

Galileo Galilei e la distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie

Minelli, Eleonora

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:733733>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI / UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIUME
FILOZOFSKI FAKULTET / FACOLTÀ DEGLI STUDI DI LETTERE E FILOSOFIA

Odsjek za filozofiju / Dipartimento di Filosofia

Eleonora Minelli

Galileo Galilei e la distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie

ZAVRŠNI RAD / TESI DI LAUREA

Mentor / Relatore: prof. dr. sc. Luca Malatesti

Rijeka / Fiume, 2023

SVEUČILIŠTE U RIJECI / UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIUME
FILOZOFSKI FAKULTET / FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA

Odsjek za filozofiju / Dipartimento di Filosofia

Eleonora Minelli

Galileo Galilei e la distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie

ZAVRŠNI RAD / TESI DI LAUREA

JMBAG / N. Matricola: 0009081588

Diplomski studij *Talijanski jezik i književnost / Filozofija*

Corso di laurea magistrale *Lingua e letteratura italiana / Filosofia*

Mentor / Relatore: prof. dr. sc. Luca Malatesti

Rijeka / Fiume, anno accademico 2023/2024

Indice

1	Introduzione.....	2
1.1	Il problema e le tesi principali.....	2
1.2	La struttura del lavoro.....	4
2	Il contesto della distinzione Galileiana tra qualità primarie e secondarie.....	8
2.1	Introduzione.....	8
2.2	Le qualità primarie e secondarie nell'Antica Grecia.....	9
2.3	La distinzione tra qualità primarie e secondarie e la nuova fisica di Galilei.....	14
2.4	I capisaldi del sistema aristotelico.....	17
2.5	La confutazione della formula di Aristotele riguardo alla caduta dei corpi.....	21
2.6	La riflessione di Galileo Galilei riguardo ai corpi galleggianti.....	24
2.7	La confutazione galileiana della tesi aristotelica riguardo alla perfezione dei corpi celesti.....	25
2.8	Conclusione.....	30
3	Le qualità primarie e le qualità secondarie in Galilei.....	31
3.1	Introduzione.....	31
3.2	Argomenti dati da Galileo Galilei per la distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie.....	31
3.3	Le qualità primarie e secondarie nella filosofia di Cartesio e di Locke.....	37
3.4	Conclusione.....	41
4	Conclusione.....	42
5	Bibliografia.....	44

1 Introduzione

1.1 Il problema e le tesi principali

Questo lavoro tratta della distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie, nonché la differenza che esiste tra di esse messa in luce da Galileo Galilei. Innanzitutto, occorre spiegare cosa si intende quando si menzionano le qualità primarie. Secondo quanto spiegato nell'*Enciclopedia Garzanti di Filosofia*:

Il meccanicismo seicentesco riprende infatti l'idea, sostenuta degli antichi atomisti, che sapori, odori, colori ecc. non fossero proprietà delle cose in sé stesse, bensì caratteri che noi proiettiamo sulle cose in virtù della struttura soggettiva dei nostri apparati percettivi: solo le proprietà geometrico-meccaniche appartengono alle cose stesse. (Anonimo 1993, 941)

Da quanto scritto si può trarre che le qualità primarie sono qualità appartenenti al corpo in sé e per sé e sono oggettive; la loro natura è geometrica-meccanica e non può essere diversa da come è. Le qualità secondarie, d'altro canto, sono soggettive poiché sono quelle che non appartengono al corpo in sé e per sé ma vengono invece attribuite al corpo dall'essere umano; dalla sua mente. Esse dipendono dunque dalla percezione umana; si tratta di sapori, odori, colori ecc. ovvero di come essi vengono percepiti dalla mente dell'uomo.

Quando ci si trova di fronte a termini come proprietà primarie e qualità secondarie dei corpi, ovvero d'innanzi alla distinzione che esiste tra le qualità primarie e le qualità secondarie, ciò riconduce al nome di un filosofo importante ed allo stesso tempo rappresentante della filosofia moderna; David Hume, ma anche alla filosofia di altri filosofi appartenenti agli inizi della filosofia moderna come John Locke, Robert Boyle, Thomas Hobbes e René Descartes.

In questo lavoro verrà posta l'attenzione sulla distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie compiuta da Galileo Galilei il quale si occupa di ciò nella sua opera intitolata *Il Saggiatore* (Buyse 2015, 21).

Le conclusioni raggiunte in questa tesi riguardanti alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie sono quelle elencate di seguito. Innanzitutto, la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie varia in base a quando viene tracciata. I filosofi greci nonché gli atomisti, introducono la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie senza però chiamarle con questi nomi, non hanno, cioè, una terminologia adatta per distinguere le qualità primarie da quelle secondarie. In ogni caso però si occupano di tracciare una distinzione tra i corpi che possono essere percepiti; chiamandoli "aistheta"; ciò che appare ai sensi "ta phainomena tais aisthesesi, e le qualità sensibili che chiamano "aisthetai poiotes" le quali stanno ad indicare quelle qualità che l'uomo odierno riconoscerebbe come qualità secondarie, ma, esse possono essere anche usate quando ci si riferisce ad alcuni animali come, ad esempio, ai cavalli o ai cani - o alla stessa proprietà di essere tali. In ogni caso i filosofi greci non danno una spiegazione precisa riguardo alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie poiché non offrono una spiegazione riguardo alla distinzione del genere delle qualità sensibili (Lee 2011, 15).

Anche al giorno d'oggi esiste una sorta di confusione quando si parla della distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie; generalmente si è d'accordo sul fatto che questa distinzione si trova nella filosofia meccanicistica di Galilei, Cartesio, Boyle e Locke. Galilei, infatti, è il primo che rifiuta il pensiero e le convinzioni della filosofia scolastico-aristotelica riguardo alla materia portando in luce l'argomento della distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie. Secondo la filosofia scolastico-aristotelica, le qualità fondamentali della materia sono il caldo, il freddo, il secco ed il bagnato. Questo argomento è criticato da Galilei il quale risponde che esse non rappresentano le qualità primarie ma le qualità secondarie; assieme agli altri oggetti sensibili (Lee 2011,16).

Secondo Galilei la forma, il numero, il movimento, la posizione spazio-temporale, il contatto e la misura rappresentano le qualità primarie e sono, cioè, proprietà reali. Quelle che Galilei definisce come proprietà primarie sono qualità che un corpo deve possedere necessariamente. D'altra parte, le qualità secondarie sono tutte quelle qualità sensibili, quelle che, dunque,

sono percepibili tramite i cinque sensi, e che non sono, quindi, primarie. In questo senso, essere un mattone o essere un cavallo, essere verde o essere dolce conta, secondo questo criterio, come qualità secondaria (Lee 2011, 16).

Inoltre, in questa tesi verrà posta l'attenzione sui capisaldi galileiani riguardo alle qualità secondarie; si vedrà come Galilei descrive come le qualità secondarie si differenziano dalle qualità primarie, quali sono le loro principali caratteristiche e cosa le rende tali, partendo dal presupposto che le proprietà secondarie comprendono sia le proprietà che non sono relazionali come, ad esempio, essere un essere umano sia quelle relazionali come, ad esempio, essere "amaro" (Nolan 2011, 17). Nel lavoro verranno esposte le relazioni che Galilei individua tra le qualità secondarie e gli stati mentali e le esperienze del soggetto.

1.2 La struttura del lavoro

Nel secondo capitolo della tesi verrà presentata la critica di Galileo Galilei alla fisica aristotelica a fine di comprendere il pensiero galileiano riguardo alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie.

Galileo Galilei rivoluziona la scienza grazie alle sue scoperte, alle sue opere ed alle sue invenzioni. Le opere di Galilei le quali apportano alla rivoluzione scientifica sono il *Sidereus Nuncius* del 1610, il *Saggiatore* del 1623, il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* del 1632 ed i *Discorsi e dimostrazioni matematiche sopra a due nuove scienze* del 1638 (Reale, Antiseri 1997, 189).

La sua invenzione principale e, in un certo senso, potrebbe dirsi, simbolo galileiano è il perfezionamento del cannocchiale per lo studio astronomico:

E la cosa davvero interessante è che egli lo abbia portato *dentro* alla scienza, come *strumento scientifico* da utilizzare come un *potenziamento dei nostri sensi*.
(Reale, Antiseri 1997, 189)

L'opera galileiana *Sidereus Nuncius* contiene le osservazioni fatte da Galileo con il cannocchiale, egli scrive che tramite esso non sono solo visibili le stelle fisse, ma anche altre stelle (innumerevoli) che fino a quel momento non erano state viste da nessuno. In questo

senso Galileo offre una visione ampliata dell'universo, e in aggiunta, riporta anche con esattezza la forma e l'aspetto della Luna, descrivendola come un corpo imperfetto, vale a dire, non perfettamente sferico, come fino a quel tempo si credeva che essa fosse. Ed è proprio con questa osservazione dell'imperfezione dei corpi celesti che Galilei confuta un pilastro della cosmologia aristotelico-tolemaica, ovvero l'idea e l'argomento di Aristotele secondo il quale esiste una precisa distinzione tra i corpi celesti e la Terra. Galilei osserva la Galassia, descrivendola come "una congerie di innumerevoli stelle", le Nebulose, ed i satelliti di Giove (Reale, Antiseri 1997, 190). "Con tutto ciò il *Sidereus Nuncius* corroborava il sistema copernicano e assestava decisivi colpi contrari al sistema tolemaico." (Reale, Antiseri 1997, 190).

L'opera *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* contiene le sue osservazioni riguardo alla dinamica ed alla statica, il tutto è scritto sotto forma di dialogo e riporta cosa s'intende per sistemi di leva, cos'è la resistenza dei materiali e l'esperienza sui piani inclinati. Quest'opera in particolare contiene le idee galileiane che in maggior modo contribuiscono allo sviluppo della scienza e della sua storia (Reale, Antiseri 1997, 191).

Secondo Galilei il mondo è scritto in lingua matematica, vale a dire che, secondo lui le teorie scientifiche descrivono la realtà e ciò significa che la sua scienza, è quella di un realista. La scienza è oggettiva dal momento che descrive solo le qualità primarie che sono misurabili e quindi oggettive, e non descrive invece quelle qualità che sono soggettive, cioè le qualità secondarie dei corpi (Reale, Antiseri 1997, 192). Come sostengono Giovanni Reale e Dario Antiseri: "E questa scienza, descrittiva di realtà oggettive e misurabili, è possibile perché è lo stesso libro della natura che è scritto in lingua matematica" (Reale, Antiseri 1997, 192).

Il fulcro dell'idea scientifica galileiana è che la scienza è oggettiva poiché non fornisce spiegazioni riguardo alle qualità secondarie né si occupa di ricercarle. L'indagine scientifica è quantitativa, non qualitativa e le cause meccaniche sono quelle che interessano lo scienziato mentre quelle finali vengono eliminate.

Nella filosofia aristotelica il concetto di causa era di elevata importanza, secondo quanto riportato nell'Enciclopedia Garzanti di filosofia:

La più ampia formulazione del concetto di causa, tale da influenzare tutto il pensiero antico e medievale, si trova in Aristotele il quale identifica espressamente la conoscenza scientifica con la ricerca delle cause, distinte in quattro tipi: la *causa materiale* (ciò di cui una cosa è fatta); la *causa formale* (la forma, il modello o anche l'essenza di una cosa); la *causa efficiente* (l'agente che produce la cosa); la *causa finale* (il fine per cui una cosa viene prodotta). (Anonimo 1993, 166)

La scienza subisce una svolta con le scoperte messe in luce da Galilei; egli descrive l'universo come meccanicistico e deterministico e confuta le teorie e gli argomenti riportati da Aristotele credibili fino ad allora, secondo i quali l'universo è antropocentrico, cioè, gerarchizzato, finalizzato ed ordinato in vigore dell'essere umano. Le teorie che offrono il sapere all'uomo sono quelle basate e costruite su esperienze che sono sensate e per sostenerle sono necessarie dimostrazioni. Dunque, l'esperienza scientifica galileiana è l'esperimento, il quale è indispensabile per affermare se una certa supposizione corrisponde o meno alla realtà (Reale, Antiseri 1997, 192).

Galilei osserva la natura secondo i concetti matematici e sostiene fermamente che le qualità primarie non possono essere separate dai corpi dalla mente umana e svolgono la funzione di descrivere concetti usati nei termini della fisica come l'inerzia, l'analisi geometrica del movimento ecc. (Martinez 1974, 161). Essendo pertanto scritta in termini matematici, la realtà galileiana esclude le proprietà soggettive, ovvero le qualità secondarie, come i colori, i suoni o gli odori ecc., dal momento che esse non hanno alcun ruolo nella spiegazione fisica del comportamento della materia (Martinez 1974, 162).

Partendo da queste premesse Galilei critica la fisica qualitativa di Aristotele, il quale distingue le categorie di spazio, posizione e quantità. Galilei sostiene che le qualità primarie si trovano situate *in rebus* e che esse sono una serie limitata di categorie; ogni corpo, infatti, le possiede in modo disgiuntivo e indifferente. Le qualità primarie rappresentano la base per le descrizioni intersoggettive della materia e delle sue forme percettive. Sono quindi indispensabili e logicamente necessarie per la concezione degli oggetti e per la causalità meccanica. Esse sono misurabili e ciò le rende appartenenti al mondo fisico (Martinez 1974, 162).

Nel secondo capitolo verranno dunque presentati i capisaldi aristotelici nonché l'idea della fisica aristotelica, seguita dalle confutazioni galileiane; nel terzo capitolo invece verrà esposta la posizione di Galilei riguardo alle qualità primarie ed alle qualità secondarie.

Nel terzo capitolo si descrive come i filosofi greci avevano tracciato la differenza tra le qualità, che successivamente verrà ripresa da Galilei. Per comprendere la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie proposta da Galilei è infatti di fondamentale importanza fornire al lettore uno sfondo dell'evoluzione del pensiero filosofico partendo dagli argomenti messi in luce dagli atomisti, poiché essi contribuiscono alla formazione della base di tale filosofia. Inoltre, a fine di apprezzare il pensiero filosofico galileiano e le sue idee riguardo alla fisica è fondamentale capirne gli stessi punti di partenza che, altrettanto, hanno le loro radici nell'antica Grecia. Si vedrà inoltre qual è il ruolo della distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie nella filosofia contemporanea e quali aspetti tale distinzione occupa in essa. Ciò renderà possibile al lettore di intravedere le principali differenze, tramite i diversi argomenti proposti dai vari filosofi che si sono occupati di tale domanda nel corso del tempo, e la sua evoluzione, nonché la sua importanza, nella filosofia degli antichi come in quella contemporanea.

2 Il contesto della distinzione Galileiana tra qualità primarie e secondarie

2.1 Introduzione

Si è sostenuto che la distinzione tra qualità primarie e secondarie è dovuta alla filosofia antica. In questo capitolo mostrerò, facendo riferimento alle dottrine di Democrito osservate anche dai filosofi Plutarco, Teofrasto e Sesto Empirico, e, successivamente, da Aristotele, che in realtà - per quanto alcuni aspetti della distinzione sono stati individuati da questi autori, non si può concludere che essi abbiano trattato una distinzione comparabile a quella di Galilei.

La distinzione di Galilei, infatti, dipende dal contesto della sua critica al paradigma scientifico Aristotelico sulla base di una nuova concezione della natura fisica. Per questo motivo, il problema principale affrontato in questo capitolo è la critica rivolta da parte di Galileo Galilei al sistema aristotelico. Prima verranno elencati e spiegati i sei capisaldi della concezione aristotelica del mondo fisico e, successivamente, si vedrà come Galilei critica tali concezioni confutandole offrendo argomenti per delle tesi che cambieranno e rivoluzioneranno il progresso scientifico.

Dopo una breve presentazione delle difficoltà interpretative relative all'ipotesi che la distinzione tra qualità primarie e secondarie nella filosofia antica, considererò la critica galileiana alla concezione del mondo aristotelica. In principio verranno analizzati i capisaldi aristotelici, ovvero, la divisione tra mondo sublunare e sopralunare (ovvero quello situato sopra alla luna) e le caratteristiche che Aristotele attribuisce a ciascuno di essi. Successivamente come Aristotele descrive il moto dei corpi celesti e quello dei corpi terrestri; per passare poi al geocentrismo da egli sostenuto. Si vedrà inoltre come il filosofo spiega la finitezza dell'universo e la dinamica secondo la sua prospettiva, verrà infatti posta in

particolare modo l'attenzione sulla sua spiegazione dei moti naturali e dei luoghi naturali dove vi saranno alcuni esempi necessari per comprendere meglio il suo punto di vista. Infine, si vedrà come Aristotele separa i saperi ovvero la matematica e la fisica.

2.2 Le qualità primarie e secondarie nell'Antica Grecia

Secondo Mi-Kyoung Lee, il punto di partenza per l'investigazione storica della distinzione tra qualità primarie e secondarie è il filosofo Democrito (vissuto tra il 460 e 356 a.C.) (Lee 2011). Democrito è un filosofo atomista che espone le idee di Leucippo, suo maestro. Secondo gli atomisti il mondo, per come lo si conosce, è composto dagli atomi e dal vuoto; gli atomi sono particelle indistruttibili ed immutabili che scontrandosi o impigliandosi tra di loro, si muovono nel vuoto. Gli oggetti macroscopici che l'essere umano è in grado di percepire e vedere hanno origine dalle interazioni presenti tra gli atomi. Differenti tipi di atomi che compongono gli oggetti e il modo nel quale sono disposti, sono responsabili della diversità degli oggetti. I cambiamenti che avvengono nelle disposizioni degli atomi danno origine alle alterazioni qualitative ed alla generazione ed alla corruzione della sostanza (Lee 2011, 22).

Secondo Democrito, gli atomi possiedono diverse proprietà; esse sono intrinseche e sono, ad esempio, la forma, la misura, l'impenetrabilità, l'ordine, la disposizione, la capacità di muoversi e la pesantezza. Tutte le altre proprietà che non rientrano dunque in quelle enumerate precedentemente, sono, apparentemente proprietà dei corpi, che, a loro volta, sono il prodotto degli atomi (Lee 2011, 22).

Lee spiega come Aristotele critica le osservazioni di Democrito evidenziando il fatto che il calore non può essere una proprietà intrinseca degli atomi sferici; Aristotele, infatti, sostiene che si tratta di un'eccezione arbitraria. Sembra, però, che egli abbia frainteso il pensiero di Democrito dal momento che Democrito sostiene che il calore è una proprietà appartenente agli aggregati costituiti dagli atomi sferici, e non degli atomi sferici stessi. Se fosse così il calore non sarebbe un'eccezione alla tesi che il movimento, la forma, la misura e la disposizione sono le uniche proprietà intrinseche possedute dagli atomi, tutte le altre, nota Lee, sono attribuite agli aggregati, cioè alle costituzioni degli atomi. Secondo quanto

riportato da Lee, sembra che Democrito tratti in modo speciale le proprietà secondarie (Lee 2011, 22).

Per convenzione (*nomōi*) dolce e per convenzione amaro, per convenzione caldo, per convenzione freddo, per convenzione colorato; ma in realtà (*eteēi*) gli atomi ed il vuoto. (Lee 2011, 22)

Da questa osservazione emerge che Democrito ha tracciato una netta distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie. Dove le qualità secondarie sono, rispettivamente, il dolce, l'amaro, il freddo ed il caldo mentre le qualità primarie includono il vuoto e gli atomi e sono dunque la forma, il movimento e la misura. Lee aggiunge che la distinzione fatta da Democrito non è del tutto chiara dal momento che egli enumera i colori, le temperature ed i sapori intendendoli come qualità secondarie inserendo, dopo l'enumerazione, un eccetera, e non spiegando quali altre qualità comprendano le qualità secondarie. Non è quindi del tutto chiaro quali qualità vi dovrebbero essere presenti; pertanto, la sua enumerazione delle qualità secondarie risulta incompleta. Lee, in seguito a ciò, si domanda se in tale enumerazione dovrebbero essere presenti i suoni. Ma, Teofrasto era già giunto nell'antichità alla conclusione, analizzando il pensiero di Democrito, che egli non aveva scritto molto riguardo ad essi. Mentre, d'altra parte, un altro filosofo e medico dell'antica Grecia, Sesto Empirico, concluse che Democrito non incluse affatto i suoni nella sua lista delle qualità secondarie, anche se, secondo il suo parere, era opportuno che lo facesse, dal momento che i suoni sono qualità sensibili e provengono dunque dal *nomos*, (Lee 2011, 23) ed hanno dunque un carattere nomologico; secondo l'Enciclopedia Garzanti di Filosofia:

Nomologico, che ha carattere di legge scientifica, o è basato su leggi scientifiche. Il termine è usato specialmente per contrapporre gli enunciati di forma universale che esprimono vere leggi scientifiche a quelli che esprimono mere generalizzazioni di fatto. (Anonimo 1993, 799)

Ciò che viene considerato da Lee è che non è del tutto chiaro che cosa intende Democrito con la sua lista delle qualità secondarie, cioè, cosa essa dovrebbe contenere o intendere. Ci si chiede di seguito, se quella fatta da Democrito è una distinzione o no, ovvero, se la sua idea fosse stata quella di compiere una distinzione. Non è infatti chiaro se Democrito, mentre

scrive le sue osservazioni sugli atomi, mette a punto il fatto che essi hanno le loro proprietà che sono intrinseche e non sono proprietà che possono essere dolci, amare, calde, fredde o colorate ma possiedono queste qualità solo “per convezione”.

Risulta inafferrabile che cosa intende Democrito quando afferma che le qualità esistono per convenzione. Come si può affermare che una certa cosa (disposizione di atomi) è chiamata verde per convenzione, e, allo stesso modo che un'altra disposizione di atomi è chiamata gatto e un'altra ancora è chiamata cane? Si giunge alla conclusione che esiste qualcosa di convenzionale ed arbitrario riguardo al fatto di nominare una disposizione di atomi “verde” e un'altra disposizione di atomi “salato”. Lee nota che, se questa distinzione fosse razionale, quella di Democrito sarebbe piuttosto una distinzione tra le qualità intrinseche possedute dagli atomi e delle proprietà che appartengono ad essi in una certa combinazione, e non una distinzione tra qualità primarie e secondarie. Giunge infine alla conclusione che il fulcro del discorso sarebbe che gli atomi di per sé non sono più colorati rispetto ai gatti; dal momento che essere un “gatto” è una proprietà che risulta da una certa combinazione e disposizione degli atomi, così come altrettanto essere “verde” è un'altra proprietà che ha origine da una diversa combinazione degli atomi. Quindi, sostiene Lee, sembra che Democrito alluda ad una distinzione esistente tra le proprietà microscopiche e macroscopiche, affermando che tutte le qualità macroscopiche sono convenzionali (Lee 2011, 23).

Lee riporta le parole di Plutarco, cioè la sua interpretazione riguardo a Democrito, dove Plutarco esprime la sua opinione affermando che Democrito non afferma solo che le qualità secondarie esistono solamente per convenzione, ma che anche i composti formati dagli atomi, esistono, altrettanto, per convenzione. Si parte infatti dall'idea che gli aggregati, cioè i composti formati dagli atomi non sono più o meno reali dei sapori amaro o dolce; gli aggregati rappresentano vari gruppi di ciò che è reale. Quando viene espresso che qualcosa esiste “per convenzione” ci si riferisce al fatto che si tratta di una costruzione mentale dipendente dall'osservatore. L'idea principale è quella che Democrito nega l'esistenza di qualsiasi cosa oltre agli atomi ed al vuoto, e non cerca invece di fare una distinzione concreta tra qualità primarie e qualità secondarie (Lee 2011, 24).

Secondo un'altra interpretazione delle parole di Democrito, alla quale Lee è più incline, risulta che il filosofo greco è preoccupato riguardo all'abilità che i nostri cinque sensi

possiedono nell'esplorazione, e successivamente, nella conoscenza della natura della realtà e ciò è perché attraverso i cinque sensi l'uomo è capace di venire a conoscenza solo delle qualità secondarie, mentre, la vera realtà del mondo è riconoscibile solo attraverso la ragione, ovvero al logos, che offre all'uomo il sapere riguardo agli atomi ed al vuoto, e dunque, la verità. Le qualità secondarie non rappresentano una fonte di conoscenza del mondo esterno, dunque, secondo l'esempio riportato da Lee, quando un individuo percepisce un colore, la percezione stessa registra solamente come gli occhi dell'individuo sono stati colpiti da un oggetto esterno, e ciò significa che l'individuo non possiede alcuna conoscenza dell'oggetto in sé, ma, semplicemente, di come lo percepisce (Lee 2011, 24).

Dalla filosofia di Democrito si può trarre che, quando l'essere umano percepisce qualcosa come salato, o verde (ad esempio), è in realtà il risultato di come i cinque sensi hanno registrato un certo oggetto, dunque un aggregato, costituito dagli atomi e dal vuoto. Successivamente, si giunge alla conclusione che, dal momento che il sapore salato, il caldo ed il colore verde non sono altro che risultati di quanto percepito dai cinque sensi, vuol dire che gli oggetti in questione non sono intrinsecamente non più caldi di non caldi o non più salati di non salati. Tramite la percezione l'essere umano arriva a concludere che gli oggetti osservati possiedono varie proprietà che in realtà non possiedono (Lee 2011, 25).

Lee prosegue il suo testo analizzando Aristotele, che traccia la sua filosofia nella storia compiendo due sezioni di distinzioni tra qualità sensibili, le quali sono fondamentali per la stessa distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie (Lee 2011, 32).

Nella sua opera, intitolata, *De Anima*, Aristotele si occupa di portare alla luce quella che sembra una distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie dei corpi. Egli traccia una linea di separazione tra le qualità sensibili intrinseche, chiamate anche (*aisthēta kath' hauta*) e le qualità coincidentalmente sensibili, ovvero (*aisthēta kata sumbebēkos*). Se si prendono come esempio i colori, si nota che essi influenzano direttamente l'occhio dell'essere umano e come tali, risultano intrinsecamente sensibili. Lee offre al lettore il seguente esempio; quando una persona vede Socrate, non risulta visibile ai suoi occhi in quanto Socrate ma piuttosto perché è colorato e da ciò segue che il suo "essere Socrate" è coincidentalmente sensibile (Lee 2011, 32).

Aristotele si occupa inoltre di approfondire ulteriormente la già esistente distinzione facendone un'altra tra le classi di qualità intrinsecamente sensibili e differenzia, in questo modo, il “vero sensibile” (*idia aisthēta*) dal “comune sensibile” (*koina aisthēta*). Nasce in questo modo quella che potrebbe essere definita come una base per la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie, dove il vero sensibile comprende i colori, i suoni, gli odori ecc., mentre il comune sensibile comprende la forma, il movimento, la misura ecc. Le proprietà sensibili includenti la forma e la misura possono essere rilevate tramite diverse e varie modalità dei sensi, mentre, d'altra parte, vi sono le proprietà alle quali l'essere umano può giungere solo ed esclusivamente attraverso una sorta distintiva di sensazioni, le quali sono il risultato di un senso di modalità specializzato (Lee 2011, 32).

Lee riporta che l'intenzione di Aristotele è spiegare quali proprietà possiedono la capacità di muovere (*kineien*) i sensi. In questo senso egli descrive il colore come portatore della capacità di muovere il trasparente. Ciò significa che il colore possiede la capacità di essere intercettato dall'occhio umano ma non fa parte della sua essenza. Si tratta invece di un accidente necessario (*kath' hauto*) del colore (Lee 2011, 32).

I filosofi del diciassettesimo secolo criticano la distinzione fatta da Aristotele nella sua opera *De Generatione et Corruptione*, dove egli offre una descrizione dei livelli più bassi della materia ovvero degli elementi. Aristotele sostiene che le qualità primarie della materia sono il caldo, il freddo, il bagnato e l'asciutto. Si tratta di opposti che possono essere combinati in modo da formare corpi semplici. Con corpi semplici Aristotele intende la terra (formata dal caldo e dall'asciutto), l'aria (formata dal caldo e dal bagnato), il fuoco (caldo ed asciutto) e l'acqua (fredda e bagnata) (Lee 2011, 32).

Secondo quanto scritto da Lee, il freddo ed il caldo sono forze attive, dove il freddo aggrega in modo indiscriminato cose, tra le quali esistono connessioni come anche quelle dove tali connessioni non esistono, e che sono, dunque di diverso tipo. Il caldo invece, aggrega solamente quelle cose che sono dello stesso tipo. Il bagnato e l'asciutto vengono descritte come qualità passive, le quali possiedono la capacità di venire influenzate; così il bagnato è quello che non è limitato da nessun proprio limite, ma è facilmente limitato; mentre l'asciutto è facilmente limitato dal proprio limite, ma è difficile (per le altre cose) limitarlo. Da ciò

deriva la conclusione di Aristotele che tutte le altre qualità sono il risultato, cioè i miscugli, formati dai corpi semplici e dalle loro qualità di base (Lee 2011, 32).

Le qualità primarie sono, per come le presenta Aristotele, quelle che sono fondamentali per la spiegazione dei cambiamenti che avvengono nel mondo naturale, mentre i cambiamenti che avvengono nelle qualità secondarie hanno origine dai cambiamenti che avvengono nelle qualità primarie. Inoltre, Aristotele è incline alla tesi dell'universalità la quale afferma che le qualità primarie sono presenti in tutti i corpi; e ciò significa che le qualità primarie esistono e continuano ad esistere anche in seguito quando costituiscono diversi composti della materia (Lee 2011, 33).

Secondo quanto affermato da Lee, le qualità secondarie come colori e suoni devono essere identificate come basi causali del potere che gli oggetti possiedono per produrre diverse percezioni nell'essere umano. Secondo l'esempio riportato da Lee, i colori sono causalmente responsabili delle percezioni che l'essere umano possiede nell'identificarli. Gli oggetti colorati e il colore stesso, quindi, possiedono questo potere causale e tutto ciò è dovuto alla presenza del freddo, del caldo, del secco e del bagnato. Ciò è riportato nell'opera di Aristotele *De Sensu*, dove sono osservati i fatti fisici che danno l'abilità ai colori, odori, sapori di avere un effetto causale che mette in moto i sensi. Nell'opera Aristotele spiega cosa sono i colori, gli odori e i sapori per mostrare in qual modo essi sono capaci di produrre effetti causali all'essere che è in grado di percepirli, ciò viene discusso anche nell'opera *De Anima* (Lee 2011, 33).

Nella sezione successiva si vedrà come Galilei sviluppa la sua filosofia riguardante alla distinzione delle qualità primarie dalle qualità secondarie facendo uso della filosofia dell'Antica Grecia, sosterrà infatti l'atomismo, individuato e portato in luce da Democrito e, in particolar modo, si concentrerà sulla filosofia aristotelica nonché sulla sua distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie che confuterà tramite diversi esperimenti e spiegazioni.

2.3 La distinzione tra qualità primarie e secondarie e la nuova fisica di Galilei

Gli elementi centrali della fisica e della metodologia di Galilei, che sono fondamentali per la comprensione della sua distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie, sono l'analisi dei fenomeni fisici per mezzo di misurazioni, e cioè l'assunto che essi coinvolgono proprietà

oggettive e misurabili. Infatti, Galilei ritiene che il mondo fisico sia scritto in caratteri matematici:

[*Op.*, vol. VII, pag. 232] La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere, se prima non s'impara a intender la lingua e conoscer i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto. (Abbagnano 1943, 115)

La realtà del mondo è dunque oggettiva e misurabile dal momento che esso è scritto in caratteri matematici che lo scienziato deve poter cogliere e spiegare servendosi di prove e di esperimenti.

Ma sapete, signor Simplicio, quel che accade? Si come a coler che i calcoli tornino sopra i zuccheri, le sete e le lane, bisogna che il computista faccia le sue tare, di casse, invoglie ed altre bagaglie, così, quando il filosofo geometra vuol riconoscere in concreto gli effetti dimostrati in astratto, bisogna che difalchi gl'impedimenti della materia, che se ciò saprà fare, io vi assicuro che le cose si riscontreranno non meno aggiustatamente che i computi aritmetici. Gli errori dunque non consistono né nell'astratto né nel concreto, né nella geometria o nella fisica, ma nel calcolatore, che non sa fare i conti giusti. (Abbagnano 1943, 115)

Per capire la distinzione galileiana tra qualità primarie e qualità secondarie è necessario considerare la sua critica rivolta ad Aristotele, ovvero agli elementi qualitativi della sua fisica.

Secondo il punto di vista di Galilei, le teorie formulate da Aristotele non sono consistenti e sono dunque, senza senso. Per questo motivo egli si occupa di confutarle portando in luce e nella scienza odierna quelle che lui formula dopo una serie di osservazioni confermate da prove scientifiche e da esperimenti, che sono, secondo lui, fondamentali perché una teoria sia considerata scientifica.

In generale, l'universo galileiano è deterministico e non antropocentrico, come lo descrive Aristotele. Galilei, infatti, formula il suo pensiero, e successivamente la sua teoria prendendo come punto base le qualità geometriche e dunque misurabili dei corpi, e ciò, porta con sé diversi esiti. Come sostengono Giovanni Reale e Dario Antiseri, (1997), la visione del mondo di Galilei:

- a)esclude l'uomo dall'universo di indagine della fisica;
- b)escludendo l'uomo, esclude un cosmo di cose e di oggetti ordinato e gerarchizzato in funzione dell'uomo;
- c)esclude l'indagine qualitativa a favore di quella quantitativa;
- d)elimina le cause finali a favore delle cause meccaniche ed efficienti. (Reale, Antiseri, 1997, 216)

Ciò che Galilei mette in luce è che l'universo non è gerarchizzato ed ordinato, ma, al contrario, è deterministico e meccanicistico (Reale, Antiseri, 1997, 216). Quando parliamo di un universo deterministico e meccanicistico ci riferiamo determinismo. Secondo quanto scritto nell' *Enciclopedia Garzanti di Filosofia*:

Determinismo, termine scientifico e filosofico che definisce la connessione necessaria di tutti i fenomeni secondo il principio della causalità (causa). Il determinismo ha dominato il pensiero moderno dal sec. XVII al XIX. Sua premessa è la rivoluzione scientifica galileiana, con la conseguente eliminazione delle cause finali della natura che sta alla base del meccanicismo di Cartesio, Hobbes, Gassendi e Spinoza. (Anonimo 1993, 255).

Mentre il meccanicismo è, secondo quanto riportato dall'*Enciclopedia Garzanti di Filosofia*, una:

Concezione che riduce i parametri esplicativi di un settore determinato della realtà o di essa tutt'intera a due soli: materia e movimento locale. (Anonimo 1993, 710)

E, altrettanto quando si parla di meccanicismo galileiano:

Il successo del meccanicismo, nel pensiero moderno, è legato alla nuova scienza della natura, che si sviluppa allorché la meccanica riceve un impulso potente con la fondazione della dinamica, cioè della scienza del movimento dei corpi, a partire da Galileo[...] Altro principio essenziale affermato da Galileo e poi da tutti i filosofi del sec. XVII, è la negazione dell'oggettività delle qualità sensibili (colori, suoni ecc.) considerate come effetti determinati, in un soggetto senziente, da meri movimenti di particelle materiali. (Anonimo 1993, 710)

Nelle sezioni seguenti, mostrerò in dettaglio come questa concezione generale di Galilei si esprime nelle sue critiche ad alcuni capisaldi della concezione aristotelica del mondo fisico.

2.4 I capisaldi del sistema aristotelico

Lo storico Paolo Rossi Monti distingue e mostra sei principi o capisaldi che rappresentano le fondamenta della concezione del mondo fisico secondo Aristotele (Rossi 1989, 12-13).

Il primo caposaldo della fisica aristotelica è incentrato sulla divisione tra mondo sublunare e mondo celeste (Rossi 1989, 12). Aristotele sostiene, infatti, che esiste una netta differenza tra i principi responsabili del funzionamento dei corpi terrestri e quelli responsabili del funzionamento dei corpi celesti. Il mondo sublunare è quello terrestre, ed è quello che Aristotele ritiene ad essere imperfetto poiché la sua caratteristica principale è il mutamento nel tempo. Per mutamento nel tempo egli intende il movimento, la formazione e la distruzione dei corpi, la nascita e la morte. E tutte queste entità sono imperfette poiché sono soggette alla corruzione. La loro corruttibilità, dunque, l'imperfezione; è il risultato della loro formazione, da ciò di cui esse sono costituite. Tutto, sul mondo sublunare, cioè terrestre, è infatti secondo Aristotele costituito dai quattro principali elementi: terra, aria, acqua e fuoco. D'altra parte, il mondo celeste è ritenuto da Aristotele perfetto poiché i corpi celesti; non sono, a differenza dei corpi terrestri, soggetti al mutamento. Tale caratteristica li rende perfetti, poiché incorruttibili ed eterni. La loro composizione, inoltre, non è il risultato dei quattro elementi terra, aria, acqua o fuoco, ma dell'etere; un solido cristallino imponderabile e incorruttibile che compone l'intero mondo sopralunare o celeste e lo rende perfetto. Si tratta

dunque di una distinzione della fisica, una terrestre ed imperfetta, e l'altra celeste e come tale perfetta (Malatesti 2020, 3).

Con il secondo caposaldo invece, Aristotele ritiene che l'unico modo nel quale i corpi terrestri possono muoversi sia il moto rettilineo, poiché esso ha un inizio ed una fine, ed avendo un inizio ed una fine è corruttibile e quindi imperfetto, come i corpi terrestri ai quali si addice per questo motivo (Rossi 1989, 12). D'altra parte, invece, i corpi celesti compiono un moto circolare, il quale è eterno siccome ruota sempre su sé stesso e ciò lo rende, secondo Aristotele, perfetto. In breve, con questo, il filosofo ritiene che il carattere dei corpi celesti sia necessariamente circolare (Malatesti 2020, 3).

Il terzo caposaldo aristotelico sostiene che la Terra si trova al centro dell'universo, ed essa è, secondo Aristotele, immobile (Rossi 1989, 12). Si trova racchiusa da sfere celesti costituite dall'etere e concentriche che ruotano intorno ad essa e nelle quali si trovano inseriti i pianeti, le stelle, il Sole e la Luna. Dunque, con esso Aristotele afferma che la Terra è immobile ed al centro dell'universo e con ciò sostiene il geocentrismo (Malatesti 2020, 3).

Il quarto caposaldo afferma che l'universo è finito poiché risulta chiuso da una sfera celeste nel suo perimetro più estremo, in questa sfera si trovano incastonate le stelle fisse (Rossi 1989, 12). La sfera celeste più estrema è, secondo Aristotele, il primo mobile, ed essa ruotando trascina attorno alla Terra le altre sfere. Il moto circolare che il primo mobile compie è trasmesso alle altre sfere dell'universo, giunge per ultimo alla sfera celeste che contiene la Luna e la quale rappresenta il limite inferiore del mondo celeste; lì si arresta il moto circolare. La Terra si trova immobile al centro dell'universo poiché non riceve nessun movimento da parte delle altre sfere celesti. Aristotele, con questo caposaldo, dimostra la finitezza dell'universo e l'esistenza di un mondo chiuso che è legata alla dottrina dei luoghi naturali (Malatesti 2020, 4).

Il quinto caposaldo che Rossi individua mette in luce un principio che è centrale nella dinamica aristotelica. Nella dinamica di Aristotele si presenta il moto naturale, ovvero il moto che un corpo terrestre compie nel mondo sublunare al fine di raggiungere il suo luogo naturale (Rossi 1989, 12). Per quanto riguarda i quattro elementi, Aristotele precisa che la terra tende a raggiungere il suo luogo naturale situato in basso, mentre l'aria, l'acqua e il

fuoco tendono a raggiungere i loro luoghi naturali in alto. In questi quattro elementi avviene un controbilanciamento delle loro tendenze a raggiungere i loro luoghi naturali, se questo controbilanciamento fosse assente, secondo Aristotele, essi sarebbero disposti in sfere concentriche, e nel centro vi sarebbe la sfera composta dalla terra, seguita rispettivamente dalla sfera composta dall'acqua, dall'aria e infine dal fuoco. Alcune osservazioni essenziali portano Aristotele alla conclusione che gli elementi semplici tendono a raggiungere un luogo preciso e privilegiato. Alcuni dei suoi esempi riguardo a ciò sono le bolle d'aria che, situate nell'acqua, avranno la tendenza di risalire sulla superficie in quanto il luogo naturale dell'aria si trova sopra quello dell'acqua; analogamente, le fiamme sviluppate verticalmente si muovono verso l'alto e sono dunque la testimonianza che il fuoco si muove verso un luogo naturale che si trova al di sopra di quello dell'aria. Mentre invece, un elemento composto da terra posato al di sopra della superficie dell'acqua affonda e così raggiunge il suo luogo naturale che si trova sotto quello dell'acqua. Aristotele nella sua dinamica induce anche il termine *moti violenti*. A causare i moti violenti, è l'azione di cause che sono esterne all'oggetto e non sono invece la manifestazione delle tendenze naturali degli elementi che lo compongono. Gli esempi che Aristotele offre per sostenere i suoi argomenti riguardo ai moti violenti sono il vento che con la sua forza spinge la fiamma in modo tale da farla andare verso il basso, nonostante la sua predisposizione ad andare verso l'alto. La forza che viene prodotta dall'arco muove la freccia in modo orizzontale nell'aria, quando il suo moto naturale sarebbe andare verso il basso e la forza che viene prodotta dall'essere umano mentre spinge una pietra verso l'alto, mentre il suo luogo naturale si trova verso il basso. Come conclusione, Aristotele afferma che; se non esiste una forza esterna che agisce sul corpo, o quando essa smette di agire, il corpo si muove secondo la sua tendenza naturale, la quale, a sua volta, dipende dalla costituzione dell'elemento sul quale la forza esterna agisce. Da ciò, segue che un corpo si muove secondo la sua natura e tale movimento dipende dagli elementi semplici che lo compongono, oppure, il movimento del corpo viene causato da una forza che genera un'azione esterna che porta il corpo a muoversi in modo non naturale, ma violento, durante la durata del movimento che contrasta la sua naturale predisposizione di muoversi secondo il suo moto naturale. Il fulcro della fisica aristotelica è il seguente: ogni moto deve essere causato e mantenuto durante tutta la sua durata dall'azione di un motore. Se è interno al

mobile si tratta dei moti naturali, mentre invece se è esterno al mobile, si tratta di moti violenti (Malatesti 2020, 4-5).

Se si prende come esempio una freccia scoccata da un arco. Dal momento che Aristotele sostiene che la causa di un moto violento che un oggetto compie deve essere presente e agire su tale oggetto per tutta la durata del moto in modo da contrapporre la predisposizione che l'oggetto ha di muoversi secondo il suo moto naturale, la freccia dovrebbe cadere a terra (giungendo il suo luogo naturale) appena si distacca la corda dall'arco. Aristotele spiega che ciò non succede siccome esiste un'altra causa esterna dello stesso moto della freccia una volta che essa è scoccata. La sua ideologia principale è che il vuoto nella natura è impossibile e che l'aria che la freccia sposta durante il suo movimento quando nella corda dell'arco si muove velocemente dietro la freccia per impedire che si crei il vuoto produce una forza che può imprimere un moto violento anche dopo lo staccamento della freccia dalla corda dell'arco. Questa teoria non è stata favorita dai commentatori di Aristotele (Malatesti 2020, 6).

Nel medioevo Giovanni Buridano, Alberto di Sassonia e Nicola Oresme si occupano della spiegazione dei moti violenti e nasce così, la teoria dell'*impetus*. L'*impetus* o chiamato anche *vis motiva* è, secondo loro, una forza immateriale, che al momento del lancio di un proiettile, si trasferisce dall'oggetto da cui il proiettile viene lanciato al proiettile esaurendosi nel tempo. L'*impetus* è dunque visto come una qualità che si trova nel corpo e che rende possibile il movimento; vi è inoltre un'analogia dell'*impetus* con il calore; il quale resta nel corpo anche dopo aver rimosso la fonte responsabile della produzione del calore. Il fulcro del quinto caposaldo aristotelico è che esiste una netta differenza tra i moti naturali e i moti violenti; ed esso funge anche da spiegazione riguardo al perdurare dello stato di quiete di un corpo, ovvero che per esso non è responsabile l'esistenza di una causa, a differenza dell'altro tipo di movimento, cioè quello che dipende dalla forma o dalla natura del corpo ed è provocato da un motore ed esistente fino alla cessazione del moto prodotto (Malatesti 2020, 6).

Il sesto caposaldo aristotelico riguarda la separazione dei saperi (Rossi 1989, 12). Aristotele applica al mondo fisico reale un modello geometrico ed astratto che è formulato in principio da Eudosso di Cnido nella prima metà del quarto secolo avanti Cristo; infatti, secondo Eudosso le sfere celesti non sono altro che entità matematiche che hanno la funzione di spiegare i fenomeni sensibili; e non sono dunque, realtà fisiche. La posizione assunta da

Aristotele riguardo alla sua fisica è associata a un modello matematico dei corpi celesti che è sistematizzato da Claudio Tolomeo; uno scienziato e astronomo appartenente al secondo secolo dell'era cristiana. Egli sostiene il geocentrismo e mette a punto un sistema di moti circolari a fine di spiegare i movimenti dei pianeti, per far ciò fa uso di teorie degli eccentrici, di epicicli e di equanti. Le basi della sua teoria non sono valutate come entità fisiche reali, ma come espedienti a fine di spiegare i fenomeni (Malatesti 2020, 7).

2.5 La confutazione della formula di Aristotele riguardo alla caduta dei corpi

Galileo Galilei è affascinato dalla geometria e dalla matematica, inizia così ad interessarsi prima alle scoperte e alla teoria di Archimede per sviluppare in seguito varie teorie che lui stesso ama dimostrare alla gente del suo tempo. Teorie che vengono sostenute anche al giorno d'oggi e teorie che rivoluzionano la scienza, ed anche, l'umanità. Egli fa uso di numerosi esperimenti per dimostrare ciò che sostiene; è quindi uno sperimentatore e non solo un osservatore dei fenomeni fisici. Per questo motivo è soprannominato "il padre della fisica sperimentale", ed il suo metodo è noto come il metodo galileiano. "Il misurare e ridurre le cose a quantità gli permette di individuare relazioni matematiche che descrivono il fenomeno in modo semplice e generale" (2005, 52).

Galilei si rende noto già all'età di ventidue anni quando per la prima volta nel 1586 nei circoli scientifici pubblica il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* ovvero un libro dove descrive l'equilibrio idrostatico. Successivamente si dedica allo studio della caduta dei corpi, ed in seguito a varie osservazioni rivoluziona la teoria di Aristotele, la quale sostiene che "lo spazio percorso da un corpo in caduta libera è proporzionale al peso del corpo (opinione ancora oggi condivisa dalle persone digiune di fisica)" (2005, 54).

Galileo mostra invece che la resistenza dell'aria influisce sulla caduta dei corpi leggeri prendendo come esempio foglie e piume, poiché i corpi leggeri possiedono aree relativamente grandi in relazione al peso ed alla resistenza dell'aria. Da questa teoria nasce l'esperimento o l'aneddoto secondo il quale il Galilei fa cadere dalla Torre di Pisa diverse palle di cannone della stessa grandezza ma dal peso differente (2005, 54). Prima della spiegazione dell'esperimento è necessario però comprendere meglio il movimento spiegato da Aristotele.

Esaminando il movimento secondo il punto di vista aristotelico, esso rappresenta il principio delle realtà della natura; questo significa che secondo lui, per comprendere come funziona la natura, è necessario prima essere a conoscenza del movimento, di cosa esso sia. Aristotele sostiene che tutti gli oggetti sia quelli animati o “semoventi” (come gli animali), sia quelli inanimati, come, ad esempio, i sassi, sono dotati di movimento. Solo che a differenza dei primi, il moto dei secondi dipende dalla loro costituzione. Il movimento ha inoltre tre condizioni necessarie ovvero il luogo, il tempo ed il vuoto. Esso rientra, secondo lui, nei “continui” poiché è continuo siccome si tratta di un graduale passaggio da uno stato ad un altro che nel suo compiersi mantiene il suo stato di potenzialità (Sacchetto, Desideri, Petterlini 2006, 195).

Secondo Galilei “ignorare le leggi del moto vuol dire ignorare le leggi della natura”, ed è questo ciò che Aristotele, secondo lui, fa. Ed è proprio da questa affermazione e convinzione che si fa viva in lui la necessità di mettere in luce la sua teoria. In aggiunta Galilei è propenso a modificare il ruolo della matematica. Durante gli anni che passa ad insegnare a Pisa, fa uso del *Primo Libro* di Euclide e nello stesso periodo inizia anche a scrivere la sua opera dedicata al moto, intitolata *De Motu* e contenente numerose idee di numerosi pensatori e ricercatori, suoi contemporanei. A Galilei però non basta soltanto ricercare e scrivere, ma deve dimostrare le sue idee facendo uso di esperimenti (Reston 2003, 47). Reston descrive l’esperimento dello scienziato nel seguente modo:

Sali fin sulla cima della torre di Pisa. L’idea era audace proprio perché ovvia, ma nessuno prima di lui ci aveva mai pensato, o aveva mai avuto il coraggio di pensarci. Quale posto migliore del vicino monumento l’imperfezione umana per condurre l’esperimento? Visto che Aristotele aveva teorizzato che “una palla del peso di cento libbre che cade da un’altezza di cento cubiti tocca il suolo prima che una palla da una libbra sia discesa da una distanza di un cubito”, era molto facile confermare o confutare quell’affermazione. (Cento cubiti sono l’equivalente di 58,4 metri, mentre la Torre di Pisa misura esattamente 54 metri). (Reston 2003, 48)

Il suo esperimento è dunque incentrato sulla dimostrazione dell'errore che Aristotele commette nella sua teoria. Secondo le parole di Reston Galilei fa uso di palle costituite da materiali diversi e di peso e dimensioni differenti per confutare la tesi di Aristotele. Con il lancio di diverse palle dalla Torre di Pisa davanti ad una folla di gente della sua epoca, formata per lo più da studenti e professori Galileo dimostra la sua teoria (Reston 203,49). "Quando tutte le palle piombano contemporaneamente alla base della torre, la formula di Aristotele fece un tonfo altrettanto solenne" (Reston 2003, 49).

Galileo sostiene, in seguito a ciò, che la velocità della caduta non è in funzione della massa o del peso del corpo, come invece sosteneva Aristotele. Secondo lui, se si fosse eliminata la resistenza dell'aria durante l'esperimento, cioè se le palle lanciate fossero cadute direttamente nel vuoto, esse sarebbero piombate a terra precisamente alla stessa velocità (Reston 2003, 49).

L'esperimento descritto precedentemente non è messo per iscritto ma il Galilei scrive successivamente nelle sue opere che trattano l'argomento del moto numerosi riferimenti a proposito di oggetti lasciati cadere da diverse altezze, per lo più torri. Una delle sue opere dove l'esperimento dalla torre pendente si rivela con grande chiarezza nella discussione sulla caduta dei corpi è il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, la quale è inoltre la sua opera di maggior successo. Nell'opera *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* invece, il Galilei confuta direttamente le asserzioni di Aristotele. Le sue parole riguardo alla teoria aristotelica sono le seguenti:

Io dico che le palle toccano terra contemporaneamente. Nel condurre l'esperimento, vedrete che quando la massa più pesante tocca terra, la più leggera si trova a due dita di distanza. Ora voi mettete l'accento sul mio trascurabile errore, mentre dimenticate il grande errore di novantanove cubiti commesso da Aristotele. (Reston 2003,50)

Nella stessa opera egli afferma che durante i vari esperimenti che consistevano nel lasciare cadere diverse palle da differenti altezze, esistono solo differenze nei tempi d'arrivo tra sfere costituite dai materiali piombo, oro, rame e porfido se esse sono dello stesso peso. Un'altra opera di elevata importanza di Galilei e riguardante il moto; il *De Motu*; contiene i contorni di

una scoperta che porta alla rivoluzione della scienza e della fisica odierna, cioè il principio d'inerzia e le leggi che sono fondamentali della caduta dei gravi. Vi è inoltre il principio di equivalenza formulato per la prima volta, che sarà in seguito sviluppato da Isaac Newton e perfezionato da Albert Einstein. Galileo si pone la domanda in contrapposizione alla teoria di Aristotele secondo la quale la velocità della caduta è direttamente proporzionale al peso totale dell'oggetto:

Se da un'altra torre venivano lasciate cadere nello stesso istante due pietre, una delle quali avesse dimensioni doppie rispetto all'altra, chi poteva credere che mentre la più piccola era ancora a mezz'aria, la più grande avesse già toccato terra? (Reston 2003, 50)

ed arriva alla seguente conclusione:

Se si prendono due corpi che abbiano proprietà tali per cui la prima dovrebbe cadere a velocità doppia rispetto alla seconda e li si lascia cadere dall'alto di una torre, la prima non raggiungerà il suolo né a una velocità sensibilmente più elevata né tanto meno doppia. (Reston 2003, 50)

Con questo esperimento Galilei dimostra che lo spazio percorso da un corpo in caduta libera non è proporzionale al peso del corpo come affermano le teorie di Aristotele.

Le dimostrazioni portate in luce da Galilei in seguito a vari esperimenti non sono condivise ed accettate da diverse persone del suo tempo. Gli individui che non sostengono le sue teorie cercano più volte di attaccare le sue teorie mirando alla distruzione di esse. Non cercano di contestare solo le sue scoperte astronomiche, ma anche quelle in altri campi. La discussione riportata in seguito funge a lettore come reminiscenza del fatto che il contrasto presente tra Galilei e gli aristotelici oltrepassa largamente il campo dell'astronomia. Verranno osservati argomenti e dimostrazioni riguardo ad un soggetto principalmente ingenuo: i corpi galleggianti (Maury 1992, 98).

2.6 La riflessione di Galileo Galilei riguardo ai corpi galleggianti

Un'altra confutazione della fisica aristotelica da parte di Galileo Galilei ha a che fare con le lastre di ghiaccio, nonché con i corpi galleggianti. Durante una discussione riguardo alla proprietà che il ghiaccio ha di galleggiare sull'acqua con il seguace di Aristotele Ludovico delle Colombe, Galilei mette in evidenza che, se una lastra di ghiaccio viene spinta con forza sott'acqua essa sale nuovamente in superficie quando la si lascia poiché il ghiaccio viene spinto dalla resistenza dell'acqua verso il fondo. Tale affermazione è in contraddizione con ciò che sostiene delle Colombe. Delle Colombe, infatti, espone la spiegazione aristotelica riguardo a questo fenomeno; secondo la quale il ghiaccio galleggia sull'acqua in quanto la sua forma è una lastra; ed è questa sua forma ad essere responsabile del fatto che il ghiaccio non affonda, poiché si oppone alla penetrazione del ghiaccio nell'acqua. Inoltre, secondo Aristotele e i sostenitori della sua teoria, se il ghiaccio fosse privo di questa resistenza affonderebbe; dato che il ghiaccio fa parte dei corpi pesanti (Maury 1992, 99).

Mentre il pensiero galileiano è il seguente:

Non si tratta dunque di resistenza o di forma: una sfera di ghiaccio galleggia altrettanto bene di una lastra. È semplicemente che il ghiaccio è più leggero dell'acqua. Bisogna rinunciare alla distinzione assoluta introdotta da Aristotele fra i corpi pesanti e i corpi leggeri: i termini "pesante" e "leggero" sono relativi, hanno senso solo l'uno rispetto all'altro. (Maury 1992, 99-100)

Dunque, secondo Galilei, non è giusto fare una distinzione mettendo da una parte i corpi pesanti e dall'altra i corpi leggeri; secondo lui "un corpo può essere semplicemente più pesante di un altro" (Maury 1992, 100).

2.7 La confutazione galileiana della tesi aristotelica riguardo alla perfezione dei corpi celesti

Una critica significativa di Galilei ad Aristotele è rivolta alla sua fisica nonché alla sua visione del mondo. Numerosi filosofi e scienziati si sono occupati di esaminare le argomentazioni e le concezioni assunte da Aristotele riguardo alle conclusioni che egli trae riguardo al mondo, mettendo in crisi le sue teorie. Galilei è uno di essi.

Aristotele compie una distinzione qualitativa. La sua visione del mondo fisico è la seguente: esiste il mondo terrestre; o sublunare ed il mondo celeste o sopralunare, il quale ruota attorno alla Terra. Il mondo sublunare ha come caratteristica fondamentale il mutamento nel tempo. Ciò significa che tutti i processi terrestri sono soggetti al mutamento. Essi sono; il movimento, la formazione e la distruzione dei corpi, la nascita e la morte, e come tali, sono una forma d'imperfezione. La conclusione che Aristotele trae riguardo a queste forme è che sono corruttibili e perciò le classifica come imperfette. Queste forme sono infatti imperfette poiché le entità sublunari e cioè terrestri sono costituite da quattro semplici elementi che sono il risultato della mescolanza di terra, acqua, aria e fuoco.

I corpi semplici del mondo terrestre, da cui risultano tutti gli altri corpi, sono i quattro elementi di Empedocle: il fuoco, l'aria, l'acqua e la terra. Aristotele li caratterizza utilizzando le quattro qualità, fra loro opposte a due a due, di caldo e freddo, umido e secco, particolarmente studiate, in campo medico, da Filistione di Locri. Escludendo le mescolanze fra qualità opposte, si ottengono quattro combinazioni corrispondenti ai quattro elementi: caldo-secco per il fuoco; caldo-umido per l'aria; freddo-secco per la terra; freddo-umido per l'acqua. È sufficiente che una delle qualità passi nella contraria, perché l'elemento si trasformi in un altro. Ad esempio, l'acqua si trasforma in aria se si riscalda, il fuoco in terra se si raffredda, ecc. Diversamente da Empedocle, Aristotele ritiene quindi che i quattro elementi siano trasformabili l'uno nell'altro, riuscendo in questo modo a spiegare meglio la realtà dei procedimenti di generazione e corruzione. (Pastore, Perone, 2005, 204)

Essendo dunque soggetto a mutamento, il mondo sublunare è imperfetto, a differenza del mondo celeste costituito da corpi celesti, non soggetti al mutamento, e dunque, incorruttibili e perfetti.

Il mondo celeste, infatti, secondo Aristotele rappresenta la perfezione poiché è costituito da corpi celesti; stelle e pianeti che sono eterni e si muovono senza posa. Inoltre, i corpi celesti sono costituiti dall'etere, cioè un quinto elemento che costituisce solo il mondo sopralunare, L'etere costituisce l'universo ed è solido e cristallino nonché incorruttibile e imponderabile.

Un'altra caratteristica fondamentale attribuita da Aristotele ai corpi celesti è che essi si muovono solo di moto circolare, siccome non sono soggetti a processi di generazione e corruzione, a differenza dei corpi terrestri, che possono muoversi solo di moto rettilineo; poiché esso ha un inizio ed una fine. Ma anche questa teoria di Aristotele sarà confutata da Galilei.

Facendo nuove scoperte, Galilei arriva a confutare le teorie e gli argomenti offerti in precedenza da Aristotele, accettati e creduti a lungo plausibili. Una delle teorie di Aristotele confutata da Galilei riguarda la perfezione di alcuni moti compiuti dai corpi celesti, ma anche di alcune forme dei corpi (Reale, Antiseri 1997, 216).

Galileo Galilei, infatti, nel 1609 compie diverse osservazioni grazie ad una sua invenzione; il cannocchiale. Facendo uso di esso egli scopre un mondo completamente nuovo; vede l'universo che nessuno prima di lui aveva mai visto, ed in seguito, annota le sue scoperte nella sua opera, un piccolo libretto che scrive in latino mirando sul fatto che tutte le persone di cultura possano leggerlo; il *Sidereus Nuncius*, ovvero, "Il messaggero delle stelle" che pubblica a Venezia nel marzo dell'anno 1610 (Maury 1992, 41). Il Galilei osserva l'universo in modo sistematico, ed è un lavoratore tecnico e non speculativo, e ciò è dimostrato dal fatto che usa uno strumento meccanico per trarre conclusioni corrispondenti a verità ed altrettanto dimostrabili.

Il primo oggetto celeste verso cui Galileo punta il suo nuovo cannocchiale è la Luna. Il suo stupore supera tutto quello che possiamo immaginarci. L'astronomia ufficiale insegna che la Luna è una sfera liscia e perfetta, levigata come un cristallo. Ma dalla prima occhiata nel cannocchiale Galileo vede il contrario. (Maury 1992, 51)

Galileo scopre che la Luna non è liscia e uniforme come invece si sarebbe dovuta presentare secondo la teoria aristotelica ma è, al contrario, montuosa. E ciò lo deduce dai cambiamenti d'ombre che avvengono sulla superficie lunare, simili a quelli prodotti dal movimento diurno del sole nelle montagne terrestri.

Aristotele e i suoi seguaci ritengono infatti che la luna è un corpo perfetto, in quanto corpo celeste. Mentre Galilei mostra il contrario con la scoperta che essa è coperta di montagne, cosa che, secondo gli aristotelici è impossibile dal momento che la presenza di montagne la priverebbe della sua forma sferica e perfetta. Galilei offre la confutazione di questa tesi aristotelica come segue:

il discorso è assai trito presso le scuole peripatetiche, ma dubito che la sua maggiore efficacia consista solamente nell'essere inveterato nelle menti degli huomini, ma non già che le sue preposizioni siano né dimostrate né necessarie; anzi crederò io le siano molto titubanti e incerte. Et prima, che la figura sferica sia più o meno perfetta delle altre, non veggo io che si possa assolutamente asserire, ma solo con qualche rispetto; come per esempio, per un corpo che si habbia a poter raggiare per tutte le bande, la figura sferica è perfettissima, et però occhi et i capi dell'ossa delle cosce sono stati fatti dalla natura perfettamente sferici; all'incontro, per un corpo che dovesse consistere stabile et immobile, tal figura saria sopra ogn'altra imperfettissima; e chi nella fabbrica delle muraglie si servisse di pietre sferiche faria pessimamente, et perfettissime sono le angolari [...]” (Reale, Antiseri 1997, 216-217).

Con la citazione precedentemente riportata Galilei dimostra l'insensatezza del concetto “assolutamente” proposto da Aristotele; secondo egli, infatti, l'idea della perfezione è funzionante ma se ne deve parlare con un certo rispetto (Reale, Antiseri 1997, 217).

Una cosa è più o meno perfetta a seconda che sia più o meno adeguata ad un fine prefissato o comunque dato. E questa “perfezione” è un attributo controllabile. (Reale, Antiseri 1997, 217)

In seguito alla scoperta riguardante l'imperfezione della luna, Galilei scrive nel Sidereus Nuncius:

E le apparenze, dalle quali ho potuto raccogliere tale opinione, sono le seguenti: già nel quarto o quinto giorno dopo la congiunzione, quando la Luna ci si mostra con i corni splendenti, il termine che divide la parte oscura dalla luminosa non si

stende uniformemente secondo una linea ovale, come in un solido perfettamente sferico dovrebbe accadere, ma è segnato da una linea disuguale, aspra e notevolmente sinuosa. (Maury 1992, 53)

Successivamente, dedicandosi ad un'osservazione della Luna più accurata, Galilei nota diverse macchie, macchie nere nella parte luminosa e macchie chiare in quella scura; che diminuiscono o aumentano con lo spostamento della Luna. Ciò lo induce a dedurre che come accade sulla Terra quando il Sole sale in cielo le punte delle montagne si presentano illuminate mentre le valli al contrario risultano scure; accade anche sulla Luna, e vale a dire, la Luna è, secondo Galilei, coperta di montagne (Maury 1992, 53).

Galilei si occupa anche di calcolare l'altezza delle montagne lunari e scopre che esse sono alte circa settemila metri; da ciò deriva la sua deduzione che non solo è "accidentata" o imperfetta, ma lo è ancor più della Terra (Maury 1992, 56). Inoltre, secondo quanto ritenuto da Aristotele, la Terra, essendo un corpo terrestre e quindi imperfetto non poteva muoversi in modo circolare poiché il moto circolare si addice solamente ai corpi celesti, ovvero a quelli perfetti. Con la scoperta di Galilei invece si può affermare che è assolutamente possibile, visto che la Luna, seppur imperfetta, si muove di moto circolare attorno alla Terra. In ugual modo la Terra, anch'essa imperfetta, può muoversi di moto circolare. Ed ecco che la teoria di Aristotele riguardo alla perfezione del mondo celeste e dei corpi celesti viene smentita da una scoperta che mette in crisi totale l'idea della separazione tra un mondo celeste perfetto ed un mondo terrestre imperfetto.

A questa si aggiungono altre scoperte del Galilei fatte nell'anno del 1611 che smentiscono le affermazioni e le teorie aristoteliche e tolemaiche, e sono invece a favore di quelle fatte da Niccolò Copernico. Alcune di esse sono le macchie solari, le fasi di Venere e gli anelli di Saturno.

Bisogna ricordare che nell'antico sistema di Tolomeo tutto ruota attorno alla Terra e i cammini dei differenti corpi celesti non possono intersecarsi mai: è impossibile, in questo sistema, che Venere sia alternativamente davanti e dietro il Sole. (Maury 1992, 90)

Con la scoperta delle fasi di Venere il sistema tolemaico è confutato, visto che esse sono la prova che il pianeta non brilla di luce propria, ma è il Sole ad illuminare un suo lato, proprio come accade alla Luna ed alla Terra. Con questa scoperta si conferma la veridicità del sistema copernicano.

Le osservazioni del Sole e delle macchie che esso presenta lo inducono a scrivere un'opera *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti* che pubblica nel 1613. La sua conclusione è che il Sole ruota su sé stesso e che la sua velocità è uniforme (Maury 1992, 106).

Ancora una volta porta colpi decisivi all'astronomia ufficiale: se il Sole ruota su se stesso, perché la terra non può fare altrettanto in un giorno, come dice Copernico? Inoltre dimostra nuovamente che il cielo non è immutabile. (Maury 1992, 107)

2.8 Conclusione

In questo capitolo è stata esposta la critica di Galilei alla concezione del mondo fisico di Aristotele. Inoltre, sono state esposte le sue teorie nate in seguito ad accurate osservazioni ed a diversi esperimenti che hanno dimostrato gli errori presenti negli argomenti aristotelici. È stata posta l'attenzione sulla fisica aristotelica riguardo alla caduta dei corpi, e successivamente, a quella galileiana, dove si sono visti i divari dei pensieri dei due filosofi e quale teoria risulta plausibile. Successivamente è stata posta l'attenzione sul fenomeno dei corpi galleggianti, cioè sulla divisione che Aristotele compie tra corpi leggeri e corpi pesanti non accettata, osservata e smentita da Galilei.

Alla fine, si è potuto osservare come Galilei, attraverso il cannocchiale scopre l'imperfezione dei corpi celesti creduti perfetti fino ad allora. La critica alla fisica aristotelica da parte di Galileo è essenziale per comprendere la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie messa in luce da egli dal momento che la fisica di Aristotele è qualitativa mentre quella galileiana è scritta esclusivamente nel linguaggio matematico ed esclude dunque le qualità soggettive.

3 Le qualità primarie e le qualità secondarie in Galilei

3.1 Introduzione

In questo capitolo verrà posta l'attenzione sulla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie fatta da Galileo Galilei il quale presenta questa distinzione nella sua opera *Il Saggiatore*. In seguito, nello stesso capitolo, mi occuperò di presentare al lettore gli sviluppi della differenziazione tra qualità primarie e qualità secondarie nella filosofia di René Descartes e di John Locke, due filosofi che hanno contribuito all'amplificazione di tale ricerca formando e presentando nuovi argomenti.

3.2 Argomenti dati da Galileo Galilei per la distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie

Nel *Saggiatore* Galileo Galilei presenta una distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie. La principale distinzione che egli riporta descrivendo le qualità primarie è la seguente:

Per tanto io dico che ben sento tirarmi dalla necessità, subito che concepisco una materia o sostanza corporea, a concepire insieme ch'ella è terminata e figurata di questa o di quella figura, ch'ella è in questo o quel luogo, in questo o quel tempo, ch'ella si muove o sta ferma, ch'ella tocca o non tocca un altro corpo, ch'ella è una, poche o molte, né per veruna immaginazione posso separarla da queste condizioni. (Rossi 1989, 67-68)

D'altra parte, Galilei descrive le proprietà secondarie nel seguente modo:

Ma ch'ella debba essere bianca o rossa, amara o dolce, sonora o muta, di grato o ingrato odore, non sento farmi forza alla mente di doverla apprendere da cotali condizioni necessariamente accompagnata: anzi se non ci fossero scorta, forse il

discorso o l'immaginazione per sé stessa non v'arriverebbe già mai. (Rossi 1989, 68)

Nella descrizione sovrastante tratta da *Il Saggiatore* riguardante le qualità primarie egli scrive che esse sono quelle che necessariamente accompagnano il corpo e non dipendono in alcun modo dalla mente e dalla percezione umana.

Qualsiasi corpo, secondo Galileo, si differenzia dagli altri corpi attraverso la sua forma, il suo movimento o dimensione ecc., ma, essi non sono pertinenti al corpo. Se si prende come esempio il movimento, muovendo un corpo da una parte all'altra, il corpo non assume nessuna nuova qualità ed allo stesso tempo, non viene privato da una qualità che aveva prima di essere spostato (Martinez 1974, 161).

Essendo sostenitore della teoria meccanicistica egli afferma che le proprietà primarie sono esclusivamente quelle che possono essere considerate estensive ed allo stesso tempo meccaniche nella natura. La forma, il movimento, il numero, la tattilità e la misura; dunque, caratterizzano un corpo (Martinez 1974, 161).

Le qualità secondarie sono, d'altra parte, quelle che dipendono dalla mente umana, cioè dalla percezione dell'osservatore. Esse possono essere separate dall'oggetto in questione e non vi è alcuna spiegazione fisica di esse poiché sono soggettive e non appartengono in nessun modo al mondo fisico. Colori, odori, sapori ecc., non hanno nessun ruolo, secondo Galilei, nelle interazioni meccaniche e, di conseguenza, non offrono nessuna spiegazione dell'oggetto in termini fisici (Martinez 1974, 162).

Secondo Galilei:

Per lo che vo io pensando che questi sapori, odori, colori, etc., per la parte del soggetto nel quale ci par che, riseggano, non sieno altro che puri nomi, ma tengano solamente lor residenza nel corpo sensitivo, sì che rimosso l'animale, sieno levate ed annichilate tutte queste qualità; tuttavolta però che noi, sì come gli abbiamo imposti nomi particolari e differenti da quelli de gli altri primi e reali accidenti, volessimo credere ch'esse ancora fussero veramente e realmente da quelli diverse. (Rossi 1989, 68)

Da quanto scritto si deduce la visione galileiana secondo la quale le sensazioni sono situate nel corpo. Considerando ciò che scrive Martinez, “l’anima sensitiva” galileiana si manifesta nella funzione del senso di percezione. (Martinez 1974, 163)

La differenza tra le proprietà e le qualità individuata da Galilei, secondo Filip Buyse, è la seguente: le proprietà primarie sono quelle che appartengono necessariamente al corpo in sé e per sé non dipendendo dall’osservatore; la loro esistenza non è determinata da chi guarda ed è quindi indipendente da esso poiché non è frutto della sua mente o una conseguenza di ciò che egli ha visto, esiste e basta. D’altra parte, le qualità secondarie sono dipendenti dalla mente dell’osservatore, questo perché esistono solo ed esclusivamente nella mente di chi guarda o altrimenti esperisce (Buyse 2015, 21).

Buyse fa anche presente il fatto che Galilei espone una nuova teoria di ciò che è un corpo; si tratta, secondo lui, di materia, una parte di materia costituita solo da proprietà primarie, cioè da dimensione, moto e forma. Qualità sensibili come colori, suoni e odori non appartengono alla sostanza corporea ma è la mente, l’immaginazione dell’osservatore ad attribuire ai corpi – che sono materia esterna, queste qualità.

Come afferma Buyse, secondo Galilei è possibile togliere ad un corpo qualità come colori, suoni e odori attraverso la nostra immaginazione, poiché esse dipendono dalla mente e la mente può cambiarle. Le proprietà primarie, d’altro canto, non possono essere separate da un corpo tramite la mente e l’immaginazione, e ciò non è possibile perché non dipendono da essa. Per rendere questo punto più comprensibile, Buyse usa l’esempio di una palla. Se si ha una palla e le si toglie la sua forma sferica essa non sarà più lo stesso corpo di prima; questo perché sarà privata della forma sferica che la costituisce, cioè che la rende una palla. Essa ha infatti una forma sferica e non triangolare e a dimostrare ciò c’è la geometria con i suoi principi.

Mentre per quanto riguarda le qualità secondarie è l’esperienza dell’osservatore quella che conta, di come gli appaiono le cose circostanti. Secondo quanto scritto nel *Saggiatore*:

Ma che ne’ corpi esterni, per eccitare in noi i sapori, gli odori e i suoni, si richiegga altro che grandezze, figure, moltitudini e movimenti tardi o veloci, io

non lo credo; e stimo che, tolti via gli orecchi le lingue e i nasi, restino bene le figure e i numeri e i moti, ma non già gli odori né i sapori né i suoni, li quali fuor dell'animal vivente non credo che sieno altro che nomi, come a punto altro che nome non è il solletico e la titillazione, rimosse l'ascelle e la pelle introno al naso. (Rossi 1898, 71)

Secondo quanto scrive Galilei, infatti, osservando il mondo umano e/o animale se togliamo ad essi le orecchie, le lingue, i nasi rimangono di fatto le proprietà primarie; le forme, i numeri ed il moto. Mentre, se togliamo gli animali, degli odori, dei suoni o dei sapori, ovvero le qualità secondarie, non restano altro che nomi, perché di esse, all'infuori del mondo animale non resta che il nome (Buyse 2015, 24).

Dalla citazione sovrastante inoltre emerge il pensiero galileiano secondo il quale le figure, i numeri e i moti restano sempre e comunque, ma gli odori, i sapori e i suoni rimangono solamente nomi. Secondo quanto scrive Buyse, Galilei quindi fa riferimento ad Aristotele poiché fa uso del termine “anima sensitiva” che è presente nell'essere umano e negli animali e che li distingue da corpi nei quali non è presente la vita. Inoltre, continua Buyse, non è chiara la concezione che il Galilei ha della relazione esistente tra corpo e anima; ma ciò che è chiaro, come citato in precedenza, è che secondo egli gli atomi producono sensazioni che possono essere piacevoli o spiacevoli a seconda dell'impatto che hanno sul corpo vivente in seguito al loro movimento nonché alla forza con la quale esso avviene. Nella filosofia galileiana le qualità secondarie comprendono un aspetto sia mentale che corporeo (Buyse 2015, 33-34).

Per comprendere meglio ciò che Galilei intende con proprietà primarie e qualità secondarie è necessario presentare alcuni esempi che lui stesso espone. In base a quanto scritto da Buyse sull'opera *Il Saggiatore*; Galilei propone un esempio riguardo al tatto di una statua di marmo da una parte e di un corpo umano dall'altra, spiegando le differenze tra ciò che accade al corpo umano ed alla statua di marmo. Il corpo umano è in grado di sentire le così dette “sensazioni” – termine che Galilei usa sostituendolo ai precedenti “affezioni”, “qualità” ed “accidenti”. Ciò che Galileo mette in luce è che non esiste una vera e propria causa ovvero facoltà responsabile delle sensazioni che un corpo percepisce ma che queste emergono nel corpo che le prova. L'esempio che egli offre come prova del suo argomento è quello del

solletico; un corpo percepisce il solletico ma il solletico non sta nelle mani di chi lo trasmette al corpo che lo percepisce, si tratta invece di una sensazione, di una qualità secondaria e sensibile che emerge nella mente del corpo che lo prova, nel momento in cui lo prova (Buyse 2015, 27). Secondo quanto riportato da Paolo Rossi nella sua opera *Il pensiero di Galileo Galilei* riguardo al solletico; Galileo scrive nel *Saggiatore*:

La quale affezione è tutta nostra, e non punto della mano; e parmi che gravemente errerebbe chi volesse dire la mano, oltre al moto ed al tocco, avere in sé una facoltà diversa da queste, cioè il solleticare, sì che il solletico fusse un accidente che risedesse in lei”. (Rossi 1989, 69)

Buyse prosegue scrivendo che le qualità primarie, invece, a differenza di quelle secondarie, vengono riconosciute anche come qualità geometriche e che secondo il fisico Max Jammer (Jammer 1997, 51-52) esse possono essere suddivise in tre gruppi; geometriche e aritmetiche che sono qualità matematiche e fisiche o cinestetiche. Rispettivamente, le qualità geometriche sono la posizione, la forma, la contiguità e la misura; quelle aritmetiche sono i numeri mentre per quanto riguarda le proprietà cinestetiche ci si riferisce al moto (Buyse 2015, 27-28).

Paolo Rossi esamina il pensiero galileiano spiegando in quale modo le sensazioni o le affezioni scaturiscono nel corpo e come il sapere scientifico permette all'essere umano di fare una netta distinzione tra ciò che è obiettivo e reale nel mondo e ciò che non lo è, ovvero ciò che fa parte della sfera soggettiva dell'individuo e viene percepito dal mondo esterno. Nel *Saggiatore* Galileo descrive la natura nonché il mondo esterno come geometricamente ordinato e armonioso che rispetta i canoni della matematica. La conoscenza matematica è per Galilei, inoltre, di elevata importanza tanto che quando parla di essa, è convinto sia una conoscenza divina. Secondo lui, inoltre, il mondo è costituito da moltissime particelle piccole; da ciò si nota che egli è un sostenitore dell'atomismo (Rossi 1989, 67). Scrive, infatti, che queste piccole particelle, muovendosi velocemente, producono nel corpo quella sensazione chiamata calore che rientra nelle qualità secondarie. Secondo Galilei:

Ma prima mi fa di bisogno fare alcuna considerazione sopra questo che noi chiamiamo caldo, del qual dubito grandemente che in universale ne venga

formato concetto assai lontano dal vero, mentre vien creduto esser un vero accidente affezione e qualità che realmente risegga nella materia dalla quale noi sentiamo riscaldarci. (Rossi 1989, 67)

Il calore è dunque una qualità secondaria che risiede nella mente di chi lo percepisce come tale. E del calore è responsabile il moto che è una proprietà primaria. Galilei, infatti, sostiene che le figure, i numeri e i moti sono proprietà primarie che provocano le qualità secondarie. Inoltre, afferma che loro sono permanenti, poiché non dipendono dalla mente umana.

D'altra parte, i suoni, i sapori e gli odori restano solo nomi quando vengono tolti dall'anima vivente (Rossi 1989, 68). Allo stesso modo Galilei tratta il calore:

Ma oltre che alla figura, moltitudine, moto, penetrazione e tocco, sia nel fuoco altra qualità, e che questa sia caldo, io non lo credo altrimenti; e stimo che questo sia talmente nostro, che, rimosso il corpo animato e sensitivo, il calore non resti altro che un semplice vocabolo. (Rossi 1989, 72)

Inoltre, secondo Galilei non è necessaria solo l'esistenza degli atomi per evocare la sensazione di calore in un corpo umano, ma lo è il movimento di essi; se non vi fosse esso, non esisterebbe neanche il calore. Gli "ignicoli" dunque, o atomi, muovendosi e venendo a contatto con i nostri corpi giungono all'anima sensitiva che percepisce la sensazione ovvero la qualità secondaria, cioè il calore, il bruciore o lo scottamento; a seconda del passaggio degli atomi in modo "grato" o "violento" (Rossi 1989, 73).

Galilei nega fermamente che l'esperienza delle qualità secondarie sia il prodotto delle attività di una sostanza incorporea (Martinez 1974, 163) e ciò lo si intuisce dalla sua affermazione che i sapori, gli odori ed i colori non sono altro che puri nomi, l'esistenza delle qualità secondarie è una convenzione linguistica e le sensazioni in sé non esistono, e ciò significa che Galilei ritiene che le qualità secondarie, compreso anche il calore rappresentano solamente dei meri nomi se pensiamo di applicarle agli oggetti indipendenti dalla nostra mente, ma sono pur qualcosa di esistente nell'animale vivente (Martinez 1974, 163).

Dopo aver esposto ed analizzato il pensiero galileiano riguardante alle qualità primarie ed alle qualità secondarie in seguito alle osservazioni presentate precedentemente, portate in luce dai

filosofi dell'Antica Grecia, presenterò l'evoluzione di tale distinzione nella filosofia di Cartesio e di Locke. Due filosofi che, si sono occupati, come i filosofi nominati in precedenza, delle qualità primarie e delle qualità secondarie ed hanno portato in luce nuovi argomenti indispensabili per una migliore comprensione di tale argomento. L'idea principale è presentare al lettore i vari punti di vista e le teorie formulate dai filosofi nel corso della storia, a fine di una migliore comprensione delle qualità primarie e delle qualità secondarie, e cioè della distinzione presente tra di esse.

3.3 Le qualità primarie e secondarie nella filosofia di Cartesio e di Locke

Un filosofo che contribuisce alla descrizione ed alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie è René Descartes, noto come Cartesio, il quale è, insieme a Robert Boyle, un convinto sostenitore delle cause meccaniche del mondo fisico. Seppur hanno diverse idee riguardo alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie, ambedue i filosofi la ritengono appartenente alla filosofia naturale (Downing 2011, 110).

Secondo Cartesio tramite il ragionamento si giunge alla conclusione che i corpi consistono in un'estensione semplice e nelle modifiche di tale estensione. Le qualità sensibili, che l'essere umano è in grado di percepire attraverso il senso della percezione, appartengono solo ed unicamente alla mente (Downing 2011, 110).

Cartesio ritiene che la forma, la misura, la durata, il movimento, il numero ecc. sono qualità appartenenti ai corpi, mentre i colori, i suoni, i gusti, gli odori ecc. sono qualità che non possono essere attribuite ai corpi nello stesso modo, e dunque, non possono essere osservate come appartenenti ai corpi. Downing afferma che il primo elenco di qualità rappresenta le qualità geometriche, mentre il secondo elenco, le qualità sensibili. E prosegue mettendo in luce il fatto che secondo Cartesio le qualità sensibili hanno uno stato di seconda classe; non si tratta di qualità intrinseche diverse dalla qualità geometriche e non esistono, secondo il pensiero cartesiano qualità sensibili del corpo. La domanda che Downing si pone è quale giustificazione ha Cartesio per demandare l'affermazione che le qualità sensibili non possiedono uno stato di prima classe (Downing 2011, 111).

La fisica cartesiana offre una descrizione del mondo materiale secondo la quale il mondo è uniforme e si differenzia in forme e misure solo attraverso il movimento. Quindi, egli non

sostiene che le qualità sensibili sono intrinseche, e cioè qualità efficientemente diverse dalle qualità geometriche (Downing 2011, 111).

Secondo quanto scritto da Cartesio quando l'essere umano afferma di aver percepito il colore di qualche oggetto, è lo stesso come se affermasse di aver percepito qualcosa negli oggetti senza sapere però, che cosa ha percepito. Anche se tale fenomeno si manifesta producendo nell'individuo una sensazione vivida, nota come sensazione del colore. Ciò che Cartesio nota è che sono differenti i modi nei quali noi formiamo un giudizio. Giudichiamo un oggetto come portatore di un certo colore, il quale viene percepito da noi attraverso i sensi, ma dal momento che non sappiamo che cosa è il colore dovremmo solamente supporre di percepire il colore negli oggetti. In pratica, noi non siamo a conoscenza di ciò che è quello che noi chiamiamo "colore" e non siamo quindi in grado di comprendere le similitudini tra il colore che siamo convinti di vedere in un certo oggetto e tra l'esperienza che viviamo nelle nostre sensazioni. Le forme, le misure, i numeri vengono percepiti chiaramente da noi in un modo che non è poi così differente da quello che potrebbe essere negli oggetti dai quali percepiamo il colore ma l'essere umano erra quando afferma che ciò che è chiamato colore, presente negli oggetti è completamente simile al colore percepito dalla mente e specialmente, quando suppone e afferma di percepire qualcosa che non è assolutamente in grado di percepire (Downing 2011, 116).

Downing afferma che Cartesio sostiene che non è possibile trovare similitudini tra i colori che siamo convinti di percepire dai vari oggetti e tra ciò che nasce come esperienza delle nostre sensazioni manifestandosi nella nostra mente. Mentre è possibile, trovare somiglianze intellegibili quando si parla delle qualità geometriche. Quindi, Cartesio sostiene che le nostre idee delle qualità secondarie e cioè sensibili, non possono in nessun modo rappresentare le qualità dell'oggetto esterno osservato per quello che esso è (Downing 2011, 117).

Cartesio spiega il perché l'essere umano proietta le sue idee delle qualità sensibili esternamente. Il suo pensiero, spiegato secondo Downing, è il seguente: noi siamo portati a compiere ciò dal momento che entrambe le idee, sia quelle sensibili che quelle geometriche sono il risultato, cioè la produzione, dei corpi esterni e le nostre idee geometriche rappresentano in modo ovvio le possibili caratteristiche dei corpi esterni. Da questo, Cartesio conclude che noi generalizziamo senza pensare, e attribuiamo lo stesso tipo di corrispondenza

tra l'idea e l'oggetto alle idee sensibili. Questa supposizione è, secondo Cartesio ineleggibile (Downing 2011, 117).

L'idea principale cartesiana è che ciò che noi chiamiamo sensazione di suono, sapore, odore, caldo, freddo, luce, colore ecc. non rappresenta assolutamente nulla all'infuori della nostra mente, mentre le forme, le misure, i movimenti ecc. vengono presentati alla mente attraverso le idee geometriche come corpi o modalità dei corpi, esistenti all'infuori della nostra mente. I corpi secondo Cartesio non possiedono qualità all'infuori di quelle geometriche (Downing 2011, 117).

Un altro filosofo che si è occupato di osservare la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie è John Locke, che nel suo *Saggio* ha tracciato quella che secondo egli è la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie, portando così questa discussione anche nella filosofia moderna.

Secondo quanto scritto da Michael Ayers, Locke è a conoscenza del fatto che i filosofi del diciassettesimo secolo sostengono il modello meccanicistico del mondo materiale, il quale ha origine già nell'Antica Grecia. Le qualità primarie sono rispettivamente classificate come solidità, estensione, mobilità, figura, e, a volte numeri o struttura. Le qualità secondarie invece comprendono i suoni, i sapori, i colori, il caldo ed il freddo e gli odori (Ayers 2011, 137).

Ayers prosegue scrivendo che Locke porta in luce il fatto che le qualità primarie sono primarie poiché esse sono qualità che devono essere attribuite ai corpi in generale, includendo anche le parti "insensibili" di essi, mentre le qualità secondarie sono secondarie poiché la causalità fisica involta nella nostra percezione di esse può essere completamente spiegata in termini delle qualità primarie delle parti insensibili, e quindi, in modo meccanico. Dunque, secondo Locke le qualità secondarie rappresentano le capacità che i corpi possiedono per causare diverse sensazioni o idee, all'interno della nostra mente.

L'idea di Locke è che le capacità che i corpi possiedono nella loro struttura, incluso anche il movimento delle particelle che costituiscono tali corpi producono effetti negli organi di senso dell'essere umano, e successivamente, agiscono nel cervello individuo osservante, e quindi sulla sua mente. Le qualità primarie rappresentano secondo Locke, ciò che i corpi sono in sé,

mentre le qualità secondarie rappresentano ciò che i corpi appaiono alla mente umana, ovvero ai sensi dell'osservatore (Ayers 2011, 137).

Ayers afferma che Locke ritiene che i nostri sensi non ci offrano alcun sapere riguardo alla realtà esterna, e dunque riguardo al mondo e quindi, che la maggior parte delle nostre convinzioni è errata. Successivamente prosegue scrivendo che il pensiero di Locke può essere visto come un passo avanti per la fisica del giorno d'oggi, come essa dovrebbe cambiare ed evolversi, e come si dovrebbe osservare la realtà esterna (Ayers 2011, 137).

D'altra parte, sostiene Ayers, tale distinzione potrebbe essere criticata da alcuni filosofi odierni che non condividono l'idea che la fisica fondamentale indebolisce la visione della realtà esterna, e i quali credono che, come suggerisce il filosofo Ludwig Wittgenstein "il linguaggio ordinario è esatto", quando ci si riferisce ad alcune caratteristiche di base e strutturali della nostra visione della realtà, cioè del mondo, come se esistessero oggetti che possiedono sapori, colori o odori. I filosofi che sostengono tale argomento affermano che non esiste una spiegazione scientifica in grado di mostrare che le convinzioni assunte dall'uomo sono sistematicamente false. Secondo Ayers, il loro punto di vista non è irragionevole. Non si può affermare che sostenere che un oggetto è colorato è lo stesso come affermare, ad esempio, che il mondo è piatto. Ayers afferma che gli scienziati, o i filosofi di oggi, non osservano allo stesso modo le particelle fondamentali come le avevano osservate e descritte Locke e Boyle, cioè come parti insensibili che compongono i corpi. E prosegue scrivendo che, se la distinzione tra qualità primarie e secondarie è usata per tracciare una teoria della fisica, dovrebbe essere disegnata in un posto differente, se disegnarla avrebbe senso (Ayers 2011, 138).

Ayers porta in luce il fatto che alcuni filosofi sostengono che il progresso della scienza con gli anni ha rivelato che gli oggetti materiali, piccoli o grandi, non esistono, dal momento che non esiste alcuna cosa come la "materia". Se ciò è realtà, scrive Ayers, niente è in grado di possedere le qualità descritte da Locke, sia quelle primarie, sia quelle secondarie e dunque niente è in grado di possedere capacità attraverso le quali può agire sui sensi dell'essere umano (Ayers 2011, 138).

Secondo Ayers le qualità primarie e le qualità secondarie, descritte da Locke, sono entrambe “qualità sensibili”, anche se per qualità primarie si suppone che siano istanziate da cose troppo piccole per essere percepite, cioè dagli atomi. Ayers si pone la domanda se Locke parla di una distinzione derivante da una teoria corpuscolare, o da caratteristiche che distinguono le qualità primarie dalle qualità secondarie da un punto di vista corpuscolare, e conclude scrivendo che la distinzione di per sé, per come l’ha concepita Locke, è indipendente da assunzioni corpuscolari (Ayers 2011, 138).

Ayers si pone la domanda se la distinzione tracciata da Locke è ragionevole o meno e indipendente dalle teorie della fisica, e conclude scrivendo che la distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie è ontologica dal momento che egli descrive le qualità primarie come “reali qualità che esistono negli oggetti di per sé, sia se sono percepite, sia se non lo sono”, e le qualità secondarie sono intese solamente come “capacità di produrre diverse idee nella mente umana attraverso i sensi” (Ayers 2011, 138).

3.4 Conclusione

In questo capitolo si è osservata l’evoluzione del pensiero filosofico riguardo alle qualità primarie ed alle qualità secondarie. In primis è stata posta l’attenzione su quanto riportato da Galileo Galilei e sulle conclusioni tratte da egli analizzando *Il Saggiatore* attraverso quanto scritto da Buyse.

In seguito, è stata posta l’attenzione sulle origini di tale distinzione, ovvero, come i filosofi dell’Antica Grecia hanno differenziato tali proprietà. Partendo da Democrito, il quale ha un’importanza cruciale in questo campo e per primo compie una distinzione che non molti sembrano comprendere e criticheranno, come ad esempio, Teofrasto. E successivamente, si è arrivati alle conclusioni tratte da Aristotele, il quale viene a sua volta criticato da Galilei. Sono stati inoltre osservati i pensieri di Cartesio e di Locke, i quali contribuiscono alla discussione riguardante alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie.

4 Conclusione

Lo scopo di questa tesi è stato quello di presentare al lettore le qualità primarie e le qualità secondarie, nonché la differenza esistente tra di esse. Partendo con la filosofia dell'Antica Grecia, più precisamente con i filosofi Democrito e poi, in seguito, Aristotele, è possibile sostenere che sia stata tracciata da loro una distinzione tra tali qualità, come è stata tracciata quella di Galilei. Ma ciò risulta difficile da stabilire, poiché Democrito compie più una sorta di pseudo distinzione, dal momento che si concentra sull'osservazione degli atomi e sulle loro proprietà. D'altra parte, Aristotele offre una distinzione tra le qualità primarie e le qualità secondarie, ma non offre spiegazioni soddisfacenti come viene fatto, successivamente, da Galilei.

Galilei infatti porta in luce una distinzione che è essenzialmente connessa alla sua concezione della fisica che egli basa su numerose scoperte e vari esperimenti. Contribuisce in questo modo a rivoluzionare la scienza del suo tempo, ma anche quella del giorno d'oggi. La distinzione che Galilei compie tra qualità primarie e qualità secondarie è inoltre il risultato di una critica alla concezione aristotelica da parte di Galilei, la quale viene confutata dal filosofo il quale propone diversi argomenti plausibili.

La distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie fatta da Galilei, ovvero la sua idea centrale riguardo ad esse prevede che le qualità primarie sono quelle meccaniche nella natura ed allo stesso tempo estensive; esse sono dunque la forma, il movimento, la tattilità, il numero, e la misura. Caratterizzano un corpo e come tali non possono essere sottratte ad esso. Le qualità secondarie, invece, sono completamente dipendenti dalla mente e dalla percezione umana. I colori, gli odori, i sapori ecc., possono essere separati dal corpo osservato e non è esistente alcuna spiegazione fisica riguardo ad essi dal momento che sono qualità del tutto soggettive e come tali non appartenenti al mondo della fisica. Esse non possiedono alcun

ruolo nelle interazioni meccaniche e non offrono alcuna spiegazione del corpo in termini fisici.

In seguito, nella presente tesi, è stata osservata la filosofia cartesiana riguardante alla distinzione tra qualità primarie e qualità secondarie, che sembra espandere quanto osservato e descritto da Galilei. Poiché Descartes, come Galilei, sostiene che la forma, la durata, il movimento, il numero ecc., sono qualità appartenenti ai corpi, mentre i colori gli odori, i gusti, i suoni ecc., rappresentano quelle qualità che non possono essere attribuite ai corpi come le qualità primarie, e non possono dunque, essere osservate come appartenenti ai corpi. Esse, essendo qualità sensibili sono quelle che l'essere umano percepisce attraverso il senso della percezione, e come tali, appartengono unicamente alla mente.

Alla fine di questa tesi, è stato presentato il pensiero di John Locke, filosofo che si è occupato di proporre una ampliata distinzione tra qualità primarie e secondarie. Egli stabilisce che le qualità primarie rappresentano ciò che i corpi sono in sé, mentre le qualità secondarie rappresentano come i corpi appaiono alla mente, ed ai sensi dell'essere umano, ovvero come vengono percepite. Locke, come Galileo e Cartesio, sostiene che i sensi non sono in grado di offrire all'uomo alcun sapere riguardo alla realtà esterna del mondo, e che dunque, la maggior parte delle nostre convinzioni è errata.

5 Bibliografia

Abbagnano, Nicola (1943). *Antologia del pensiero filosofico*, Paravia, Torino.

Anonimo (1993). “Qualità”, *Enciclopedia Garzanti di Filosofia*, Garzanti Editore, Milano, p. 941.

Anonimo (2005). “Galileo e la nuova astronomia”, *Enciclopedia della scienza storia, idee, tecnologie, L’Universo Volume 1, La nascita e l’evoluzione dell’universo, il cielo, le galassie, le stelle*, Federico Motta Editore, Milano, pp. 52-54.

Ayers, Michael R., (2011), Primary and Secondary Qualities in Locke’s Essay, in L. Nolan (ed.) *Primary and Secondary Qualities: The Historical and Ongoing Debate*, Oxford/New York: Oxford University Press, 2011, pp. 136-157 (ch. 6).

Buyse, Filip (2015). The Distinction between Primary Properties and Secondary Qualities in Galileo Galilei’s Natural Philosophy, *Cahiers du Séminaire québécois en philosophie moderne/Working Papers of the Quebec Seminar in Early Modern Philosophy*, 1, pp. 20-45.

https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC3790/F1450941773_CSQPM_W PQSEMP_No1_2015_Buyse.pdf (visitato il 24/07/2023).

Lee, Mi-Kyoung (2011). The Distinction between Primary and Secondary Qualities in Ancient Greek Philosophy, *Primary and Secondary Qualities: The Historical and Ongoing Debate*, Lawrence Nolan (ed.), 1, pp. 15-40. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199556151.003.0002> (visitato il 25/09/2023).

Malatesti, Luca (2020). *La rivoluzione scientifica*. Testo della lezione per il corso di Filosofia generale e storia della filosofia italiana (Opća filozofija i povijest talijanske filozofije), Anno Accademico 2020-21), Dipartimento di Italianistica, Facoltà di

Lettere e Filosofia, Fiume. <https://moodle.srce.hr/2020-2021/mod/url/view.php?id=1455845> (visitato il 10/09/2023).

Martinez, Julio A. (1974). Galileo on primary and secondary qualities, *Journal of the Behavioral Sciences*, Volume 10, pp. 160-169.

Maury, Jean-Pierre (1992). *Galileo messaggero delle stelle*, Electa/Gallimard, Trieste.

Pastore, Annamaria, Perone Ugo (2005). *Filosofia 1*, SEI – Società Editrice Internazionale, Torino.

Reale, Giovanni, Antiseri Dario (1997). *Storia della filosofia 2. Dall'Umanesimo a Kant*, Editrice La Scuola, Brescia.

Reston, James (2003). *Galileo*, Famiglia Cristiana, Edizioni Piemme, Casale Monferrato.

Rossi, Paolo (a cura di) (1989). *Il pensiero di Galileo Galilei*, Loescher editore, Torino.

Rossi, Paolo (1973). *La Rivoluzione scientifica da Copernico a Newton*. Loescher editore, Torino.