

**ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI  
BOLOGNA**

---

**Scuola di Scienze  
Dipartimento di Fisica e Astronomia  
Corso di Laurea in Fisica**

**La diffusione dell'ottica newtoniana in  
Italia:  
il ruolo di Francesco Algarotti e  
dell'Istituto delle Scienze di Bologna**

**Relatore:**

**Professor  
Eugenio  
Bertozzi**

**Presentata**

**da:**

**Vito  
Giardinelli**

**Anno Accademico 2018/2019**

## ***Introduzione***

Da sempre luce i colori e l'ottica hanno affascinato l'uomo. I primi studi sulla materia sono attribuiti ad Euclide e risalgono al terzo secolo prima di Cristo. Nel corso dei secoli si sono alternati vari personaggi che hanno dato un notevole contributo allo sviluppo dell'ottica come la conosciamo oggi, infatti dopo Euclide gli studi sull'ottica furono portati avanti da Al-hazen e Vitellione nel Medioevo e da Keplero durante il Rinascimento. Durante il 1600 avvenne la svolta perché Newton, con i suoi lavori, produsse una teoria che rimase in voga per almeno 200 anni. Se da un punto di vista teorico l'ottica newtoniana era quasi inattaccabile, la sua diffusione risultò alquanto problematica, soprattutto in Italia dove gli echi della controriforma avevano tarpato le ali a molti scienziati e alle loro idee. Sicuramente ebbe un ruolo fondamentale Francesco Algarotti, fisico italiano, con il suo libro "Newtonianismo per le dame", in cui esprime chiaramente la problematica nel seguente passaggio:

*"Quella legge della Natura, comune per altro a tutte le Nazioni, che conoscon la Luce, sembrò meno, che in altro luogo ricevuta in Italia; donde si sono suscitati i più gran nemici al sistema Newtoniano, e pare in ciò serbarsi un certo ordine, che quella gente, cui una volta gl'Italiani trovavano la più difficile a sottometter colla forza, ora debba trovar noi i più difficili a sottometter colla ragione. Io per contribuire in qualche modo allo stabilimento di questa legge anco appresso di noi, procurai che si ripetesse la sperienza in un luogo d'Italia assai celebre per gli uomini ch'egli ha sempre fornito alle lettere, ed insieme assai neutro, perchè non vi potesse esser sospetto di parzialità"*

D'altro canto, però, è proprio in questo periodo che si va sviluppando una comunità scientifica internazionale in cui ogni stato contribuisca con il proprio bagaglio culturale al progresso scientifico.

*"I Viaggiatori dovrebbero essere i trafficanti dello spirito, e degli scambievoli vantaggi, che hanno anche in questo genere le Nazioni, le une sopra le altre. felice quella società, in cui l'immaginazione Italiana, al buon senso Inglese, ed alla Francese delicatezza innestar si potesse!"*

Questo lavoro si concentra sulla diffusione in Italia delle idee di Newton sull'ottica. Per approfondire questa tematica è stato esaminato nel dettaglio il contributo fornito da Francesco Algarotti, fisico italiano e studente dell'Istituto delle Scienze di Bologna a cavallo tra gli anni Venti e gli anni trenta del Settecento. In particolare è stato esaminato nel dettaglio il libro "Newtonianismo per le dame" scritto dall'Algarotti stesso. Il fisico rivestì un ruolo importante per

la diffusione delle idee newtoniane essendo stato il primo in Italia a replicare i vari esperimenti già realizzati da Newton nell' "Opticks", il libro in cui Newton raccoglie tutte le sue esperienze riguardo l'ottica ed espone la sua teoria. Nei vari capitoli si mettono in luce gli aspetti della questione. Nel Capitolo 1 si parla situazione ideologica sullo sfondo, dell'Istituto delle scienze di Bologna e della biografia di Algarotti. Il Capitolo 2 si articola su una puntuale analisi degli esperimenti descritti nel "Newtonianismo per le dame" in confronto con le esperienze di Newton e in relazione alle teorie moderne. Nel Capitolo 3 ci si concentra invece sull'analisi del contenuto teorico del libro e sugli spunti filosofici in esso contenuti, alla luce della critica al razionalismo e dell'adesione all'empirismo del suo autore. Per concludere nel Capitolo 4 si discute brevemente sulle plausibili motivazioni che portarono alla censura della prima edizione del libro stesso.



Figura 0.1: Illustrazione dell'Istituto delle Scienze di Bologna

## **Capitolo 1: La figura di Algarotti e l'Istituto delle scienze di Bologna**

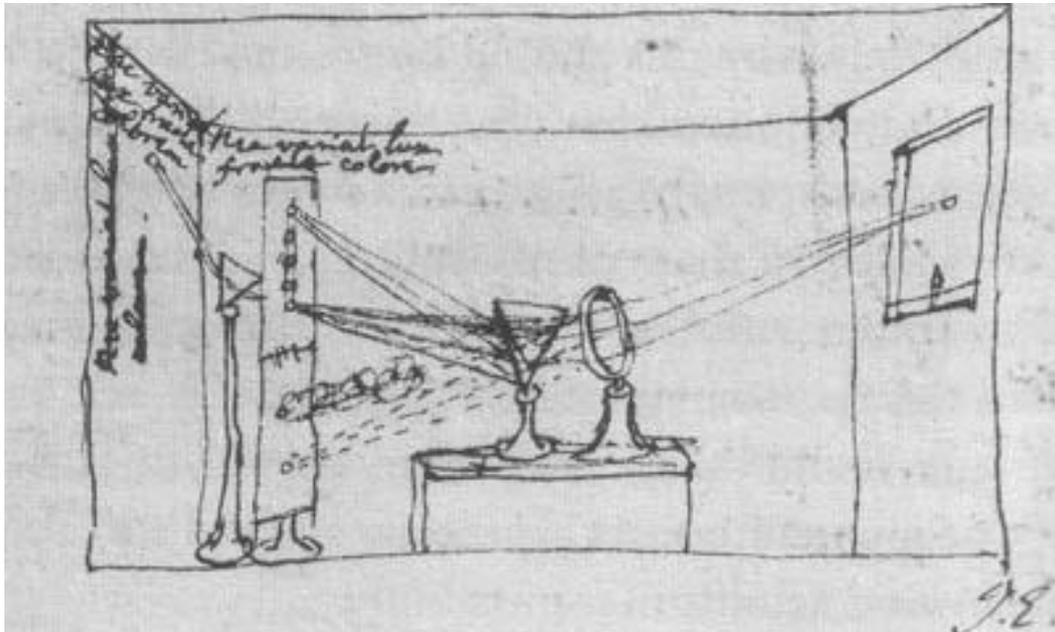


Figura 1.1: disegno dell'experimentum crucis di Newton

### **Sezione 1.1: Il ruolo dell'Istituto**

La diffusione delle idee di Newton sull'ottica in Italia sono indissolubilmente legate all'Istituto delle Scienze di Bologna fondato da Luigi Ferdinando Marsili(1658-1730) nel 1711. L'Istituto nacque come continuazione dell' "Accademia degli Inquieti" e risentì tanto degli influssi galileiani provenienti dalle Università di Pisa e Padova, quanto del fatto che fosse il fulcro culturale dello Stato della Chiesa. Nell'Istituto erano praticati a livello sperimentale tutti i saperi scientifici come le scienze naturali, l'anatomia, la chimica, arte militare, la geografia, la matematica ed ovviamente la fisica. E' noto che Francesco Algarotti(1712-1764), brillante studente dell'accademia, sollecitato dal suo mentore Zanotti(1692-1777), segretario e professore dell'istituto, condusse esperimenti sull'ottica, come replica di quelli descritti da Newton nel suo "Opticks" del 1704. L'esperimento principale del corpus è sicuramente quello della doppia rifrazione. L'esperienza consiste nel far passare attraverso due prismi un raggio di luce osservandone la scomposizione. L'interpretazione dei risultati, sarà determinante per la diffusione dell'ottica di Newton in Italia. Tuttavia, gli esperimenti furono condotti in un clima ideologico particolare.

Newton, per difendere le sue teorie sul calcolo, aveva avuto un intenso rapporto epistolare con i matematici italiani suoi contemporanei affinché questi lo sostenessero nella disputa con Leibniz; questo, però, influì negativamente sulla diffusione delle sue idee sull'ottica e sulla meccanica.



**Figura 1.2:** ritratto di Francesco Maria Zanotti, eminente filosofo e scienziato Bolognese dell'epoca, non si occupò solo di fisica, ma anche di etica



**Figura 1.3:** Jacopo Riccati, matematico veneziano, è ricordato per l'equazione differenziale a cui dà il nome

Su questo fronte gli avversari di Newton erano le teorie cartesiane, e la mancanza di prove schiaccianti dall'una e dall'altra parte, lasciava aperto ogni scenario. Per questo motivo Zanotti decise di agire, ma con molta cautela, dovendo tenere conto anche del giudizio della chiesa. Dopo aver svolto personalmente esperimenti atti a sostenere la teoria newtoniana negli anni '20 del '700 e non avendo ottenuto risultati convincenti a causa di un apparato sperimentale non appropriato, decise di chiamare in causa Algarotti. Questi svolse alcuni esperimenti sulla rifrazione con risultati inequivocabili in favore della teoria Newtoniana, ottenendo addirittura l'interessamento della "Royal Society" per una pubblicazione dei suoi resoconti sulle "Philosophical transactions", giornale ufficiale dell'istituto inglese. La pubblicazione fu di fatto impedita da Zanotti stesso, che non voleva che l'istituto prendesse una posizione così netta. In accordo con tale posizione di cautela, nel 1731 Zanotti decise di

pubblicare nei commentari il resoconto degli esperimenti sull'ottica nella sezione dedicata alla pietra fosforica Bolognese, uno studio che aveva dato grande lustro all'Istituto, ma che rientrava nell'ambito della chimica. La pietra fosforica non è altro che il solfuro di bario, che ha la proprietà di emettere luce. Questa pubblicazione "mascherata" dei lavori di Algarotti fu fondamentale per evitare la censura.

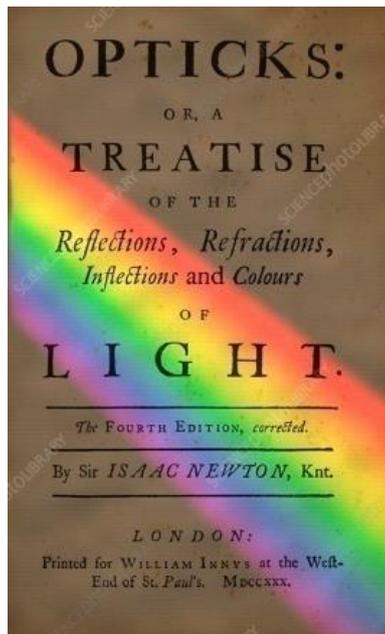


Figura 1.4: copertina dell' "Opticks" di Newton, pubblicato nel 1704, contiene una descrizione dettagliata di tutti gli esperimenti effettuati da Newton sull'ottica



Figura 1.5: John Teophilus Desaguliers, scienziato e religioso, fu membro della "Royal society" e assistente di Newton

Pare che Algarotti stesso non tenesse particolarmente alla pubblicazione dei suoi scritti, per non intromettersi in uno scontro che si stava consumando in quegli anni: un certo Rizzetti, fisico e filosofo, divenne il principale rivale di Newton in Italia. Egli proveniva dalla scuola veneziana di Jacopo Riccati, illustre matematico del '600, il quale risentiva dell'influsso filosofico del chierico Antonio Muratori che aveva una concezione di Dio assolutamente distante ed enigmatica che si scontrava con quella del dio orologiaio di Newton. Il punto è che non si aveva ancora la certezza che il sistema newtoniano fosse esatto perché non si riuscivano a riprodurre molti degli esperimenti di Newton, in particolare l'esperimento del doppio prisma. Ci furono diversi tentativi: in Francia, da parte di Mariotte nel 1717, e in Italia con Zanotti negli anni '20. I risultati ottenuti in questa fase sono completamente in disaccordo con quelli di Newton. A questo

punto Algarotti capisce che il problema è nell'apparato sperimentale e richiede ed ottiene dei prismi fatti con spato d'Islanda in luogo del vetro, materiale non abbastanza puro da consentire una corretta rifrazione. Gli esperimenti di Algarotti, quindi, confutavano senza lasciare adito a dubbi le teorie di Rizzetti.



Figura 1.6: ritratto di Algarotti



Figura 1.7: François-Marie Arouette, meglio conosciuto come Voltaire, fu uno dei più importanti illuministi del '700

Per evitare di favorire una parte piuttosto che l'altra, Zanotti decise di pubblicare nei commenti un opuscolo finale in cui si dà voce anche alle teorie dell'antinewtoniano. D'altro canto Rizzetti destò una certa reazione anche all'interno della Royal Society tant'è che Desaguliers, importante membro della stessa, scrisse di suo pugno un articolo di risposta. Da qui si può capire la perplessità di un giovane scienziato che all'improvviso si trova immerso nelle dinamiche piuttosto complesse del mondo scientifico di allora. Algarotti tra l'altro tradusse anche l'articolo di Desagulier e scrive, in una lettera a Zanotti del '32, riguardo ad un'eventuale sua pubblicazione:

*"lo stamparlo così senz'altro parrebbe per avventura un'ostilità contro una persona (Rizzetti) che non mi ha offeso ancora in cosa alcuna, e che peraltro... pareva meno riscaldata contro di me di quello che ella poteva essere per l'addietro".*

Nonostante ciò Algarotti poteva considerarsi al sicuro a Bologna, godendo della protezione di Zanotti e Manfredi, altro importante membro dell'istituto. Se in un

primo momento Algarotti assunse un atteggiamento defilato, dopo aver completato la sua formazione in Francia e in Inghilterra fu pronto per dare alle stampe la sua opera: Il “Newtonianismo per le dame” pubblicato nel 1737.

## **Sezione 1.2: Il personaggio Algarotti**

Algarotti incarna perfettamente l'ideale dell'intellettuale illuminista: veneziano di origine si allontana subito da casa per andare a studiare a Bologna per poi muoversi prima in Italia a Padova, Firenze e Roma e poi in Europa in particolare in Francia, Inghilterra, Russia e in Prussia. In questi viaggi conoscerà i personaggi che più hanno influenzato il suo stile così come il suo pensiero: gli scienziati Celsius, Maupertuis e Clairaut, i letterati Voltaire e Fontenelle, e i monarchi Federico II di Prussia e Augusto II di Sassonia. La sua preparazione può essere considerata quindi a tutti gli effetti completa; egli infatti non si interessa solo alle discipline scientifiche ma studia i classici greci e latini così come i letterati a lui temporalmente più vicini: Tasso, Molière, Racine, Fontenelle e Milton. Una menzione particolare va dedicata all'influenza esercitata su di lui da parte di Locke. Questo interesse poteva essere molto pericoloso per la reputazione di Algarotti in Italia perché la chiesa ripudiava in toto il corpus di teorie empiriste. Era noto perfino ai suoi mentori di Bologna il suo interesse per la filosofia lockiana, interesse disapprovato, ma non ostacolato come infatti si legge in una lettera inviata al Manfredi da Zanotti:

*“Egli è ben invogliato dal calcolo integrale, dalla meccanica, ma ha una lenta febbre di lockismo”*

Quindi la lettura che Algarotti dà all'opera di Newton è alla luce delle teorie lockiane, rappresentando per lui Newton e Locke due facce della stessa medaglia. D'altronde tutto il “Newtonianismo per le dame” è impregnato del sistema filosofico empirista. A riprova di ciò il secondo capitolo dell'edizione del 1737 è dedicato esclusivamente alla discussione sulla percezione e sui sensi .

### Sezione 1.3: Il libro

Il libro è articolato in sei capitoli: mentre i primi tre parlano della fisica cartesiana, gli ultimi tre parlano invece di quella newtoniana. Va detto però che questa distinzione non è rigida, visto che nel secondo capitolo ci sono degli espliciti riferimenti alla filosofia empirista e alla teoria dei sensi di Locke. Gli argomenti trattati spaziano su tutta la fisica conosciuta allora, dal momento che si espone tutta la teoria fisica cartesiana e newtoniana, inclusa la gravitazione universale. Il titolo dell'opera "Newtonianismo per le dame, ovvero dialoghi sopra la luce e i colori" ci dà una chiara indicazione

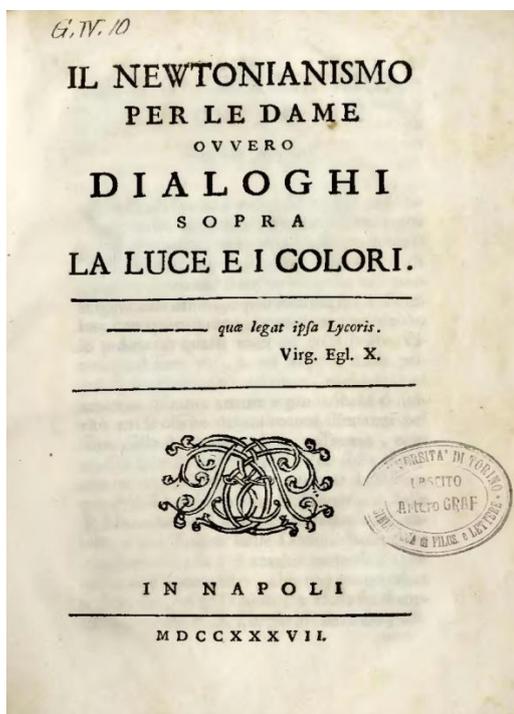


Figura 1.8: Il frontespizio dell'opera



Figura 1.9: Laura Bassi, fisico sperimentale, fu la seconda donna italiana ad essere laureata e insegnò per lungo tempo all'università di Bologna. Tra le altre cose fu anche amica di Algarotti, visto che studiarono a Bologna negli stessi anni

sull'argomento principale che però viene corredato da spunti presi da altri campi della fisica ma anche dall'anatomia, dalla cartografia, arrivando a nominare anche il calcolo delle flussioni. Il destinatario dell'opera "Newtonianismo per le dame" si suppone siano le dame, o in generale, chi è un profano della materia. Questa definizione non è completamente esatta perché Algarotti si propone, sebbene sotto mentite spoglie, di affrontare dei problemi su temi che sono di una complessità a dir poco eccessiva per essere un semplice libro divulgativo. Se

da un lato lo scrittore trascura completamente la parte analitica ovvero la trattazione quantitativa e matematica dei problemi fisici, dall'altro il discorso da un punto di vista epistemologico e filosofico è portato avanti con dovizia di particolari. La storia del libro d'altra parte è piuttosto travagliata: Algarotti trovò difficoltà a stamparlo già nel 1737 per i suoi contenuti scottanti e dovette ricorrere ad una stampa clandestina a Napoli. Poi non tardò ad arrivare la censura della Chiesa che costrinse l'autore a riproporre altre tre edizioni emendate, nel 1746, 1748 e 1752. Nonostante ciò, la diffusione del libro, dato il carattere internazionale del suo autore, fu ampia dentro e fuori dall'Italia, fomentata dalla cultura illuminista di quegli anni. La trattazione che andremo a fare è una media pesata dell'edizione del 1737 e dell'edizione finale del 1752. Le due edizioni presentano differenze sostanziali: l'edizione del 1752 è più snella e manca di alcune parti che si riferiscono esplicitamente alla filosofia empirista e al problema della pietra fosforica Bolognese. Per quanto riguarda la forma in cui è scritta l'opera si tratta di un dialogo i cui interlocutori sono un cavaliere e una Marchesa ed è articolata in sei giorni di narrazione. Il perché dei personaggi è presto detto: all'epoca ancora più di oggi la figura della donna era considerata molto distante dall'ambito accademico e in generale dallo studio delle scienze. Nonostante ciò, la figura della Marchesa non viene assolutamente stereotipata da Algarotti nel senso che sebbene venga chiamata in causa come "uditrice" per la spiegazione dell'ottica newtoniana, allo stesso tempo non le viene preclusa ontologicamente la possibilità di diventare anche lei "geometressa" e quindi di potersi addentrare nel mondo della Scienza. Non a caso proprio di quell'epoca sono le prime donne laureate che ricoprono il ruolo di docente nelle varie Università, come ad esempio Gaetana Agnesi e Laura Bassi che tra l'altro fu anche insegnante dell'Istituto delle Scienze e amica di Algarotti. Dietro tutto ciò però si può intravedere il fine di quest'ultimo di favorire il più possibile la diffusione della sua opera nelle corti e nei salotti. Infatti il '700 noto come "Il secolo dei Lumi" è stato caratterizzato dal fatto che scienziati, filosofi e pensatori in generale fossero comunque in una certa misura dipendenti dalle corti se si escludono apparati come l'Istituto delle Scienze o le Università. La ricerca e lo sviluppo del pensiero erano relegate quindi alle famiglie nobili, di cui spesso i grandi pensatori erano precettori: basta pensare alle esempio di Parini, Voltaire o Eulero, tutti pensatori che dipendevano economicamente dal Signore sotto cui erano. Algarotti non fu estraneo a questo tipo di ambienti proprio in virtù della sua permanenza dallo stesso Federico II e dal duca di Sassonia e perciò seppe rendere fruibili concetti scientifici d'avanguardia.



Figura 1.10: Illustrazione sul retro della copertina del *Newtonianismo* ritraente i due personaggi dell'opera

## ***Capitolo 2: Esperimenti e teoria di Newton sulla luce trattati da Algarotti nel “Newtonianismo per le dame”***



*Figura 2.1: ritratto del Grimaldi*

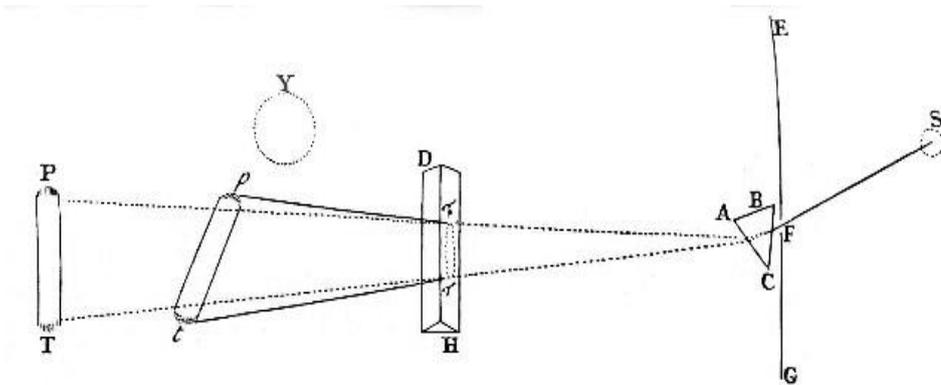
### **Sezione 2.1: Descrizione degli esperimenti e loro interpretazione alla luce della teoria moderna sulla luce**

Gli esperimenti sull'ottica newtoniana sono trattati da Algarotti principalmente nei capitoli 4 e 5 del “Newtonianismo per le dame” e sono puntualmente svolti per chiarificare in ogni sua parte la teoria newtoniana dell'ottica. Bisogna ricordare però che Algarotti non fa mai esplicita menzione di misurazioni, ma si ferma, per fini didattici, alla mera esposizione qualitativa dei risultati. Nel seguito, si riporta un estratto degli esperimenti significativi raggruppati in ordine tematico secondo i punti cruciali della teoria newtoniana. Le immagini degli esperimenti sono tratte direttamente dall’ “Opticks”.

#### **Esperimenti di Critica del Grimaldi**

Il primo esperimento è forse quello più importante perché con questo esperimento Algarotti confuta la precedente teoria del Grimaldi della dispersione della luce in favore della rifrazione. La teoria di Grimaldi consisteva in un

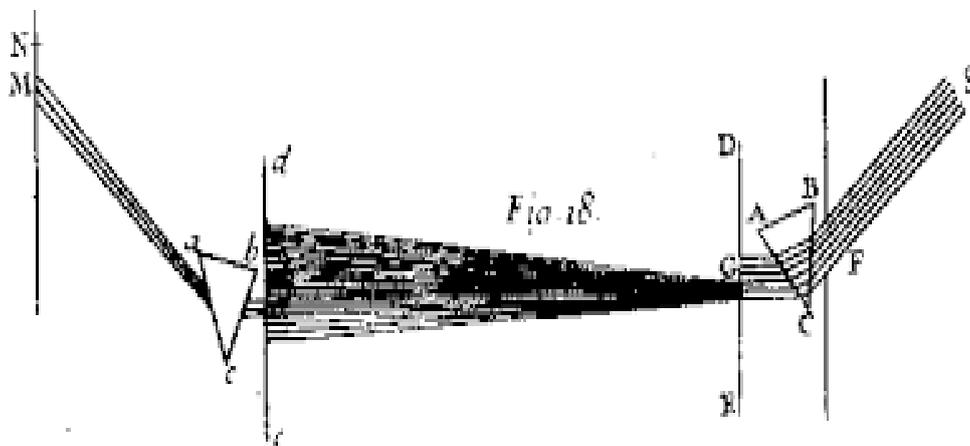
fenomeno di dispersione che prevedeva un effetto del prisma sulla qualità della luce, ovvero il prisma agiva in maniera diretta su un raggio di luce bianca trasformandola in un Iride che comprende tutti i colori. La teoria newtoniana invece sosteneva l'esistenza di un'unica scomposizione dei colori che erano già presenti all'interno del fascio di luce bianca. Da qui una doppia scomposizione porta, a livello teorico, risultati diversi: se ad una prima scomposizione la teoria di Grimaldi e la teoria di Newton si equivalgono, una seconda scomposizione avrebbe portato, secondo la teoria di Grimaldi, ad un ulteriore effetto di



*Figura 2.2: rappresentazione dell'apparato sperimentale dell'esperimento tratta direttamente dall'"Opticks" di Newton*

scomposizione sui singoli colori. Ciò significa che se da una prima scomposizione da un fascio di luce otteniamo una figura di Iride allungata di forma rettangolare, una seconda scomposizione dovrebbe mostrare una figura finale di forma quadrata in cui il secondo prisma ha allargato il fascio rettangolare che gli arriva in ingresso. Secondo la teoria newtoniana invece l'esperienza procede in maniera diversa: il primo prisma svolge sempre la funzione di scomporre il raggio di luce bianca, mentre il secondo questa volta non ha più a che fare con un raggio che comprende in sé più onde monocromatiche ma con i singoli raggi monocromatici che, rifratti ognuno per conto proprio, danno una figura rettangolare ma obliqua. Questo significa che l'effetto del prisma è quello di deviare semplicemente la singola onda monocromatica, essendo il prisma uno strumento ottico. L'effetto che si osserva è frutto dell'azione differente del prisma sulla singola lunghezza d'onda. Il passaggio in cui viene confutata la teoria del Grimaldi è semplicemente

quello in cui non appaiono ulteriori colori che sarebbero dovuti apparire dalla scomposizione del singolo raggio monocromatico, in pratica Newton osservando che con un secondo prisma non nascevano altri colori comprese che i colori stessi dovevano essere non ulteriormente scomponibili e quindi immutabili. Inoltre in questo passo della trattazione Algarotti confuta anche la teoria secondo la quale la riflessione sarebbe dovuta avvenire in maniera casuale, ipotesi sorta dagli esperimenti svolti con l'utilizzo di prismi impuri. Il secondo esperimento che può essere interpretato come una critica alla dispersione di Grimaldi è l'esperimento in cui si agisce sui singoli colori: in questo esperimento Algarotti fa rifrangere due volte non tutti i colori dell'Iride, ma soltanto



*Figura 2.3: come si può osservare, è cruciale nell'esperimento il punto in cui viene selezionato un preciso colore dello spettro che viene rifratto a sua volta*

uno, schermando gli altri dopo che sono stati scomposti per la prima volta. Il risultato è che la seconda riflessione lascia immutato il colore agendo soltanto sulla sua inclinazione. In pratica la seconda rifrazione non è altro che la rifrazione di un'onda monocromatica.

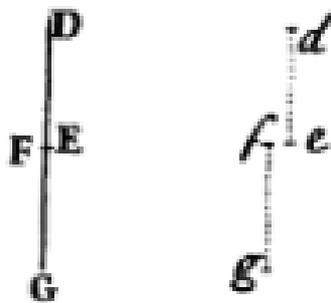
### **Teoria moderna sulla scomposizione della luce bianca**

Al giorno d'oggi esistono la teoria classica e la teoria quantistica per spiegare fenomeni come la scomposizione luminosa operata dal prisma. La teoria classica ci dice che il prisma è un materiale ottico il quale agisce sul campo elettrico di cui la luce è una perturbazione. In tal modo si ha un indice di rifrazione che dipende dalla frequenza dell'onda entrante per cui si ottiene la scomposizione. La teoria quantistica invece si basa sulla emissione e l'assorbimento dei fotoni stessi da parte degli atomi della struttura cristallina che compongono il prisma.

L'immutabilità dei colori viene spiegata dal fatto che un singolo colore dell'Iride rappresenta un'onda monocromatica e per questo motivo l'indice di rifrazione del prisma rimane costante

### Esperimenti sulla differente rifrangibilità

Il primo esperimento di questa sezione prevede un filo illuminato per metà da luce rossa e per metà da luce viola, provenienti entrambe da due prismi che hanno scomposto due raggi di luce a loro volta provenienti da due fori nella camera buia. Questi colori si congiungono a metà filo. Il filo viene poi osservato



*Figura 2.4: Schema esemplificativo del risultato ottenuto per la differente rifrangibilità*

attraverso un prisma il quale in base alla differente rifrangibilità produce un'immagine del filo spezzata: le due metà vengono osservate una più in alto e una più in basso. Questo effetto può essere tanto meno marcato quanto più sono affini i colori con cui è illuminato. Per esempio illuminando il filo con il blu piuttosto che con il rosso si avrà un effetto di discontinuità molto più debole.

Il secondo esperimento consiste in una variante del primo, ma questa volta non è la luce ad essere di colori diversi ma un foglio di carta il quale a sua volta è illuminato da luce bianca e osservato con un prisma: essendo il foglio di carta colorato con due colori diversi, la luce riflessa avrà il colore del foglio e, osservandolo a nostra volta con un prisma, la differente rifrangibilità ci darà un'immagine del foglio anch'essa divisa in due.

### Teoria moderna sulla differente rifrazione di onde monocromatiche

L'esperimento del filo può essere spiegato sempre con il differente indice di rifrazione che il prisma ha quando viene attraversato da luce rossa o

viola, effetto del tutto simile a quello che si ottiene immergendo parzialmente un oggetto in acqua. In quel caso però i due indici di rifrazione sono dovuti a due differenti mezzi e non alla differente frequenza delle onde che li attraversano.

L'effetto del foglio di carta, secondo la teoria ondulatoria, è semplicemente quello di riflettere solo le onde con le frequenze corrispondenti al colore che noi vediamo, secondo la teoria ondulatoria. La teoria quantistica invece prevede delle transizioni di elettroni tra orbitali differenti il cui salto energetico corrisponde, secondo la relazione di De Broglie, ad un fotone con la frequenza del colore che vediamo

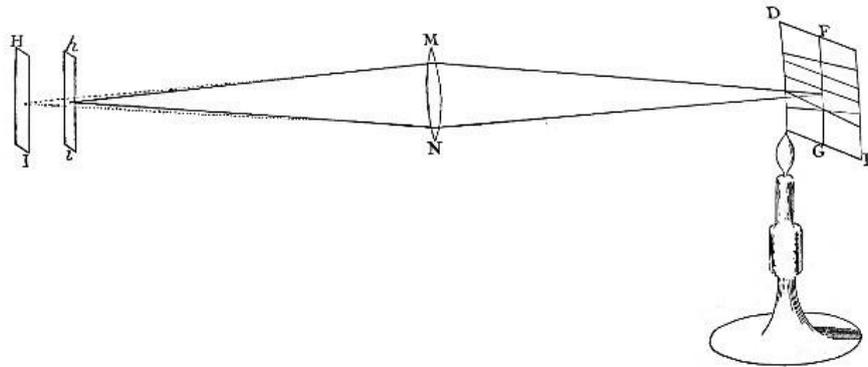
### **Esperimenti contro le teorie dei raggi del cielo e del sole**

In questo esperimento Algarotti confuta la teoria che sosteneva che i colori nascono dalla commistione dei raggi del sole e del cielo che idealmente sarebbero i "raggi della luce" e "del buio". Utilizzando l'assunzione dei sostenitori di tale teoria, secondo cui i raggi del giorno e della notte sono adiacenti, Algarotti introduce un apparato sperimentale composto dalla solita camera buia forata da cui entra il raggio di luce bianca e un prisma che lo scompone. Così facendo il foro blocca i cosiddetti raggi del cielo. Secondo la teoria newtoniana la scomposizione sarebbe dovuta avvenire lo stesso dal momento che il buio non è altro che mancanza di luce mentre, secondo la teoria opposta, senza i raggi del buio non sarebbe stata possibile la creazione dei colori. È inutile dire che l'esperimento conferma la teoria newtoniana.

### **Esperimenti sulla messa a fuoco con l'utilizzo di lenti convesse.**

In questa sezione Algarotti recupera alcuni esperimenti e osservazioni di Newton su strumenti ottici più complessi di un prisma, ovvero le lenti. La prima esperienza consiste nel mettere a fuoco con una lente le lettere di una pagina di un libro dopo che questo libro è stato illuminato con una luce monocromatica. In questo caso Algarotti fa un aperto confronto con l'esperienza di Newton recuperabile nell' "Opticks" (exp 2, part 1, book 1) laddove Newton utilizza un libro, Algarotti replica l'esperimento utilizzando un foglio colorato e dei fili di seta nera in luogo delle lettere. Il risultato che si ottiene è che al variare del colore con cui vengono illuminate le lettere o il reticolo di seta, bisogna spostare la lente di ingrandimento poiché il fuoco dei raggi luminosi si sposta a causa della differente rifrangibilità. L'esperienza di Newton invece consta di un apparato sperimentale in cui un foglio di carta diviso in due metà colorate di rosso e di viola. Un reticolo nero posto sul foglio viene illuminato con una candela, la cui luce riflessa dal foglio, viene concentrata in un punto. Il risultato mostra che le

due parti sono messe a fuoco a distanze diverse della lente. L'opera newtoniana, a differenza del testo di Algarotti, descrive anche quantitativamente i risultati



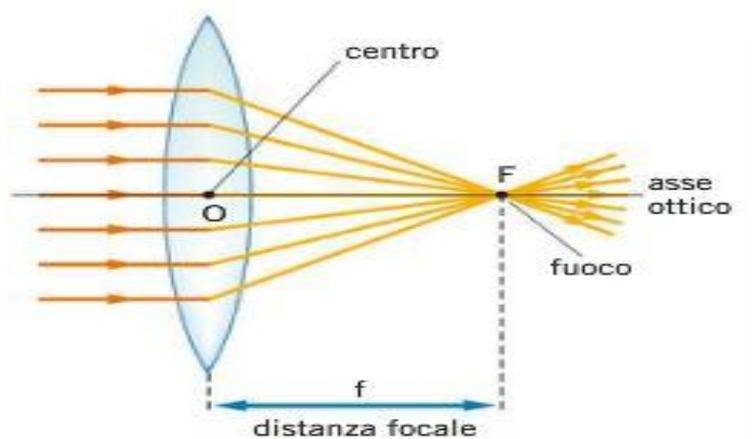
**Figura 2.1:** si può chiaramente notare come Newton evidenzi chiaramente da differente distanza tra i due fuochi

dell'esperimento dando, ad esempio, una misura precisa della distanza tra i due fuochi. Sembra peraltro esserci una contraddizione tra quanto riportato sull' "Opticks" e quanto dice Algarotti in quanto quest'ultimo afferma che Newton utilizza un libro di cui mette a fuoco le lettere al variare della luce con cui il libro è illuminato, mentre Newton dichiara esplicitamente l'utilizzo di fili di seta nera, che poi in ultima analisi sono stati utilizzati anche da Algarotti nella sua replica. Un secondo esperimento che si serve di una lente convessa su cui si invia un'iride ottenuta da una prima scomposizione della luce bianca. Ponendo un foglio di carta al di là del fuoco della lente stessa l'immagine che si ottiene è un'iride capovolta.

### **Teoria moderna sull'effetto delle lenti sulla luce**

Le lenti sono degli strumenti ottici la cui forma e composizione ne determina le caratteristiche. Al tempo di Newton le loro caratteristiche erano già conosciute e studiate ed erano riassunte in quella che noi chiamiamo ottica geometrica. In particolare le lenti sono formate da un materiale (solitamente vetro o affini) che provoca la rifrazione dei raggi in ogni punto della sua superficie. La forma della lente consente una rifrazione tale da convogliare tutti i raggi perpendicolari alla superficie della lente in un singolo punto chiamato fuoco, nel caso delle lenti convesse. Questo produce per l'osservatore una chiara distinzione nel vedere un oggetto guardando nel fuoco di una lente o meno: ponendo l'occhio nel fuoco, l'immagine è perfettamente nitida perché i raggi che si dipartono da ogni singolo punto dell'oggetto convergono nell'occhio. Nel caso di un'immagine "sfocata"

invece si hanno due comportamenti differenti a seconda della posizione relativa dell'osservatore rispetto al fuoco: se siamo entro la distanza focale osserveremo



*Figura 2.6: schema esemplificativo del funzionamento di una lente convessa*

un alone attorno ai confini dell'oggetto osservato perché i raggi che partono dall'oggetto non convergono in un punto, ma si fermano su una superficie di forma circolare che determina l'indefinitezza dell'immagine; se siamo oltre fuoco osserveremo lo stesso l'effetto della sfocatura ma, poiché i raggi divergono nuovamente dopo il fuoco, l'immagine risulterà rovesciata. La prima esperienza quindi si spiega sapendo che anche le lenti sono materiali ottici, quindi deviano diversamente i raggi di luce a seconda del loro colore. Questo, nel caso specifico della lente produce una differente posizione del fuoco, dal momento che questo valore dipende direttamente dall'indice di rifrazione della lente.

Il secondo esperimento invece si spiega osservando che una lente convergente produce una deflessione dei raggi tale che al di là del fuoco si generi un'immagine esattamente speculare a quella entrante.

### **Esperimenti sulla unione dei colori attraverso lenti convesse**

Questa serie di esperimenti punta a dimostrare che la luce bianca è la somma di tutti i colori a partire dal fascio scomposto.

Il primo esperimento consiste nel riunire semplicemente attraverso una lente convessa un fascio di luce scomposta che quindi consente, mettendo un foglio di

carta nel preciso punto in cui cade il fuoco, di riottenere il fascio di luce bianca che entra nella camera ottica. Inoltre si eseguono delle varianti oscurando uno o

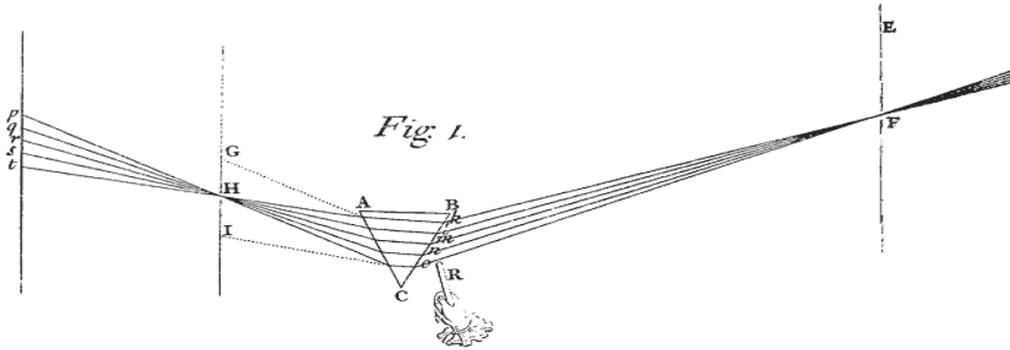


Figura 2.7: Apparato sperimentale dell' exp 1, part 2, book 1 dell' "Opticks"

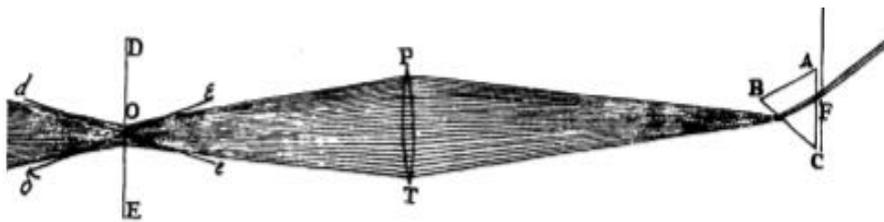


Figura 2.8: Apparato sperimentale dell' exp 2, part 2, book 1

più colori del fascio entrante ottenendo come immagine un punto il cui colore è la somma di tutti i colori rimasti nel fascio. Anche questo esperimento si può ritrovare nell' "Opticks" (exp 2, part 2, book 1), con un apparato sperimentale analogo. Tuttavia l'esperienza di Newton non prevede l'oscuramento di una parte dei raggi e si limita alla scomposizione della luce attraverso un prisma, che vengono poi ricongiunti con una lente convessa il cui fuoco cade su un foglio bianco. In realtà Algarotti attinge anche dall' exp 1, part 2, book 1 dell' "Opticks" che si serve di una camera buia con il solito raggio di luce entrante che si scompone per effetto della diffrazione per effetto della diffrazione e che viene ricomposto da un prisma per poi passare attraverso un altro foro nella parete opposta. Una ulteriore diffrazione proietta l'Iride su un foglio. Con un filo si oscura poi una parte del raggio incidente e si osserva come la posizione dei colori dell'Iride cambi. Anche in questo caso Newton fornisce tutti i dati quantitativi come la grandezza dei due fori, lo spessore del filo e le dimensioni del prisma.

Il secondo esperimento di questa sezione riguarda il funzionamento dell'occhio poiché si mostra che oscurando più colori per un breve tempo, operazione effettuata mediante l'utilizzo di un pettine mosso molto velocemente, l'occhio percepisce il colore bianco. Da qui nasce il disco di Newton, il famoso strumento

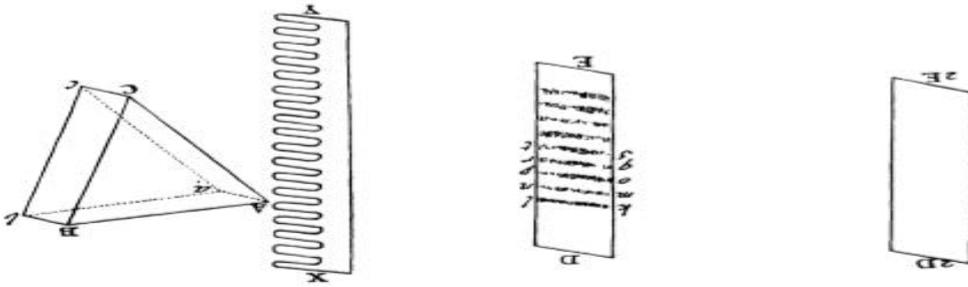


Figura 2.9: Immagine relativa all'esperimento del pettine

che tramite la rotazione di un disco diviso radialmente in parti colorate con tutti i colori produce il bianco. L'esperimento ribadisce le affermazioni di Algarotti il quale pur non servendosi di una lente convergente sfrutta la permanenza dei colori sulla retina per produrre il colore bianco.

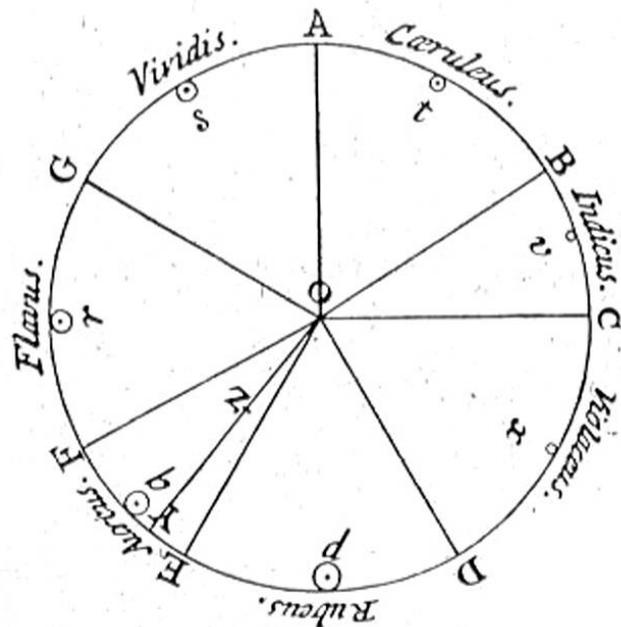


Figura 2.10: Il famoso disco di Newton, illustrazione dell' "Opticks"

### **Teoria moderna sulla sovrapposizione dei colori e sul funzionamento dell'occhio**

Il funzionamento dell'occhio era già conosciuto all'epoca: il raggio di luce entra attraverso la pupilla e attraversa il cristallino, una lente convessa da entrambi i lati, che, mosso da degli appositi muscoli, è in grado di far variare la posizione del fuoco esterno rendendo nitido l'oggetto che si vuole guardare. Il fuoco interno invece è sempre incidente sulla retina, la membrana che trasforma lo stimolo luminoso in impulsi elettrici da inviare al cervello. Algarotti, all'interno del libro, descrive anche le varie malattie della vista imputandole giustamente ad anomalie del cristallino. Il ricongiungimento dei colori può essere spiegato secondo la teoria ondulatoria come una sovrapposizione di onde monocromatiche in cui le onde con le frequenze associate al colore prevalente hanno maggiore ampiezza. Allo stesso modo secondo la teoria quantistica c'è una prevalenza di fotoni con energia corrispondente al colore che prevale. Inoltre si sfrutta la proprietà della lente di

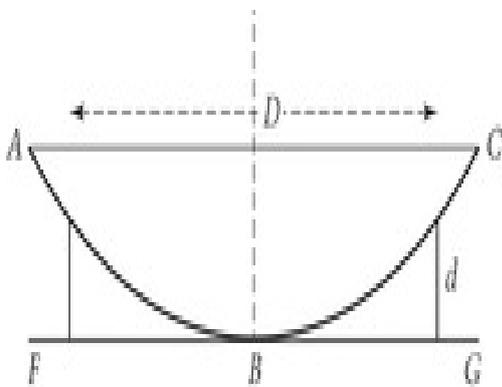


*Figura 2.11: schema esemplificativo della struttura dell'occhio*

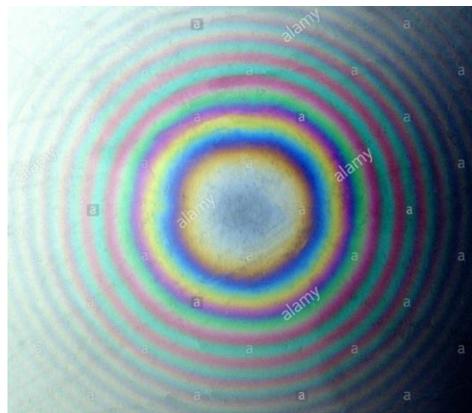
deviare i raggi grazie alla sua forma e al suo indice di rifrazione e di farli convergere in un unico punto. La spiegazione dell'esperimento effettuato mediante l'uso del pettine esula in parte dal campo della fisica. Nonostante ciò, la spiegazione corrisponde a quella data da Newton e Algarotti, ovvero che gli impulsi nervosi hanno una velocità finita per cui questa latenza produce la visione del bianco come somma di tutti i colori. Un discorso particolare è da fare per l'analogia che Algarotti discute sul perché la schiuma sia bianca: lo scienziato sostiene che, essendo le bolle di tutti i colori dell'Iride, viste da lontano producono un colore bianco come somma di tutti i colori. In realtà ciò avviene perché, essendo le bolle in grande numero, sono in grado di riflettere tutte le frequenze della luce incidente risultando quindi di colore bianco.

### Esperimenti sulla spiegazione della differente rifrangibilità

Se la spiegazione del colore della schiuma è stata fonte di errore, diverso è il discorso da fare sui ragionamenti fatti per una singola bolla gonfiata abbastanza da poter vedere i colori riflessi sulla superficie. Algarotti utilizza questo fenomeno per spiegare come materiali più spessi rifrangano i raggi meno frangibili, ovvero quelli rossi, e analogamente quelli più sottili rifrangano quelli più rifrangibili, ovvero quelli viola. Inoltre viene utilizzato come prova che le



**Figura 2.12:** *apparato sperimentale composto da una lente convessa posta su una superficie di vetro piano. Immagine non tratta da "Opticks"*



**Figura 2.13:** *si può notare come non si vedano uniche bande di colore ma una ripetizione secondo un ordine costante*

particelle di luce rossa siano dimensionalmente più grandi di quelle viola, a riprova della concezione corpuscolare della luce. Per confermare questa teoria Algarotti propone un esperimento nel quale sia una lente convessa appoggiata su una superficie di vetro piano attraversata da un fascio di luce bianca. L'effetto osservato è quello di avere tanti cerchi concentrici in cui centro è nero. Il colore dei vari cerchi, dall'interno verso l'esterno, va dal blu al rosso: la luce viene scomposta e nel punto in cui la distanza tra il vetro piano e la lente convessa è minore si ha la rifrazione dei raggi viola mentre nel punto in cui la distanza tra il vetro e la lente è più grande si ha la rifrazione dei raggi rossi, in perfetto accordo con l'assioma di differente rifrangibilità e in analogia con l'esperienza della bolla di sapone. Questo esperimento fu trattato da Newton che lo riprese da alcuni studi di Robert Hooke, approfondendo la trattazione analitica. Il punto era che Newton stesso si trovò in difficoltà nel trattare quello che è un fenomeno di

interferenza. Nei suoi esperimenti inoltre fece misure non solo con la luce bianca, ma con le singole onde monocromatiche, osservando dei cerchi concentrici alternati di colore nero e del colore della luce rifratta. Algarotti d'altra parte non inserisce questo esperimento nella prima edizione del Newtonianismo, ma solo in un secondo momento (peraltro non riportando la ripetizione dei colori) essendo un fenomeno che neanche lo stesso Newton era riuscito a spiegare. Infatti l'interferenza è dovuta alle due onde che nascono quando l'onda incidente viene in parte riflessa dalla superficie della lente e in parte rifratta: così facendo le due onde accumulano uno sfasamento che produce il fenomeno dell'interferenza.

### **Teoria moderna sulle proprietà delle varie onde monocromatiche**

La teoria odierna sostiene che i colori che si osservano sulla superficie della bolla sono frutto della differenza di spessore che si viene a creare per gravità che provoca a sua volta una variazione dell'indice di rifrazione. Quindi a seconda del punto della bolla in cui ci troviamo osserviamo differenti colori. Il secondo esperimento si spiega di nuovo con la proprietà delle lenti di rifrangere diversamente i raggi incidenti a seconda del loro colore. La figura che si ottiene evidenzia lo spettro macroscopicamente continuo delle varie frequenze che si conclude con una zona nera al centro dovuta alla mancanza di luce, per la maggior parte deflessa dalla lente. È evidente che le spiegazioni riportate non sono sufficientemente consistenti per decretare la natura corpuscolare della luce. La teoria moderna si scinde nella teoria classica, che interpreta la luce come un'onda facendo risalire le caratteristiche intrinseche della luce al numero d'onda e alla frequenza dell'onda stessa, e nella teoria quantistica, introdotta soprattutto da Plank, che invece prevede l'esistenza di una particella chiamata fotone le cui caratteristiche macroscopiche sono correlate alla sua quantità di moto e alla sua energia.

### **Sezione 2.2: l'interpretazione teorica della rifrangibilità data nel Newtonianismo per le dame**

La teoria ottica di Algarotti si può ricondurre ad una piena adesione all'atomismo e all'idea che le particelle abbiano un differente peso e una differente dimensione che le porta ad avere un differente colore e una differente rifrangibilità. Ciò lo ricava dagli esperimenti sulla differente rifrangibilità, in cui le parti più spesse rifrangono i colori meno rifrangibili (nello studio della bolla di sapone e nell'esperimento con la lente convessa poggiata sul vetro piano) e quindi si stabilisce una gerarchia di particelle dalle più grandi e meno rifrangibili (rosso) alle più piccole e più rifrangibili (viola). Inoltre l'interazione con gli oggetti

viene spiegata attraverso l'effetto delle particelle dell'oggetto su quelle della luce, per esempio si spiega l'opacità dicendo che il gran numero di particelle smorza il moto della luce fino ad estinguerlo, così come un oggetto lanciato in acqua. Idealmente ci sono delle analogie forti con la teoria quantistica odierna in cui il colore dei fotoni dipende essenzialmente dalla loro energia e la loro interazione con gli oggetti avviene a livello microscopico con emissione e assorbimento. La teoria risulta ancor più coraggiosa se si pensa che al di là della disputa con Leibniz, fiero del suo "Natura non fecit saltus", i sostenitori del continuo furono presenti fino ai primi decenni del '900 (Ostwald, Mach).



**Figura 2.14:** Max Planck, il padre della meccanica quantistica, fu il primo ad operare la quantizzazione su una grandezza fisica nel problema del corpo nero: l'azione



**Figura 2.15:** Gottfried von Leibniz, filosofo e scienziato, acerrimo rivale di Newton per la disputa sul calcolo differenziale, fu un sostenitore del continuo.

Per quanto riguarda le fonti utilizzate da Algarotti, è evidente che gran parte del suo lavoro attinge copiosamente dall' "Opticks", ma non è da trascurare la verifica stessa che egli fece durante i suoi anni di studio a Bologna. Buona parte della strumentazione dell'epoca è giunta fino ai giorni nostri, ed è possibile visionarla nel museo di Palazzo Poggi. Ciò che è profondamente diverso dall' "Opticks" è la contestualizzazione. Se l'opera di Newton si limita alla pura descrizione degli esperimenti, Algarotti fa sfoggio di tutta la sua cultura contestualizzando la trattazione e confrontandosi con esempi dal mondo classico:

*"Seneca aveva notizia di una specie di prisma, il quale ricevendo da un lato il lume del sole, dispiegava all'occhio i colori dell'Iride. Tutta la spiegazione che egli ne dà, è, che ivi non v'abbia color nessuno, ma solo l'apparenza d'un falso colore*

*simile a quello del collo d'una colomba, che apparisce, e disparaice al muoversi, e cangiar di sito che l'occhio fa"*

Mostrando di conoscere approfonditamente anche le problematiche moderne

*"Questa proprietà, che si chiama diffrazione o inflessione della luce, il Grimaldi fu il primo ad osservarla e poscia il nostro Filosofo l'ha illustrata con molte nuove sperienze benché su quella materia facendo desiderò molto di più".*

Ad opinione di chi scrive si può dire che Algarotti abbia metabolizzato i concetti di Newton riesprimendoli in un'opera didascalica seguendo la metafora di Lucrezio:

*"così come i medici quando cercano di dare ai bambini l'amara medicina dell'Assenzio, prima spargono il bordo del bicchiere con il dolce miele,..... così ora io ho voluto per te ..... esporre la nostra opera con il soave linguaggio delle Muse"*

Egli ha usato uno stile leggero nonostante le tematiche siano profonde e difficili da comprendere ai profani.

Questa parte di esperimenti è sicuramente la più brillante dell'opera, perché Algarotti si cimenta in un ambito in cui con tanta eleganza quanta semplicità espone la dottrina newtoniana senza arrischiarsi in spiegazioni più profonde. Tale studio egli stesso lo attribuisce ai filosofi, anche se sarà autore nell'ultimo capitolo di affermazioni con cui, sempre seguendo le orme di Newton, incapperà in una trattazione meno oggettiva e più fantasiosa.



Figura 2.16: Illustrazione dell'epoca raffigurante Newton alle prese con un esperimento di ottica

### Sezione 2.3: Teoria Newtoniana sulla luce e sua interpretazione moderna



Figura 2.17: Willebrord Snell, fisico e matematico olandese, è ricordato soprattutto per la legge sulla rifrazione a cui dà il nome



Figura 2.18: Luigi Galvani, pioniere degli studi sull'elettricità, si distinse per averla utilizzata come mezzo per studiare il corpo umano

In questa sezione dopo aver approfondito la parte degli esperimenti esamineremo a livello contenutistico la ottica di Newton descritta da Algarotti nel contesto del XVIII secolo.

Per fare un quadro della situazione, le conoscenze dell'epoca erano limitate e relative agli ambiti della meccanica e dell'ottica. In molti, prima di Newton, si erano occupati di meccanica (Galileo e Cartesio), e di ottica (di nuovo Cartesio ma anche Malebranche, Grimaldi e Huygens). Nonostante ciò, Algarotti descrive all'interno della sua opera anche alcuni fenomeni che oggi chiameremmo elettromagnetici, tuttavia non riconoscendoli come tali anzi spiegandoli con l'attrazione universale e una non meglio specificata "repulsione". Per comprendere meglio quindi la cornice in cui si inserisce il "Newtonianismo" bisogna tenere conto che molte teorie che oggi consideriamo affermate all'epoca non erano neanche oggetto di studio, in particolar modo l'elettromagnetismo che si emanciperà soltanto a fine secolo con Volta e Galvani. Tra l'altro Galvani svolse molte delle sue ricerche nell'accademia di Bologna. Nel capitolo 6 dell'opera emergono chiaramente una serie di teorie e di fenomeni estremamente interessanti perché ci mostrano i metodi di ragionamento degli scienziati dell'epoca e come le spiegazioni date hanno poi contribuito alla teoria fisica per

come la conosciamo oggi. Algarotti riprende quindi lo studio della diffrazione, della rifrazione e della riflessione.



**Figura 2.19: James Clerk Maxwell, insieme a Boltzmann è stato il più importante fisico teorico dell' '800, sua è la formulazione dell'elettromagnetismo classico**

La diffrazione della luce fu scoperta circa una cinquantina d'anni prima da Grimaldi sempre a Bologna. Noi oggi sappiamo che la diffrazione è un fenomeno che riguarda le onde che corrisponde, in presenza di un ostacolo, alla propagazione della perturbazione anche dietro quest'ultimo. All'epoca non si aveva ben chiaro questo fenomeno ed in molti tentarono di spiegarlo, tra cui lo stesso Newton. La sua spiegazione consiste nell'imputare la curvatura dei Raggi più prossimi all'ostacolo attraverso alla forza attrattiva esercitata dalla massa stessa dell'oggetto sulle particelle di luce, essendo queste molto fini e leggere. In questo modo Algarotti e Newton quindi escludono la teoria ondulatoria non tenendo conto però quelle analogie che si avevano con il suono la cui natura ondulatoria era già nota. In realtà lo studio della diffrazione si inserisce in un contesto più ampio perché si tenta di ridurre tutti i fenomeni fisici ad una teoria dell'attrazione e della repulsione. Ad esempio la rifrazione, la cui legge scoperta da Snell era nota da più di un secolo, viene spiegata come la forza attrattiva esercitata da una parte di fluido sul raggio di luce quando questo obliquamente passa da un mezzo ad un altro con indice di rifrazione diverso, rendendola quindi dipendente dalla densità. La riflessione altrettanto viene spiegata come il risultato di una forza repulsiva esercitata dai materiali riflettenti sulle particelle di luce che quindi non toccano né attraversano la superficie di separazione tra i due

mezzi. Algarotti utilizza per giustificare queste due spiegazioni il fatto che, sulle orme di Empedocle di Agrigento, l'universo è permeato da forze attrattive e repulsive il cui equilibrio porta all'ordine, puntualizzando che la riflessione non potrebbe avvenire in altro modo perché, essendo le superfici tutte in una certa misura scabre, la concezione cartesiana di una riflessione elastica avrebbe portato ad una dispersione dei raggi impedendo la trasmissione di una figura nitida e allo stesso tempo spiegando le eccezioni della teoria della rifrazione, come ad esempio l'olio che pur essendo leggero dell'acqua ha un indice di rifrazione maggiore, affermando che i materiali infiammabili sono più affine alla luce e quindi hanno un maggior effetto su di essa.

### **Teoria moderna su rifrazione, diffrazione e riflessione**

Per spiegare nel dettaglio i fenomeni ottici citati sopra bisogna fare sempre la distinzione tra la teoria quantistica e quella classica. La teoria classica, ovvero la teoria di Maxwell, prevede un comportamento puramente ondulatorio della luce in quanto perturbazione del campo elettrico e magnetico. Interpretando la luce in tal modo la diffrazione è una conseguenza dal momento che è un fenomeno che si osserva con tutti i tipi di onde, anche con le onde meccaniche e con il suono. La diffrazione si ha quindi in presenza di ostacoli, infatti un esempio classico che si fa per spiegare la diffrazione è quello di un'onda che passa attraverso una fessura si osserva che a grandi distanze rispetto alla larghezza della fessura stessa. L'intensità dell'onda ha un andamento che segue una funzione di tipo seno cardinale quindi uno spettro differente rispetto a quello di un fascio di particelle classiche che invece produrrebbe soltanto una proiezione di quella che è la forma della fessura. La teoria quantistica invece prevede l'esistenza di particelle ma come postulato assume l'imprevedibilità della loro traiettoria e come grandezza calcolabile la probabilità che una particella si trovi in un certo luogo. Quindi la figura di diffrazione viene interpretata come la distribuzione di probabilità della singola particella che per un grande numero di particelle recupera la classica figura di diffrazione. Per quanto riguarda la rifrazione invece il fenomeno classicamente viene spiegato come una caratteristica intrinseca del materiale la quale appunto produce due effetti sull'onda che attraversa il materiale il primo è quello di uno smorzamento dell'ampiezza dell'onda stessa il secondo è uno sfasamento oltre che a una diminuzione della velocità della stessa. Classicamente l'indice di rifrazione è una grandezza che ha una parte reale e una parte immaginaria che svolgono le suddette funzioni. Nel caso quantistico la spiegazione è più complicata essendo un effetto dovuto alle proprietà atomiche del materiale. Per comprendere le proprietà ottiche del materiale bisogna considerare gli orbitali atomici che in un reticolo cristallino, che è il caso del prisma, hanno una formulazione non banale.

Il principio che c'è dietro è sempre legato ad un fenomeno di emissione. La riflessione, dal punto di vista ondulatorio si spiega con un'emissione classica da parte di un elettrone che viene perturbato dall'onda incidente. So serva che questa emissione possiede uno sfasamento rispetto a l'onda incidente, che

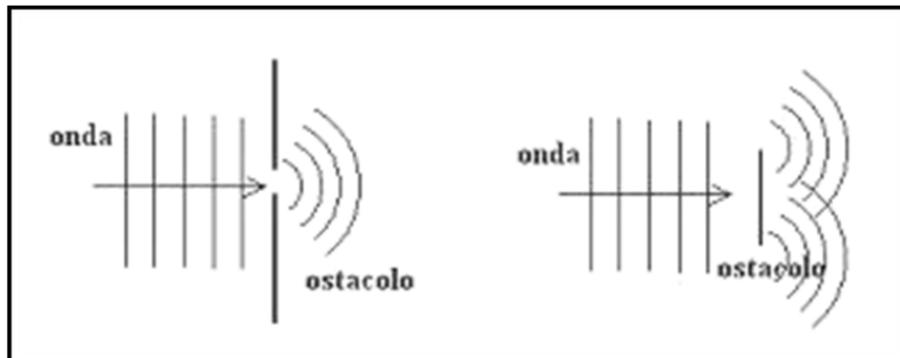


Figura 2.20: Schema esemplificativo della diffrazione nel caso della fessura e nel caso dell'ostacolo

provoca come effetto macroscopico la riflessione. Quantisticamente c'è sempre l'assorbimento delle varie lunghezze d'onda, questa volta però quantizzato ovvero a pacchetti discreti di energia. E' curioso scoprire come venissero date curiose spiegazioni che per quanto si discostino dalla teoria odierna, posseggono alla base uno sforzo di unificazione che non è dissimile da quello che ha guidato la fisica moderna.



Figura 2.21: Vignetta d'epoca che ritrae Newton all'opera con un prisma

### ***Capitolo 3: Spunti filosofici presenti nel "Newtonianismo per le dame"***

In questa parte tratteremo gli argomenti che nel libro si trovano nei capitoli 1, 2 e 3. Qui Algarotti espone e confuta la dottrina cartesiana dell'ottica e in generale la fisica cartesiana tutta. Nonostante ciò questo offre numerosi spunti di riflessione che verranno sviluppati nel seguente capitolo.



Figura 3.1: Renè Descartes, italianizzato "Cartesio", è stato l'iniziatore della corrente filosofica del razionalismo che lo colloca nell'olimpo dei filosofi dell'età moderna. Matematico soprafino a lui si deve la rappresentazione oggi nota come "piano cartesiano"



Figura 3.2: Nicolas Malebranche, filosofo di formazione clericale, si dedicò allo studio dell'opera di Cartesio emendandola dagli errori del suo maestro

#### **Sezione 3.1: Il sistema cartesiano**

Per prima cosa viene descritta la cosmologia cartesiana: Cartesio attribuisce la creazione dell'universo a delle particelle che vengono chiamate da Algarotti "della figura di un dado" i quali hanno un moto totalmente caotico e che si urtano tra di loro. Questi urti provocano una frammentazione di questi cubetti che diventano delle sfere chiamate da Algarotti "globetti"; essi vengono considerati da Cartesio una materia seconda, ovvero più grossolana, rispetto alla materia prima che è rappresentata dalle scorie provocate da i vari urti. Questa materia prima "aborret vacuum", per citare la massima scolastica, e riempie tutti gli spazi possibili. Infine, c'è una materia del terzo elemento che corrisponde

a delle scorie di forma irregolare, degli aggregati di materia del primo stato che svolgeranno un ruolo fondamentale nel sistema cartesiano. Concentrandoci sull'ottica, Cartesio attribuisce alla materia prima la nascita della luce perché dalle pressioni che questa materia prima, di cui sono fatte le stelle e in generale tutte le fonti di luce, esercita sui "globetti", che sono il mezzo attraverso cui la luce si propaga, scaturisce la reazione arriva fino all'occhio il quale porta l'informazione al cervello. La teoria del colore viene spiegata con la rotazione di questi "globetti", che viene acquisita quando questi urtano un materiale che imprime loro una certa velocità di rotazione. Quindi a seconda della velocità l'occhio percepisce un colore differente. La critica che Algarotti fa e che prima di Lui fece Newton si basa sul fatto che, propagandosi la luce in linea retta, il sistema cartesiano non riusciva a spiegare il caso in cui due osservatori guardassero due punti incrociati. Nel vertice in cui si incontrano i due raggi, argomenta Algarotti, il "globetto" che si trova in quella posizione può trasmettere il moto luminoso in una sola direzione, quindi uno dei due osservatori non sarebbe in grado di osservare il punto verso cui sta guardando. Prontamente, per risolvere questa contraddizione, emerge un altro cartesiano, Nicolas Malebranche. Questo filosofo revisionò la teoria cartesiana per ovviare al problema. Le modifiche apportate consistevano nel trasformare i "globetti" in unità estremamente mobili e fluide che consentissero un'oscillazione in più sensi. Quindi la luce non era più una pressione di materia sull'occhio, ma una vibrazione della materia sull'occhio. Analogamente alla teoria ondulatoria di Maxwell, Malebranche metteva in corrispondenza ad ogni colore la frequenza di oscillazione di queste onde.

### **Sezione 3.2: Teoria ondulatoria vs teoria corpuscolare**

A questo punto emerge un nuovo passaggio, forse il più interessante agli occhi un fisico moderno. Algarotti confuta la teoria malebranchiana dicendo che se la luce si comportasse come un'onda si avrebbero dei fenomeni propri delle onde meccaniche, come ad esempio il fatto che riescano a superare degli ostacoli. A sostegno di questa tesi Algarotti fa l'esempio di due ascoltatori che si trovano ai due lati di una collina e riescono a comunicare verbalmente nonostante l'ostacolo. Paradossalmente se la cosa avvenisse anche per la luce, sostiene Algarotti, non esisterebbe più la notte perché questa, diffondendosi in tutti gli emisferi della terra, renderebbe impossibile il buio. E' evidente che Algarotti non capisce di avere di fronte un altro esempio della diffrazione che abbiamo già trattato nel capitolo precedente. In generale è stato fatto un errore nel non riconoscere che tanto la diffrazione della luce quanto il superamento di un

ostacolo da parte del suono, possono essere ricondotti allo stesso tipo di fenomeno. Come abbiamo già detto la disputa tra teoria ondulatoria e teoria corpuscolare della luce si è protratta per più secoli fino alla formulazione della teoria quantistica dei campi, in particolare fino alla elettrodinamica quantistica che pone definitivamente la parola fine sulla questione, anche se che, in un certo qual modo, si pone a metà fra l'una e l'altra interpretazione. Questo passaggio mostra quanto poco fosse capita la diffrazione all'epoca, nonostante il precedente esperimento di Grimaldi (1665). Un attenuante d'altra parte è che all'epoca mancava la strumentazione per poter capire e osservare dei fenomeni che avrebbero potuto fare chiarezza sulla questione, ad esempio l'esperimento che successivamente farà da spartiacque, il famoso esperimento della doppia fenditura, sarà inventato da Young solo nel 1801. Il problema da un certo punto di vista è di carattere anche ideologico, perché dare un'interpretazione piuttosto che un'altra alla luce si collocava all'interno di un intero sistema filosofico. Infatti Algarotti non si limita soltanto alla confutazione dell'ottica cartesiana ma fa una discussione ampia anche sulla gravitazione universale e su quel conflitto che c'era con i vortici cartesiani.

### **Sezione 3.3: Confutazione della cosmologia cartesiana**

Cartesio spiega il moto dei pianeti in maniera che chiameremmo viscosa: il moto dei pianeti è analogo a quello di un oggetto un oggetto che si trova su un vortice in acqua, che quindi segue la direzione del il moto dell'acqua a causa della forza viscosa. Così quindi tutti i pianeti del sistema solare ruotano intorno al sole proprio perché il sole stesso genera questo moto vorticoso della materia seconda che poi induce il moto dei pianeti. La gravitazione di Newton di contro era una teoria formidabile e grazie ad essa era possibile derivare le tre leggi empiriche di Keplero che racchiudevano tutta la conoscenza sul moto dei pianeti ottenuta fin a quel momento. Quindi la teoria cartesiana fu completamente smontata per il fatto che tanto la luce quanto il moto dei pianeti non potevano non essere smorzati da questa materia seconda perché essendo questa materia puntiforme ed essendo la forza viscosa direttamente proporzionale al numero di particelle, queste avrebbero finito per fermare del tutto tanto la luce quanto i pianeti portando quindi ad uno scenario apocalittico della luna che cade sulla terra come citato nel passaggio:

*“Poiché egli è pure dimostrato che se la luna si muovesse in un luogo che pieno fosse di materia senza spazietto alcuno fra mezzo per quanto fluida sottile ed eterea finga sarebbe per siffatta maniera nel suo modo da occidente in oriente*



Figura 3.3: Christiaan Huygens, fisico e matematico olandese, si interessò, tra le altre cose, di fenomeni ondulatori e di calcolo infinitesimale



Figura 3.4: Joannes Kepler, italianizzato Keplero, astronomo tedesco, aderì al copernicanesimo e formalizzò le tre leggi omonime per sostenerlo. Si occupò anche di ottica e diede un notevole contributo alla materia

*ritardata che venendo ben tosto questo a languire e poi a mancare ha fatto costretta ad ubbidire la forza della gravità dall'alto del cielo precipitosamente rovinerebbe in terra e noi quaggiù la vedremmo non più dea triforme Qual la vegheggiamo ora ma peregrina e dal più bello dei suoi tre regni decaduta e non più l'ornamento del cielo tra gli amici silenzi della notte”*

In realtà la legge di gravitazione universale viene spiegata da Algarotti prima esponendo uno dei suoi più grandi trionfi, ovvero il calcolo della perturbazione delle orbite di giovè e saturno:

*“Niente, risposi io, fu più curioso per essi, e più glorioso insieme per il sistema newtoniano della congiunzione di Giove, e di Saturno che a cader venne nel principio di questo secolo di tanti avvenimenti gravido, e fecondo. Questi due grandi pianeti doveano avvicinarsi fra loro, il che per la grande vastità delle loro orbite, e per il tempo, che impiegano a descriverle, non viene così sovente. Se mai era sperabile di vedere gli effetti di questa vicendevole attrazione nel turbare, ed alterare i moti de’ pianeti egli lo era in quella occasione, in cui i due pianeti più possenti di tutto il sistema solare, si avvicinavano fra loro in una distanza però di più di 350 milioni di miglia.[.....] La curiosità adunque era grandissima, tanto più che il sistema newtoniano non era allora, si può dir, che*

*nascente, e che il tempo per cui la verità si avvalora, e svanisce l'errore, non aveva potuto ancora appresso il mondo decidere nulla in favor suo. Il turbamento, che Giove di tutti i pianeti più vasto, cagionò ne'moti di Saturno e quello che vicendevolmente questo pianeta e ci sono i satelliti di Giove, furono talmente considerabili che sfuggire non poterono all'osservazione, e il testimonio degli astronomi, anche il più male intenzionati, cui la diversità di opinione da una scommessa sostenuta doveva agevolmente far travvedere; e il signor Newton ebbe la consolazione di strappare dalla bocca, si può dire, dei suoi nemici stessi una così forte, e solenne conferma del suo sistema"*

E poi esponendo le caratteristiche principali che la contraddistinguono: la prima è che la legge si applica ad ogni singolo punto massivo, cioè ad ogni singolo punto della materia di cui il corpo è composto; la seconda è che la legge di Newton spiega i moti dei pianeti senza dover ricorrere agli epicicli, strumenti matematici di difficile trattazione ideati appositamente per spiegare il moto dei pianeti, che erano state utilizzate fino all'epoca di Keplero; nella terza si manifesta la scambievolezza, ovvero la reciprocità della forza attrattiva così come la terra attrae la luna così la luna attrae la terra con la stessa forza; infine con la quarta si fa un esempio in analogia con il suono con il calore e con l'odore rispetto alla diminuzione dell'intensità della forza con il quadrato della distanza :

*"La legge che nello indebolirsi a varie distanze del Sole viene dalla forza attrattiva osservata e quella medesima. Che osserva le altre qualità che da corpi si diffondono come l'odore il suono il calore e la luce che è quella che più di ogni altra ci appartiene"*

Per quanto riguarda la luce e il suono il risultato è notevole, perché sarà recuperato analiticamente solamente qualche decennio più tardi con i lavori di d'Alembert e Laplace.

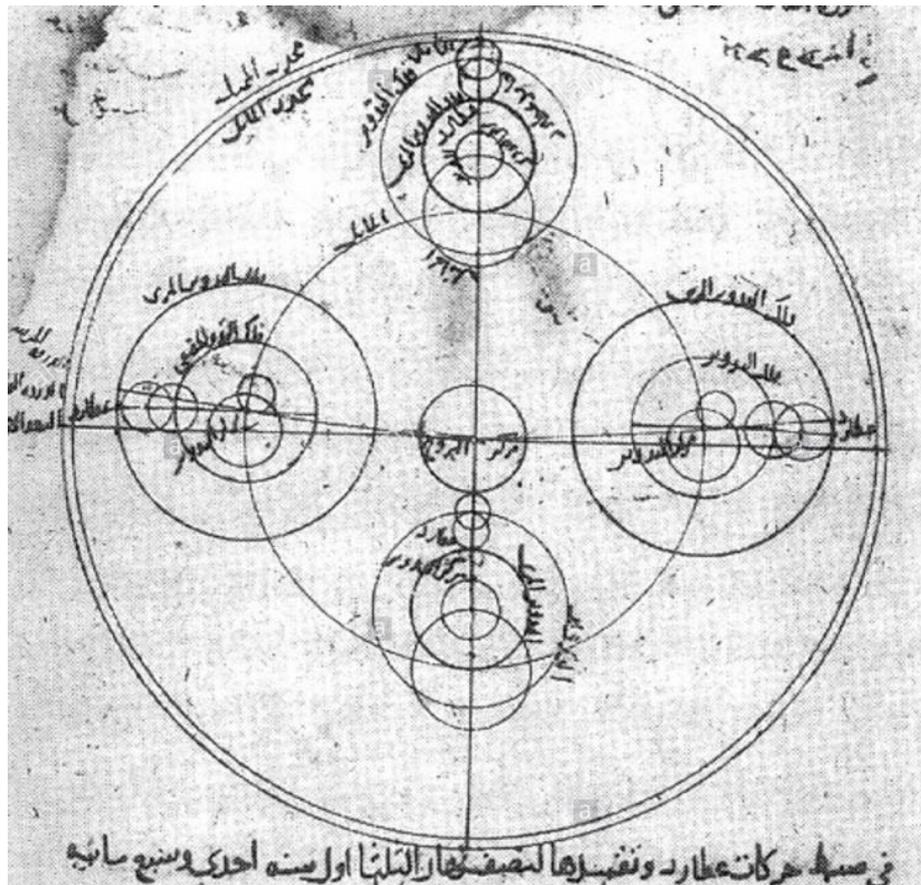


Figura 3.5: Tavola degli epicycli attribuita a Ibn Al-Sathir, filosofo e astronomo islamico. Questa illustrazione risale al secolo XIV e mostra tutta la complessità del sistema geocentrico

## ***Capitolo 4: La condanna del libro alla luce delle tendenze empiriste di Algarotti e dell'esperimento della pietra fosforica bolognese***

In quest'ultima parte cercheremo invece di sviluppare tutta la parte relativa alla teoria di Algarotti delle sensazioni e nello specifico un confronto diretto con la filosofia empirista di John Locke, alla luce della condanna da parte della chiesa. Inoltre cercheremo di dare una interpretazione alla rimozione delle parti censurate nell'edizione del 1752.



Figura 4.1: John Locke, filosofo inglese, nel suo trattato "Saggio sull'intelletto umano" propose un nuovo modo di indagare la conoscenza umana

### **Sezione 4.1: Cartesio e Locke**

Per fare un quadro generale non si può non parlare del dibattito che si accendeva aspramente in quegli anni tra empiristi e razionalisti. I razionalisti, il cui capostipite fu Cartesio, avevano una concezione dell'universo, della ragione e in particolare della nascita delle idee particolarmente distaccato dalla realtà: Cartesio sosteneva che esistono alcune idee innate, idee che appartengono a tutti gli uomini a prescindere dalla loro esperienza. Tra queste idee ovviamente c'era anche l'idea di Dio. Il razionalismo in generale non pretende di fornire una spiegazione in accordo con la realtà ma piuttosto un sistema che si diparte da pochi principi fondamentali:

*“E’ stato detto, rispos’io, i matematici essere come gli amanti, i quali per poco che voi loro accordiate da principio, se ne fanno così bene approfittare, che insensibilmente la vi riconducono, dove non avrete mai pensato”*

in cui si capisce che i razionalisti tendono ad avere una concezione purista del pensiero, nel senso che la vera conoscenza si può e si deve ottenere solo lasciando completamente da parte tutto quel bagaglio di esperienze, sperimentazioni e sensazioni che rappresentano la percezione del mondo reale: proprio perché i sensi venivano considerati come uno strumento fallibile a maggior ragione la verità poteva essere ottenuta solamente escludendo tutto ciò che dai sensi proveniva. Degno di menzione è l’esperimento delle due canne di Cartesio che viene utilizzato come prova della fallibilità dei sensi:

*“Immaginatevi, dic’egli (Cartesio), di avere due canne in mano l’una nella destra, l’altra nella sinistra incrociate insieme e, di camminare ad occhi chiusi per queste stanze con quelle due canne innanzi. Non v’ha dubbio, che quelle cose, che voi sentirete con quella canna, che avete nella man destra, e che per mezzo di essa vi premeranno la medesima mano destra, voi direte essere a sinistra, e similmente quelle, che sentirete con l’altra, che avrete una mano sinistra, direte essere a destra”.*

L’esclusione da parte di Cartesio dell’esperienza dal processo di produzione della conoscenza arriva al punto che egli considera l’anima stessa composta di una materia che non è discernibile con i sensi come la “res extensa”, ovvero tutto ciò che noi possiamo toccare e percepire che è dotato di estensione, ma di una sostanza chiamata “res cogitans”, una materia di un altro tipo che evidentemente possiede questa capacità di pensare come caratteristica che la contraddistingue. Inoltre questa “res cogitans” potrebbe idealmente anche esistere senza un corpo senziente e il suo stesso esistere consiste nello svolgere la propria azione di pensare. Al contrario gli empiristi, che per la maggior parte si rifacevano a Locke, avevano una concezione diametralmente opposta: se per Cartesio l’idea nasce dalla Res cogitans e solo dopo trova un confronto con la realtà. Questo rende il sistema cartesiano in grado di spiegare qualsiasi fenomeno, attribuendone le cause principi non tangibili, guadagnandosi un paragone, da parte di Algarotti, alquanto bizzarro ma che rende perfettamente l’idea:

*“Insomma egli sarà come un palazzo incantato, dove voi non avrete che a domandare, e subito vi comparirà ciò, che avete domandato”.*

Nella visione empirista invece è la realtà stessa che invece influenza e fornisce il materiale alla coscienza. In parole semplici l'empirismo prevede comunque che la coscienza sia in grado di pensare, ma sia in grado di farlo solo e soltanto dopo aver acquisito una serie di sensazioni e informazioni, in una parola: esperienze. Queste forniscono il materiale su cui si articolano poi pensieri.

#### **Sezione 4.2: L'adesione all'empirismo da parte di Newton e Algarotti**

Tornando a Newton e Algarotti, la questione diventa quindi capire in che modo e in che misura i due personaggi che stiamo studiando si siano lasciati influenzare da John Locke, il padre dell'empirismo. Per quanto riguarda Newton si può dire tranquillamente che tutta la sua vita scientifica è votata a questa filosofia perché il metodo di indagine di Newton è figlio di Galileo, delle sue "sensate esperienze" e del suo metodo scientifico di cui, da un certo punto di vista, l'empirismo di Locke rappresenta una estensione agli altri campi della filosofia come l'etica e la logica. All'epoca poi era molto forte la rivalità tra inglesi e francesi in campo scientifico, il che, agli occhi di un Newton, faceva apparire Cartesio come un nemico straniero da confutare. Nonostante ciò Newton, da buon scienziato, lesse e studiò lo stesso gli scritti di Cartesio per poterlo scientemente valutare. Il nostro Algarotti invece non fu mosso propriamente da queste motivazioni per spingersi verso una concezione empirista. Probabilmente approfondì la dottrina per conto proprio durante i suoi viaggi all'estero, sotto l'influenza dei personaggi con cui era a contatto, ma avendo già avuto un'infarinatura durante il periodo di studio a Bologna. Abbiamo già menzionato il fatto che i suoi mentori fossero a conoscenza del suo interessamento verso questo tipo di filosofia, pur non approvando questi studi più per proteggere il giovane studente che per il contenuto effettivo dell'empirismo. Il risultato fu che Algarotti dovette ben presto fare i conti con la censura, visto che la prima edizione del "Newtonianismo per le dame" fu messa all'indice probabilmente proprio per questo motivo. Di fatto Algarotti nel secondo capitolo del suo libro parla diffusamente dell'empirismo: in questa parte lui si concentra sulla teoria delle sensazioni e di come l'uomo sia in grado di conoscere il mondo esterno, citando, ma senza mai chiamarlo con questo nome, il "Problema di Molyneaux". Questo problema fu trattato anni prima anche da Locke, la cui soluzione è condivisa da Algarotti. Il quesito nacque da William Molyneux il quale aveva una moglie che divenne cieca. Questo diede l'idea a Molyneux per un esperimento mentale basato sulla percezione sensoriale, questa è la sua descrizione: ipotizziamo che un uomo sia nato cieco e quindi crescendo impari a fare esperienza e conoscere

il mondo attraverso tutti gli altri sensi, tatto compreso. Quest'uomo sarà in grado senza dubbio di distinguere un oggetto sferico da uno cubico utilizzando il tatto. A questo punto poniamo che, istantaneamente, quest'uomo riacquisti la vista: sarà in grado solo con l'utilizzo della vista di dire quale sia l'oggetto cubico o quello rotondo posti su un tavolo distante da lui? Questa domanda rappresentò un vero e proprio rompicapo per i filosofi dell'epoca perché, come si può intuire, i razionalisti, essendo innatisti, propendevano chiaramente per una risposta affermativa, visto che se un'idea è già presente nella coscienza non ha bisogno di esperienza per poter essere applicata ad un oggetto. Al contrario, gli empiristi, non avendo l'uomo nessun tipo di esperienza con il senso della vista, pronosticavano un risultato negativo. Come già detto precedentemente, Algarotti aderisce all'empirismo e sostiene che la suddetta distinzione non sarebbe potuta avvenire, almeno non prima di aver fatto esperienza. Le due teorie però hanno potuto ricevere una conferma sperimentale soltanto nell'ultimo secolo, poiché si è resa necessario il progresso della medicina per poter restituire la vista a dei soggetti nati ciechi. In definitiva gli studi effettuati hanno dato una chiara prevalenza alle teorie empiriste: i soggetti non erano in grado di distinguere con la vista quali fossero gli oggetti che invece conoscevano molto bene attraverso il tatto. Allo stesso modo però, Algarotti non spinge l'empirismo all'estremo e se ne dissocia, come in questo passaggio:

*“Ma che male in grazia ne seguirebbe egli a dire, che ogni uomo vedesse il mondo differentemente dagli altri? a dire anco che questo mondo non vi è di sorte alcuna, e che tutti questi corpi, questo sole, queste stelle, e queste Marchese non sono che sogni apparenza? V'a chi dice, che basta aver dormito una sola volta in vita sua per esserne convinto; cosicchè nel tempo che alcuni disputano in qual maniera questo mondo debba essere, alcuni altri negano il detto che egli vi sia. Io benché abbia dormito più d'una volta, non vi predicherò certamente un sistema, che vorrebbe vicendevolmente distruggerci l'un l'altro!”*

Quindi rifiuta in maniera piuttosto marcata quell'empirismo scettico che sarebbe nato ad opera di Berkeley e Hume, in cui venivano messi in crisi anche l'esistenza del mondo e del principio di causalità dal momento che, da un certo punto di vista, si potrebbe dire che il mondo esiste in quanto noi lo percepiamo. Per risolvere questo paradosso bisognerà attendere Kant che darà un giudizio chiaro su quella che è la libertà e il potere della ragione. Tornando al “Newtonianismo per le dame” l'empirismo svolge un ruolo fondamentale proprio perché, mettendo in dubbio l'idea innata di Dio e facendo apparire storicamente per primo il fatto che la religione possa essere solo frutto dell'esperienza o dell'educazione, potrebbe essere proprio la causa per cui il Newtonianismo per le

dame fu messo all'indice. Di sicuro all'indice dei libri proibiti erano state inserite, per questo motivo, le opere di Locke, ma anche gli scritti del suo omologo razionalista subirono la stessa sorte. Algarotti, da canto suo, cercò di mediare inserendo, senza mai nominarlo, le idee l'uno e confutando apertamente l'altro. Questa strategia però non portò all'effetto sperato. Infatti nelle successive edizioni il secondo capitolo scompare, e viene completamente censurata la parte in cui Algarotti parla del esperimento di Molyneaux ed il modo in cui vengono percepite le sensazioni mentre si limita ad escludere il fatto che il mondo sia solo frutto delle percezioni e non entra nel merito della discussione.

### **Sezione 4.3:La Questione della pietra fosforica**

Un'altra motivazione plausibile per cui il Newtonianismo fu messo all'indice può essere quella riguardante la questione della pietra fosforica già menzionata nel primo capitolo. Questa pietra fosforica fu oggetto di studio all'interno dell'Istituto delle scienze di Bologna e anche Algarotti si interessò a questo esperimento. Dal brano che segue è possibile vedere come Algarotti, nel porso di fronte alla fenomenologia della pietra, dia un vero e proprio saggio di metodo scientifico:

*“Se fosse stato per esempio, proposta ad un antico, se il fosforo di Bologna riluca di una luce propria, oppure di una luce altrui; Dio sa quante follie egli avrebbe detto la ragion consultando, la dove un moderno con una sola esperienza ha posto la cosa fuor d’ogni quistione.... Ora la quistione, continui io, si riduce a sapere, se questo fosforo altro non faccia, che ricever dentro a se ed imbeversi del lume a cui egli è esposto, onde poi portato al buio risplenda di una luce non sua, ovvero se il lume esterno ponga in tale agitazione le sue parti, che una luce ch’egli contenga dentro a se venga, per così dire, a sprigionarsi, e fuori dal suo seno si scagli, ond’egli risplenda di una luce sua propria; il che molto più onorevole gli farebbe e con più ragione meritare farebbe egli il bel nome, che e’ porta. Il moderno adunque scelse una sorta di lume, a cui esporlo, che doveva sicuramente farsi riconoscere, se gli se ne imbeveva, e manifestare in tal maniera il furto di questo novello Prometeo. Io veggio già, disse la Marchesa interrompendomi, ciò che il moderno ha fatto. Egli ha posto il fosforo in un dei colori dell’immagine per vedere s’egli col lume ne acquistasse anche il colore. S’egli l’acquista, manifesta cosa è, ch’egli del lume esterno si imbeve, e risplende di una luce non sua; se poi non lo acquista, essendo che colori sono immutabili, e non soffrono alterazione alcuna; il lume altro non fa che agitare le sue parti, e sprigionarne, come voi dicevate, la luce, ond’egli risplenderà d’una luce sua*



Figura 4.2: Immagine della pietra fosforica bolognese (solfuro di bario), fu scoperta all'inizio del '600. Goethe vedendola nel suo viaggio in Italia ne fu talmente affascinato da citarla ne "I dolori del giovane Werther"

*propria, e non altrui, e piuttosto, che a Prometeo rassomigliarlo converrebbe al sole stesso"*

La verità è che non fu tanto l'esperimento della pietra fosforica ad affossare Algarotti, quanto il fatto che questo esperimento riaccendeva quella diatriba con il Rizzetti sull'ottica Newtoniana perché: per poter spiegare l'effetto della pietra fosforica, bisognava inevitabilmente abbracciare o meno la teoria dell'ottica di Newton. Forse l'eccessiva vicinanza temporale degli esperimenti e della disputa con Rizzetti, avvenuta negli anni della pubblicazione della prima edizione dei commentarii, con la pubblicazione del "Newtonianismo" produsse questo ulteriore effetto di censura. Nelle edizioni successive Algarotti menziona solo di sfuggita in una frase molto stringata l'esperimento della pietra fosforica, ancora una volta senza minimamente addentrarsi nella questione.



**Figura 6: Famosa incisione di William Blake che ritrae Newton come architetto dell'universo. Nella sua opera Blake vede Newton, Locke e Bacone come l'incarnazione maligna del materialismo e della ragione. Nell'opera Blake vuole evidenziare come la ragione e il materialismo rendano l'uomo chiuso su se stesso e incapace di indagare liberamente il mistero dell'esistenza umana**

## ***Conclusioni***

In conclusione dopo aver effettuato un'analisi approfondita emerge chiaramente che il "Newtonianismo per le dame" non è un libro leggero, ma un libro che è permeato di argomenti d'avanguardia per il suo tempo. La vastità delle tematiche trattate e il contesto in cui è stato pubblicato non lo rendono un semplice libro di intrattenimento. Volendo estrapolare i concetti più importanti, oltre le teorie sulla luce di cui abbiamo precedentemente discusso, non si possono tralasciare il metodo scientifico, gli apparati sperimentali dell'epoca e la lingua in cui è scritta l'opera. L'esaltazione del metodo scientifico come strumento di emancipazione della scienza moderna dai dogmi del passato è sicuramente il tema cardine della trattazione. A tal proposito si può dire che il personaggio di Galileo è presente e viene menzionato più di una volta. Algarotti lo esalta in quanto fondatore del metodo stesso e primo personaggio in grado di contrastare l'autorità degli antichi pur trovandosi di fronte l'ostilità della Chiesa. Quello che Algarotti apprende da Galileo è la concezione della scienza come una lettura del libro della natura come appare nei seguenti passaggi:

*"L'ipotesi, o immaginari sistemi non ponno la lunga sostenersi a fronte delle esperienze chiamate con ragione da un grand'uomo che le esaltò forse più di quel che poi le seguisse, naturali rivelazioni"*

*"Manuscritti originali, ed autentici della natura sono le osservazioni e le esperienze, le quali con rovesciare che hanno fatto tanti bei sistemi, c'istruiscono tutto il giorno a dovervi pensare il meno, che sia possibile, che io metto in conto di un gran beneficio, che fanno al genere umano alleggerendolo di non picciola fatica. Ma gli uomini per isventura loro si ostinano a non riconoscerlo, e a voler perdere tempo inutilmente"*

È presente in tutta l'opera un elogio del metodo scientifico e del progresso della scienza moderna. Il confronto con gli antichi emerge spesso e in questo passaggio emblematico Algarotti fa il punto della situazione sui traguardi raggiunti dall'astronomia moderna rispetto a quella degli antichi greci:

*"Talete milesio fu considerato in Grecia come un dio per aver predetto l'anno in cui doveva succedere un'eclissi di Sole, cioè in cui la luna doveva tra esso, e noi frapporsi, ed in tal modo occultarcelo. Perfezionata si l'astronomia di mano in mano, ciò, che avria fatto ergere un tempio ad un Talete, non potrebbe, che far disonore ad un Halley, ad un Cassini, o ad un Manfredi. Si esige ora dall'osservatorio il minuto preciso in cui succederà l'eclissi, e la sua quantità*

*precisa, che vale a dire, se la luna occulterà tutto il Sole, o parte di esso, e quanta precisamente sarà da parte occultata”*

Inoltre metodo scientifico viene elogiato anche perchè l'unità di misura diventa vitale per il confronto nella comunità scientifica. I sensi infatti sono fallibili per natura e la percezione è un qualcosa di individuale:

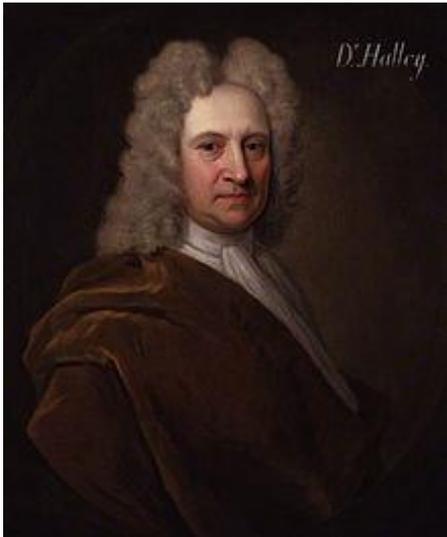


Figura 5.1: Ritratto di Edmond Halley, astronomo, fu lo scopritore della cometa che porta il suo nome

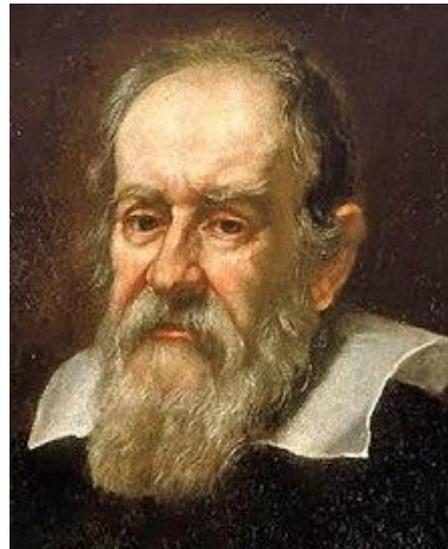


Figura 5.2: Ritratto di Galileo, l'inventore del metodo scientifico. Newton deve molto al suo contributo alla meccanica

*“Ma che poi ad una certa disposizione di parti in un corpo corrisponda in tutti gli uomini la medesima idea, di questo io non vi posso assicurare. Chissà, che le foglie di questa alberi, che io veggio in un colore, che io chiamo verde, voi non lo vedete di un colore che io chiamerei rosso, o giallo, o di qualche altro colore di cui per avventura io non ho idea?”*

poi si espone il ruolo universale della misura e della convenzione:

*“A voi, e a me è stata mostrata da principio una certa misura, la quale benché voi vedeste di una grandezza, ed io d'un'altra, tutti e due però accordiamo chiamar piede, che c'è stato detto quella tal misura così chiamarsi dagli uomini”*

Nonostante sia un testo scritto nel 1736 il “Newtonianismo per le dame” è un testo che contiene numerosi spunti, che ancora oggi risultano di estremo interesse. Ciò che appare è strabiliante agli occhi di un fisico moderno e

sicuramente l'ingegnosità di questi scienziati che pur disponendo di apparati sperimentali che oggi definiremmo a di poco, riuscirono a produrre un corpus di teorie estremamente elaborato. La camera oscura, i prismi e le lenti convesse misero in luce dei problemi, come la natura corpuscolare e ondulatoria della luce, che faranno da spartiacque nei secoli successivi. Per quanto riguarda questo passaggio, si aveva già la consapevolezza di poter sfruttare le eccezioni delle teorie in voga come fonte di scoperte. Algarotti lo dice espressamente nel seguente passo:

*“L'eccezione, risposi io, di questa sorta, altro propriamente non sono, che novelle verità che dalla scoperta nascono di molte cause, che insieme combinate concorrono per lo più a produrre un certo effetto”*

Il rapporto dello scienziato con il proprio esperimento e con la propria teoria era un rapporto intimo, traspare un forte desiderio di scoperta e una voglia di rivalse nei confronti dell'immobilismo scientifico del passato. Questo fervore cambierà notevolmente nei secoli successivi: ad esempio dall'800, con lo sviluppo dell'industria di apparati sperimentali, il rapporto tra esperimento e sperimentatore sarà sempre più formale. Un'altra caratteristica importante è la lingua in cui è stato scritto il libro. All'epoca i trattati scientifici erano scritti in latino, che di fatto era la lingua ufficiale della comunità scientifica. La scelta dell'italiano implica la volontà dell'autore di garantire la maggiore diffusione possibile al suo libro nelle varie corti piuttosto che nella comunità scientifica. L'intento quindi era quello di far circolare le idee scientifiche anche ai profani della materia. È curioso come già 400 anni prima Dante, che pure è citato nel “Newtonianismo per le dame”, utilizzò lo stesso stratagemma della lingua per garantire alla Divina Commedia una maggiore diffusione tra le signorie e i principati dell'epoca.

Per concludere, un passo emblematico che racchiude, forse meglio di tutti gli altri, lo spirito dell'opera. Algarotti fa una professione di limitatezza del pensiero umano affermando che l'uomo sta indagando l'universo con degli strumenti nuovi che offrono delle prospettive mai contemplate prima di allora:

*“Noi siamo fanciulli ancora in questo vasto universo, e ben lontani dall'aver della materia un'idea completa, e di poter pronunziare quali proprietà le competano, e quali altre no. Noi vediamo i corpi a un dipresso come li vedrebbe un uomo, a cui i sensi fossero stati dati a poco a poco”*

## ***Bibliografia***

- “Anatomie Accademique” Vol.2, W.Tega, Il mulino,1986
- “Newtinianismo per le dame”, F.Algarotti, Napoli, 1737
- “Dialoghi sopra l’ottica Neutoniana”, F.Algarotti, Torino, 1977
- “Opticks”, I.Newton, Londra, 1730 (4ª ed.)



**Figura 7:** Dipinto di Testelin raffigurante l'incontro tra il re Luigi XIV e i membri dell'Accademia delle Scienze di Francia

## **Sommario**

Introduzione .....	2
Capitolo 1: La figura di Algarotti e l’Istituto delle scienze di Bologna .....	4
Sezione 1.1: Il ruolo dell’Istituto .....	4
Sezione 1.2: Il personaggio Algarotti .....	8
Sezione 1.3: Il libro.....	9
Capitolo 2: Esperimenti e teoria di Newton sulla luce trattati da Algarotti nel “Newtonianismo per le dame” .....	12
Sezione 2.1: Descrizione degli esperimenti e loro interpretazione alla luce della teoria moderna sulla luce .....	12
Esperimenti di Critica del Grimaldi .....	12
Teoria moderna sulla scomposizione della luce bianca .....	14
Esperimenti sulla differente rifrangibilità .....	15
Teoria moderna sulla differente rifrazione di onde monocromatiche .....	15
Esperimenti contro le teorie dei raggi del cielo e del sole .....	16
Esperimenti sulla messa a fuoco con l'utilizzo di lenti convesse. ....	16
Teoria moderna sull’effetto delle lenti sulla luce .....	17
Esperimenti sulla unione dei colori attraverso lenti convesse .....	18
Teoria moderna sulla sovrapposizione dei colori e sul funzionamento dell’occhio .....	21
Esperimenti sulla spiegazione della differente rifrangibilità .....	22
Teoria moderna sulle proprietà delle varie onde monocromatiche.....	23
Sezione 2.2: l’interpretazione teorica della rifrangibilità data nel Newtonianismo per le dame.....	23
Sezione 2.3: Teoria Newtoniana sulla luce e sua interpretazione moderna.....	27
Teoria moderna su rifrazione, diffrazione e riflessione .....	29
Capitolo 3: Spunti filosofici presenti nel “Newtonianismo per le dame” .....	32
Sezione 3.1:Il sistema cartesiano.....	32
Sezione 3.2: Teoria ondulatoria vs teoria corpuscolare.....	33
Sezione 3.3: Confutazione della cosmologia cartesiana .....	34
Capitolo 4: La condanna del libro alla luce delle tendenze empiriste di Algarotti e dell’esperimento della pietra fosforica bolognese .....	38
Sezione 4.1: Cartesio e Locke .....	38
Sezione 4.2: L’adesione all’empirismo da parte di Newton e Algarotti .....	40
Sezione 4.3:La Questione della pietra fosforica .....	42
Conclusioni .....	45
Bibliografia .....	48