinto 481, 483, 882.
 STELLIOLA Nicolò Antonio 350.
 STELLUTI Francesco 215, 224, 270, 290, 410, 411, 414, 416, 421, 431, 461, 479.
 STELLUTI Giovanni Battista 416.
 STIGLIANI Tommaso 431.
 STRAHLENDORF Leopoldo 504.
 STRATEN Giacomo, van der 853.
 STRIGGIO Alessandro 168.
 SUOR MARIA Celeste (v. *Galilei Virginia*).
 SUSTERMANS Giusto (o Subtermans) 702.
 TAMBURELLI Dario 231.
 TANNER Adamo 248.
 TARDE Giovanni 151, 270, 291.
 TARTAGLIA Nicolò 39.
 TASSO Torquato 691-693.
 TASSONI Alessandro 45, 48, 356, 446.
 TEBALDI Muzio 56.
 TELESIO Bernardino 43.
 TELLEZ Y GIRON Pietro 391.

- TENGNAGEL Francesco 83, 84, 168.
 TERRENZIO Giovanni (v. *Schreck Giovanni*).
 TICCIAI Girolamo 697.
 TICONE (v. *Brahe-Tycho*).
 TINTO Giacomo 338.
 TOLOMEO 5, 6, 28, 35, 296, 859, 884, 896.
 TOLOMEO Claudio 732, 749, 841.
 TOMMASO, San 9-12, 736, 737, 861, 865, 870, 871.
 TORRICELLI Evangelista 150, 505, 515, 657-660, 662, 696, 843.
 TOST David 168.
 UBALDINI Roberto 146.
 UGUCCIONI Giovanni 75, 76.
 URBANO VII, Papa 828.
 URBANO VIII, Papa (v. *Barberini Maffeo*).
 URSTISIO (v. *Wursteisen*).
 VALERIO Luca 61, 66, 119, 162, 197, 205, 235, 325, 344, 345.
 VALIARDI Francesco Maria 214.
 VALORI Baccio 85.
 VAN WEERT Francesco 571.
 VARIOTARI Alessandro 701.
 VEGLIA Matteo 42.
 VENIER Sebastiano 91, 792.
 VENTURI Francesco 333.
 VEROSI F., cardinale 890.
 VILLAMENA Francesco 421, 701.
 VINTA Belisario 127, 132, 137, 157, 191-193, 221, 772, 775, 801, 803, 816, 853.
 VISCONTI Raffaele 477, 478, 480, 879, 881, 925.
 VITELLIO 124, 164.
 VITELLIONE 742.
 VIVIANI Vincenzo 50, 56, 57, 58, 70, 97, 151, 613, 651, 656, 657, 660-662, 679, 696, 703.
 VOSSIO Gherardo 668.
 WELSER Marco 144, 162, 166, 174, 178, 195, 204, 214, 222, 226, 236, 243, 244, 249, 252, 253, 255-257, 259-261, 264, 266, 269, 809.
 WIDMANNSTAD Giovanni Alberto 23.
 WIDMANSTETTER Alberto 851.
 WIFFELDICH Giusto 646.
 WINSHENIO Teodorico 17.
 WODDERBORN o WEDDERBURN Giovanni 163, 180, 839, 840.
 XIMENES Ferdinando 322.
 ZABARELLA Giulio 197.
 ZACCARIA Pasqualino 882.
 ZANNETTO, editore 834.
 ZARLINO Gioseffo 55.
 ZORZI Alvise 76.
 ZORZI Benedetto 77.
 ZUCCHI Nicolò 612.
 ZUGMESSER Giovanni 169, 173, 174.
 ZULIANI Matteo 186.
 ZUÑIGA Diego (o *Stunica*) 285, 295, 296, 341, 852.

INDICE DELL'OPERA

NOTA INTRODUTTIVA ALL'OPERA (E. Lamalle) . . .	pag. vii
VITA E OPERE DI GALILEO GALILEI (P. Paschini) . . .	» i
STORIA DEL CANNOCCHIALE (V. Ronchi)	» 725
IL PROCESSO DI GALILEO (F. Soccorsi)	» 849

FINE DEL III ED ULTIMO VOLUME