

Capitolo II

L'Ottica diventa adulta Parte terza: Isaac Newton

Ci rimane da tratteggiare l'opera e la figura di Newton che portò grandissimi contributi sperimentali all'ottica, anche se fu molto più importante come matematico, fisico e e meccanico celeste.

Isaac **Newton** (Woolsthorpe, 1642, † Londra, 1727) nasce proprio l'anno della morte di Galileo.¹ Il padre di Newton era un agiato possidente del Lincolnshire, dove il cognome Newton è molto diffuso, il quale purtroppo morì pochi giorni prima della nascita del figlio. La madre, Hannah Ayscough, si risposò nel Gennaio 1646 con un ricco ed anziano Vicario (Barnabas Smith) di un vicino villaggio, anch'egli da poco vedovo, con cui andò a convivere e da cui ebbe due figlie ed un figlio; la figlia più giovane venne chiamata Hannah (Smith) come la madre. A Woolsthorpe si trasferirono i nonni materni che ebbero cura di Isaac sino al 1653 quando Hannah nuovamente vedova fece ritorno a casa. Già l'anno successivo il ragazzo venne iscritto alla King's School di Grantham diretta da un laureato del Pembroke di Cambridge, H. Stokes, che eserciterà una influenza benefica sul suo avvenire. Questa insolita infanzia ed adolescenza, simili a quelle di Hooke, possono spiegare il carattere del Nostro, riservato, sospettoso, nevrotico e piuttosto insofferente di confronti e critiche ed anche un poco misantropo.

¹ Veramente Newton nacque il 25 Dicembre del 1642 secondo il calendario Giuliano ancora in vigore in Inghilterra, ma secondo il calendario Gregoriano la sua data di nascita sarebbe 4 Gennaio 1643.

Benchè Woolsthorpe non sia molto lontana da Grantham, Newton fu messo a pensione dal locale farmacista, Mr. Clark, la cui moglie aveva un fratello *fellow* del Trinity di Cambridge, il Dr. H. Babington. La scuola di Grantham, dove oltretutto la matematica era pressochè ignorata, interessò ben poco Isaac che sviluppò le sue qualità di autodidatta leggendo i libri ereditati dal patrigno e quelli del farmacista Clark. Fu affascinato dal reagentario e dalle preparazioni del farmacista e qui nacque il suo duraturo interesse per la chimica. Newton ragazzo si fece una reputazione quale costruttore di aquiloni, lanterne, giocattoli e modelli meccanici, però già allora rivelò un carattere chiuso ed altezzoso. Strinse una duratura affettuosa amicizia con la figliastra di Clark, Catherine Storer; se era misantropo, non era misogino come verificheremo anche in seguito.

Nel 1658 la madre decise di ritirare Isaac dalla scuola malgrado i tentativi di dissuasione del preside Stokes; Hannah riteneva infatti che il figlio dovesse occuparsi degli ormai cospicui possedimenti della famiglia. Dopo due anni dovette però rassegnarsi, per la svogliatezza di Isaac e per le insistenze di Stokes ed altri, a lasciarlo ritornare a Grantham perchè potesse prepararsi per l'ammissione all'Università. Tuttavia si dimostrò ben poco generosa, lesinando deliberatamente i fondi al figlio che poté iscriversi il 5 Giugno 1661 al Trinity College di Cambridge, ma come *subsizer* e poi dopo sei mesi come *sizer*. Questi costituivano le categorie più umili di studenti che dovevano fare da servitori agli studenti agiati, *fellow-commoners* e *pensioners* in grado di pagare rette al College, oppure dovevano servire un *fellow*, eventualmente loro tutore. I primi due anni a Cambridge dovettero essere piuttosto mortificanti per il Nostro: alla frustrazione per la parsimonia della madre si aggiungevano il fatto di essere due anni più anziano dei suoi compagni e la mancanza di insegnamenti matematici nei programmi dei primi due anni del corso di baccellierato. Il curriculum era più o meno quello accennato sopra a pagg. 7 –8, con l'inclusione del greco classico, pressochè sconosciuto in Europa nel XIII secolo. Si fece una preparazione matematica, non sistematica, da autodidatta. Avrà però la grande fortuna di diventare allievo di Isaac Barrow non si sa esattamente per raccomandazione di chi,

probabilmente del Dr. Babington, dal 1667 *senior fellow* del Trinity, e di altri parenti ed amici dei Clark di Grantham e della stessa famiglia Ayscough.

Isaac Barrow (Londra, 1630, † ivi 1677) era amante delle allegre compagnie e gran viaggiatore. Nel 1655 era *fellow* al Trinity College da cui si allontanò sino alla Restaurazione viaggiando per l'Europa. Nel 1660 divenne nuovamente titolare della cattedra di *Regius Professor* di greco, da cui era stato escluso per motivi politici, e nel 1662 – 64 fu anche *Gresham Professor* di geometria a Londra. Dal 1664 al 1669 fu *Lucasian Professor* di matematica a Cambridge, cattedra che non era compatibile con altri incarichi accademici. Tale cattedra era stata istituita da Henry Lucas, *fellow* del St. John's e membro del Parlamento. E' chiaro che Barrow spaziò per una varietà di discipline veramente inusuale. Sembra però che le sue lezioni Lucasiane fossero frequentate da ben pochi studenti. Nel 1669 rinunciò alla cattedra e si dedicò ai suoi doveri ecclesiastici; aveva ricevuto gli ordini ecclesiastici e si era fatto una certa fama come (prolisso) predicatore. Dopo essere stato cappellano di Carlo II, dal 1672 al 1677, anno della sua morte, fu preside del Trinity College. Negli anni 1663 – 69 tenne anche lezioni di ottica, raccolte e pubblicate da Newton, senz'altro il suo miglior allievo: *Lectiones XVIII Cantabrigiae in Scholis publicis habitae*. E' stato detto che il suo maggior merito scientifico fu di avere riconosciuto le capacità di Newton, ma l'affermazione è del tutto gratuita poichè Barrow fu un buon matematico.

A dire il vero Barrow non potè rendersi subito conto delle doti del suo allievo il cui tutore, un certo Benjamin Pulleyn professore di greco, lo indirizzò a lui (Aprile 1664) per sostenere l'esame che gli avrebbe permesso di presentarsi per il conseguimento del baccellierato l'anno successivo. L'esito non fu brillante poichè l'interrogazione riguardò essenzialmente Euclide, da Newton trascurato, su cui Barrow aveva pubblicato addirittura un trattato. Tuttavia il Nostro, che invece conosceva bene Cartesio, fu promosso e nel 1665 conseguì il diploma, ma con una votazione di seconda classe.

Nel 1665 scoppiò la peste e l'Università di Cambridge rimase chiusa, quasi ininterrottamente, per due anni. Isaac ritornò a casa e questi due anni di " withdrawal and return " furono incredibilmente fecondi : secondo quanto egli stesso affermò ebbe le grandi intuizioni dell'ottica, del calcolo e della gravitazione; il 1666 in particolare fu il suo *annus mirabilis*. Però per lunghi anni non pubblicò alcunchè sia delle sue intuizioni che delle successive ricerche sperimentali ed il perchè rimane un mistero. L'anno del suo ritorno a Cambridge segnò l'inizio di una carriera folgorante (bisogna dire che l'epidemia aveva liberato parecchi posti da *fellow*). Nel Settembre del '67 fu accettato come *minor fellow* e l'anno dopo come (*major*) *fellow* al Trinity College dopo avere ottenuto la laurea di *Master of Arts* . Era ormai intimo collaboratore di Barrow che nel 1669 lasciò libera per volontarie dimissioni la sua cattedra appoggiando autorevolmente la candidatura di Newton che fu quindi il secondo Lucasian professor of Mathematics (l'attuale titolare è St. Hawking). Le sue lezioni, di ottica e matematica, non si può dire siano state popolari: spesso trovava l'aula deserta ed allora si limitava a parlare ai muri per un quarto d'ora e quindi se ne tornava al suo alloggio.

Nel 1669 Newton aveva ormai una preparazione matematica d'avanguardia ed inoltre gli alloggi che occuperà successivamente a Cambridge saranno laboratori veri e propri pieni di strumenti ottici e di attrezzature chimiche artigianali. Dal 1663 condivise per vent'anni i suoi alloggi con un certo John Wickins che finirà per fargli da assistente; Wickins diventerà anch'esso *fellow*, ma nel 1683 abbandonerà la carriera universitaria per abbracciare quella ecclesiastica e sposarsi. Particolare curioso: Wickins non solo non scrisse mai alcunchè riguardo il suo sodalizio ventennale col Nostro, ma i suoi primi biografi non riuscirono ad averne alcun particolare dal figlio.

Le prime ricerche di ottica del Nostro, a partire dal 1666, riguardano la natura e le proprietà dei raggi "colorati ". Newton avrà senz'altro dato notizia a qualche collega di parte almeno dei risultati da lui già ottenuti , però le sue *Lectiones opticae* furono pubblicate postume. Fu infatti

sua abitudine dilazionare moltissimo la pubblicazione dei risultati dei quali dava forse notizia a poche persone lasciando i manoscritti nel cassetto. Gli inediti di Newton costituiscono un corpus notevolissimo, come quello di Leibnitz; ancora negli anni trenta del Novecento (1936) una consistente collezione di inediti, seconda parte della collezione contessa Portsmouth (*vide infra*, pag. 35) fu esitata da Sotheby's ed acquistata dal prof. Keynes che la donò alla biblioteca del King's College. Una prima parte della collezione era già stata donata alla biblioteca.

La prima comunicazione pubblica dei risultati sulla dispersione fu un articolo di sole 12 pagine, pubblicazione di taglio decisamente moderno, comparso nel settimo volume delle *Philosophical Transactions*, organo della Royal Society, nel **1672** : *Theory of light and colours*. Una seconda memoria, inviata alla R.S. nel 1675, comparirà nel **1676** e riguarderà i fenomeni di colorazione presentati da lamine sottili di materiali trasparenti e dalle coppie di lente piano-convessa e lamina a facce piano-parallele, i famosi anelli di Newton. La seconda nota è articolata in due parti: *An hypothesis explaining the properties of light – Discourse of observations* .

La prima nota fu inviata a H. Oldenburg segretario della Royal Society il 6 Febbraio 1672, un mese dopo l'ammissione del Nostro alla stessa, e venne letta due giorni dopo. In essa vengono esposti i risultati sperimentali sulla rifrazione, in parte già ben noti, ma ripresi con grande rigore sperimentale ed interpretati metodicamente. Il Nostro spiega come nel 1666 avesse praticato un *piccolo* foro negli scuri della sua camera ed avesse rifratto la luce con un prisma osservandone lo spettro sul muro di fronte. Con sua sorpresa osservò la formazione di una chiazza policroma oblunga anzichè circolare come si sarebbe aspettato. Con tutta una serie di accorgimenti, impiegando anche due prismi in successione, riuscì a dimostrare che “ La causa di quella disposizione oblunga non era una irregolarità accidentale ” e nemmeno dovuta a traiettorie incurvate dei raggi. Usando sia la radiazione bianca che radiazione (molto parzialmente) monocromatizzata con prismi, potè concludere che “ I colori sono proprietà originarie e connaturate dei diversi raggi. Al medesimo colore

corrisponde sempre lo stesso grado di rifrangibilità e viceversa e queste due caratteristiche *non possono essere mutate* per rifrazione o riflessione da corpi naturali nè per altra causa. Il bianco è il colore usuale della luce, aggregato di raggi diversamente colorati ". Anni dopo nell'*Opticks* puntualizzerà questa affermazione (*vide infra*).

In questa prima nota le considerazioni sulla natura della luce sono piuttosto marginali, ma traspare l'ipotesi corpuscolare. Dobbiamo qui anticipare che per Newton il " raggio " vuol dire la più piccola particella di luce. Hooke, cui era stato affidato più o meno il ruolo di " referee " , obiettò in primo luogo che la propria ipotesi di impulsi ondulatori della materia era più soddisfacente e, in secondo luogo, che l'ipotesi di una natura corpuscolare della luce non si conciliava con la metodologia induttiva-sperimentale protestata dal Nostro (*vide infra*, pag. 32). Hooke inoltre rilevò che l'autore non portava alcun argomento per dimostrare che tutti i colori erano presenti nella luce *prima* della rifrazione. Bisogna ricordare che lo stesso Hooke ammetterà in seguito di avere letto affrettatamente il lavoro di Newton, in sole tre ore. Newton fece notare di avere avanzato l'ipotesi corpuscolare in modo del tutto dubitativo e, cosa più importante, che i raggi rifratti potevano essere ricombinati; per lui era proprio l'ipotesi di Hooke ad essere un postulato arbitrario e non un principio logico-empirico. La nota venne pubblicata, fortunatamente. Trent'anni dopo nell'*Opticks* puntualizzerà il suo punto di vista: i colori che noi vediamo *non* sono realmente contenuti nella luce bianca, " I raggi che appaiono rossi, o che piuttosto così fanno apparire gli oggetti, li chiamerò *rubrifici* nei raggi non vi è altro che una certa capacità o *disposizione* a far nascere la sensazione di questo o quel colore. Così come il suono di una campana non è che un movimento vibratorio " .

La critica di Hooke stimolò comunque Newton alla pubblicazione del lavoro del 1676. Qui, oltre alla raffinata ripetizione di esperimenti già noti, il Nostro aggiunse le esperienze che ora chiamiamo di interferenza e che verranno discusse in forma più compiuta nel 2° Libro dell'*Opticks* (*vide infra* pag. 29). Dai risultati Newton dedusse una spiegazione della propagazione della luce che

utilizza un modello vibratorio associato a quello corpuscolare: la luce (*lumen*) non va identificata con le vibrazione dell'etere che sono viceversa il veicolo di grani luminosi. Il problema era considerato anche in un altro scritto di quegli anni *De aëre et aethere* (1675) ed in una lettera a Boyle (1679). Dopo avere inizialmente preso in considerazione l'azione di un elastico *spiritum electricum*, Newton finisce per riesumare il *medium aetereum*. Questo etere che tutto permea è costituito da particelle di diversa sottigliezza ed in base a simile ipotesi il Nostro si sforza anche di giustificare il fenomeno della gravitazione. Nel formulare queste varie ipotesi, non molto conseguenti a dire il vero, egli usa un linguaggio distaccato e quasi ironico; l'ondulatorietà sembra quasi una gentile concessione al suo critico, Hooke. I rapporti fra i due subirono degli alti e bassi, ma furono in genere tesi sebbene i due usino, nella loro corrispondenza, toni di apparente cordialità, conditi con spagnolesche espressioni di untuosa adulazione. I rapporti epistolari furono troncati verso il 1681 da un Newton estremamente irritato dal comportamento di Hooke che non cessava, in pubblico ed in privato e spesso i modi scorretti, di vantarsi non solo di avere scoperto per primo la legge di proporzionalità quadratica inversa per il moto planetario ma di avere intuito la legge di gravitazione universale. Le pretese di Hooke erano largamente infondate, ma il caso esula del tutto dalla nostra narrazione.

Solo nel **1704** comparve il secondo dei due grandi trattati del Nostro, *Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*, (2^a e 3^a ed. curate da Newton stesso, nel 1717 e 1721; *Dioptrice* traduzione latina edita nel 1706 e 1740, *lat. reddid.* Samuel Clarke). Nelle avvertenze al lettore si può leggere: “ per evitare d'essere coinvolto in dispute ho sinora rinviata la pubblicazione e l'avrei rinviata ancora se non mi avessero convinto le pressioni degli amici ”. Alla prima edizione sono allegati 17 Quesiti (*Queries*), 23 e 31 rispettivamente alla seconda e terza; in appendice alla prima edizione erano allegati due lavori di matematica, *De quadratura curvarum* (calcolo infinitesimale ed integrale) ed *Enumeratio linearum tertii ordinis* ; entrambi erano forse stati composti

quasi 30 anni prima.

In quest'opera, apparsa a quasi 40 anni dai primi studi di ottica, sono compendiate gli studi e le idee dell'autore in forma definitiva. L'opera è divisa in tre libri: il primo tratta della rifrazione, della dispersione, dell'analisi e ricomposizione dei colori; il secondo riguarda lo studio e l'interpretazione degli effetti oggi detti di interferenza; il terzo è dedicato interamente alla diffrazione, termine che l'autore si guarda bene dall'usare. Nei Quesiti della 2^a e 3^a edizione l'interesse del Nostro si è allargato a problemi di fisiologia, acustica, combustione, chimica ecc. e addirittura alle finalità della natura e del rapporto tra Dio ed il mondo fisico. I meccanismi dei fenomeni ottici avevano trovato in parte collocazione già nei celeberrimi *Philosophiae naturalis principia mathematica*, apparsi nel **1687**, solo su pazienti e costanti sollecitazioni dell'astronomo Edmund Halley. La 2^a e 3^a edizione dei *Principia*, 1713 e 1726, mostrano rielaborazioni ed aggiunte come per le successive edizioni dell'*Opticks*. I *Principia* sono però molto più importanti per la derivazione delle leggi fondamentali della dinamica, gravitazione universale e meccanica celeste. Sebbene Newton fosse giunto ai suoi risultati servendosi del calcolo infinitesimale, egli rielaborò quasi tutti gli argomenti more geometrico per renderli comprensibile agli astronomi ed ai matematici che non conoscessero il calcolo. I *Principia* sono anche molto importanti dal punto di vista metodologico perchè caratterizzati da uno sforzo di assiomatizzazione dei principi della dinamica.

Per noi è però più importante l'*Opticks* che costituisce un testo di grande importanza storica per la netta separazione tra dimostrazioni e congetture, ma soprattutto per la parte sperimentale che è impeccabile, accurata e metodica; diverse delle relazioni che compaiono nei nostri libri di ottica geometrica sono qui ricavate. L'*Opticks* ricapitola le ricerche di Newton in forma dapprima sistematica poi via via più problematica quando l'autore si addentra in problemi più complessi e minuti.

Come cappello al 1° Libro, Newton premette :

“ *non* mi sono proposto di spiegare le proprietà della luce da certe

ipotesi preposte, ma di stabilire queste proprietà per mezzo del *ragionamento e degli esperimenti*. A questo scopo ho stabilito di premettere le seguenti definizioni ed assiomi ”.

Esamineremo in seguito quali sono le proprietà dedotte da Newton e cosa si deve intendere per assiomi ; certamente il Verulamio sarebbe stato soddisfatto di questi propositi.

Il proposito del Nostro è di attenersi a due principi ribaditi più volte nelle sue Propositions : *hypotheses non fingo* (le ipotesi non verificabili) ; *probatio ab experimentis desumenda*. Invece proprio nel 1° Libro dimostra di non attenersi al secondo proposito e afferma che il rapporto tra rifrangenza e dispersione è costante per i vari mezzi ($dn / d\lambda = \text{cost.}$, in notazione moderna, mentre sappiamo che è invece $dn / d\lambda < 0$ nel caso della dispersione normale). Questa costanza era per Newton logica conseguenza della teoria corpuscolare (*vide infra*, pag. 31), ma se si fosse rivolto ad esperimenti avrebbe dovuto ricredersi; a sua giustificazione va detto che egli aveva a disposizione ben pochi mezzi rifrangenti: alcuni prismi di vetri incolori o verdognoli e l'acqua. L' "errore di Newton" ovviamente era stato compiuto quasi quarant'anni addietro ed è stato affermato da più autori che questo fu un *felix error* perchè Newton ne dedusse l'impossibilità di correggere l'aberrazione cromatica mediante opportuni accoppiamenti di lenti e subito inventò un *telescopio a riflessione*. Nel 1668 avendo, come lui stesso afferma, acquistata una notevole esperienza nella politura e taglio di specchi metallici, da solo costruì un piccolo telescopio a riflessione che era però un modellino lungo circa 11 pollici ; un vero e proprio strumento fu realizzato solo nel 1671 e, presentato nel Dicembre di quell'anno alla Royal Society accompagnato da un disegno molto accurato del cammino ottico dei raggi, gli valse, il Gennaio seguente, l'ammissione alla stessa (per la riproduzione dello schema eseguito da Newton, ved. [19], Vol. III, pag. 640). Certamente Newton aveva notato da tempo l'iridescenza dei raggi rifratti dai bordi delle lenti, e non fu certo il primo, ma il dire che fosse subito arrivato a dedurre le conseguenze implicite nel suo errore ci sembra affermazione alquanto ipotetica; ricordiamo che la stesura definitiva

dell'Opticks è del 1704. James **Gregory** (Aberdeen, 1638, † Edinburgo, 1675) nel **1663** progettò un telescopio a specchi, descritto nel suo libro *Optica promota*; per il momento non riuscì a trovare alcun artigiano che gli costruisse lo strumento che però verrà generalmente chiamato telescopio gregoriano. Non sembra del resto che Newton si sia preoccupato di questo caso di priorità; Hooke, al contrario affermò di avere costruito nel 1664 un telescopio a riflessione tascabile ! che però nessuno vide mai.

Ad ogni modo l'errore non condizionò troppo a lungo la realizzazione di doppietti acromatici; parafrasando un antico detto, possiamo affermare che il problema “ *solvitur componendo (lentes)* ” e così fu fatto nel 1733 dall'ottico C. M. Hall (*vide infra*, pag. 40).

Nel 2° Libro il Nostro riprende gli esperimenti di Hooke e li amplia e perfeziona in modo superbo sperimentando con lamine sottili, in luce bianca e monocromatizzata per rifrazione, ma specialmente con un dispositivo da lui ideato: una lente piano convessa tangente ad un vetrino. Con questo dispositivo egli poté calcolare, noto il raggio di curvatura della lente, lo spessore variabile del film d'aria compreso tra le due superfici: il film equivale ad una lamina di spessore variabile da punto a punto, spessore che Hooke non era riuscito a valutare nelle sue osservazioni su lamine sottilissime. Newton trovò che i raggi dei famosi anelli colorati che si producono (frange di interferenza positiva) crecono come la radice quadrata del loro numero d'ordine ed i raggi di un dato numero d'ordine crescono passando dal violetto al rosso. Vide inoltre come il numero molto limitato di anelli osservabili in luce bianca (una decina) in luce monocromatica crescesse moltissimo. Da misure e calcoli riuscì a determinare che sempre gli anelli scuri (per interferenza negativa) si localizzano dove lo spessore dell'aria è un multiplo di una piccolissima frazione di pollice:

$$25399,98 / 89000 = 0,285\mu,$$

mentre gli anelli chiari si formano dove lo spessore ha valori intermedi tra quelli degli anelli scuri precedente e seguente. Inoltre arrivò a

vedere che lo spessore necessario per generare un dato anello rosso stava a quello del corrispondente anello viola come 14 sta a 9. Infine eseguì osservazioni dei suoi anelli sia in riflessione che in trasmissione e vide come la successione di anelli colorati e scuri fosse complementare nei due casi e come in trasmissione i colori fossero molto più deboli. Tutte queste osservazioni suggeriscono una natura *periodica* della luce ed infatti sono in perfetto accordo con quanto si deduce per i fenomeni di interferenza in base all'ottica ondulatoria. Ricordiamo che *in riflessione* nel caso di film sottili a spessore variabile i massimi e minimi si osservano per i valori (1) dello spessore d mentre gli anelli di Newton colorati e scuri hanno raggi r che soddisfano le (2) :

$$d = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}, \quad d = k \frac{\lambda}{2} \quad (1); \quad r^2 = \frac{2k + 1}{2} R \lambda, \quad r^2 = k R \lambda, \quad (2)$$

dove k è un numero intero positivo, λ la lunghezza d'onda nell'aria della radiazione usata ed R è il raggio di curvatura della lente. Le relazioni di cui sopra sono rigorosamente valide solo per angoli di incidenza piccoli (oppure osservando le figure quasi normalmente alla lamina) ; se la sorgente luminosa non è puntiforme le frange o gli anelli sono localizzati nel " piano " della laminetta o dello spessore d'aria altrimenti le frange non sono localizzate.² Newton operava in condizioni da soddisfare il primo caso nonchè le (1) e (2). Gli anelli si possono osservare ad occhio nudo, ma più comodamente con una lente; dato che il Nostro non aveva a disposizione alcun mezzo di riproduzione, è chiara la pazienza e l'abilità che ci saranno volute per ricopiare gli effetti di interferenza. Mentre Boyle poté avvalersi per anni della preziosa collaborazione di Hooke, Newton non ebbe dei collaboratori di valore.

Rimanevano da spiegare le osservazioni eseguite con tanta

² Per una rapida " rivisitazione" di questi argomenti si può leggere il Cap. 3 del libro di Bruno Rossi, [19].

perizia ed in particolare i fenomeni di riflessione totale e parziale, funzioni del colore, che risulterebbero del tutto misteriosi se si ammettessero urti elastici delle particelle luminose sui mezzi riflettenti. Infatti Newton ritiene la materia costituita da particelle lontane le une dalle altre e quindi con molti vuoti e ne conclude che particelle costituenti la luce non potrebbero, ad esempio, venire riflesse per urto elastico. Questa impossibilità viene comprovata con numerose acute considerazioni sperimentali. Ed allora? La spiegazione è più o meno del tipo seguente: i corpi attraggono le particelle luminose le quali posseggono un'insita predisposizione (*inclination*, che però di quando in quando assume il significato di "predisposizione transitoria") a riflettersi oppure a rifrangersi; se tutte le particelle hanno inclinazione per essere riflesse si verifica la riflessione totale. La luce viaggia *più velocemente nei corpi che nel vuoto* e l'attrazione è proporzionale alla densità dei corpi e quindi i raggi che penetrano nei corpi si avvicinano alla normale, o se ne allontanano quando escono nell'aria, appunto a causa della diversa velocità. Egli stesso nota però che ci sono delle eccezioni : ci sono delle sostanze che rifrangono più di altre della stessa densità, i corpi grassi e solforosi (?) . In conclusione sono i raggi a presentare proprietà selettive e non le sostanze e gli atomi di luce si comportano piuttosto capricciosamente od almeno in modo imprevedibile!

Per rendere ragione della formazione degli anelli deve postulare una variazione periodica transitoria della inclinazione che nascerebbe al momento della rifrazione attraverso la superficie di entrata nella lamina sottile e che poi *morirebbe* all'uscita (una specie di $\Delta(\varphi)$?). Più che di una spiegazione ci sembra trattarsi di una rinuncia a spiegare i fenomeni ed infatti la sconsolata, ma onesta, chiusa del capitolo suona : “ io qui non indago se questa disposizione consista in qualche moto rotatorio o vibratorio dei raggi, oppure del mezzo, o se dipenda da qualche altra causa”. Per spiegare riflessione totale e riflessione parziale accompagnata da rifrazione nonchè la formazione degli anelli egli prospetta infatti un'ipotesi di vibrazioni indotte dalla luce nei mezzi “ ... ma se questa ipotesi sia vera o no, io qui non indago ”. Nella nota del 1675 / 76 aveva già

introdotto questa ipotesi supplementare ; le vibrazioni prodotte dall'impatto della luce sulle superfici talvolta ostacolano e talvolta agevolano la trasmissione o la riflessione. Nell'*Opticks* l'ipotesi viene riesumata per spiegare specialmente le colorazioni degli anelli.

Nel 3° Libro il Nostro ripete gli esperimenti di Padre Grimaldi, ma solo in parte o perlomeno riporta solo quelli che pensa di potere spiegare. Non prende nemmeno in considerazione il termine diffrazione, ma cerca di spiegare i fenomeni in termini di rifrazioni e riflessioni parziali e di *inflessioni* (esplicitamente menzionate nel titolo del trattato) attorno agli ostacoli, dimenticando che il *Grimaldus* aveva dimostrato, con argomenti sperimentali, che nella diffrazione *non* intervengono riflessioni e rifrazioni. Esperimenta la diffrazione usando solo fenditure a spigoli vivi : gli spigoli inflettono la luce e la dividono in fasci; i raggi passando vicino agli spigoli di coltelli o agli orli di monete vengono inflessi con moto sinuoso quali anguille (!). Qui il Nostro è decisamente inferiore a se stesso. L'argomento della birifrangenza viene trattato solo nei Quesiti XXV e XXVI (1721) e la spiegazione dell'effetto viene praticamente demandata ai posteri. Infatti afferma che la rifrazione straordinaria dipende da una qualche proprietà *congenita* dei raggi : questi potrebbero essere assimilati a magnetini che vengono diversamente orientati dalle particelle dissimetriche dei cristalli birifrangenti. E' evidente come l'*Opticks* sia una trattazione nel complesso non sempre conseguente, diciamo pure sconnessa, eppure innalzata al rango di *Summa Opticae* per oltre un secolo.

Cerchiamo di riassumere le concezioni sulla luce del Nostro quali si possono complessivamente desumere dai suoi scritti.

La luce è composta da corpuscoli piccolissimi e velocissimi *detti raggi* ; per Newton il raggio luminoso non è una traiettoria continua, ma *la minima parte* di luce (*minimum lumen*, quasi un fotone). I raggi, così intesi, hanno dimensioni diverse e *sono causa* di colori diversi : i più grossi eccitano sulla retina le vibrazioni più lunghe e *producono* il rosso, i più piccoli eccitano le vibrazioni più corte e producono il

violetto. Qui abbiamo un linguaggio decisamente accettabile. La diversa rifrangibilità è legata alla "massa" dei corpuscoli, mentre la massa del mezzo rifrangente è ovviamente costante, e quindi la rifrangenza è necessariamente proporzionale alla dispersione (dispersione di masse); qui è l'origine dell'errore di Newton.

I raggi che incontrano una superficie di separazione tra due mezzi possono, oppure no, penetrare in funzione della attrazione della materia e dell'angolo di incidenza ed infine in funzione di una certa proprietà oscillatoria: infatti i raggi, durante il moto rettilineo di propagazione, oscillano forse a causa di un'interazione coll'etere con conseguente generazione di un'onda che precede (?) il raggio.

I raggi hanno però anche forme diverse e sono paragonabili a piccoli magneti con due piani di simmetria tra loro ortogonali e passanti per la loro traiettoria .

Nei mezzi trasparenti i raggi hanno velocità diversa che è *minima* nel vuoto; quando invece essi incontrano un corpo opaco, in parte si riflettono ed in parte sono assorbiti generando così i *colori dei corpi*.

Quando i raggi passano *vicino* a capelli, fili aghi ecc. , si flettono dando ombre più larghe del prevedibile: la flessione provocata da piccoli ostacoli è accompagnata da *pulsazioni ondulatorie* (!) ed allora i raggi perdono la proprietà di propagarsi rettilineamente. Quando i raggi rasentano degli spigoli vengono incurvati verso gli stessi. Infine quando i raggi incidono su una faccia di un cristallo di spato d'Islanda, in piccola parte si riflettono (vero) secondo la legge della riflessione mentre i restanti si rifrangono, in genere, secondo due direzioni diverse; per una direzione vale la legge di Snell, per l'altra valgono leggi diverse. I raggi che hanno attraversato il cristallo conservano particolari proprietà rispetto a due piani ortogonali tra loro e passanti per la traiettoria.

Quindi sembrerebbe che Newton non fosse fautore di una teoria strettamente corpuscolare, ma alquanto possibilista in accordo, del

resto, con le sue convinzioni metodologiche. V'è però detto che nell'ultima edizione dell'*Opticks*, e già molto prima nella corrispondenza epistolare con Boyle ed altri, egli accentuò l'avversione alla spiegazione dei fenomeni mediante sole ipotesi ondulatorie. Questa posizione era già stata ribadita molto prima in diverse *Propositions* dei *Principia*. E' probabile che nutrisse fiducia nei futuri contributi di suoi continuatori volti a chiarire i punti rimasti dubbi in base alla ipotesi corpuscolare. In ogni modo la validità dei risultati da lui conseguiti è del tutto indipendente dalle sue convinzioni sulla propagazione ed azione delle forze e di questo il Nostro era perfettamente consapevole.

Vista la eccezionale importanza di questo grandissimo scienziato riteniamo doveroso riassumerne le posizioni gnoseologiche ed il metodo di ricerca. Newton non pone principi, concetti universali, da cui procedere mediante sillogismi verso la determinazione del particolare, bensì si muove in senso opposto: il *datum* sono le osservazioni dei fenomeni, il *quaesitum* sono i *principi*. Non esiste comunque un principio certo in sè, la credibilità di un principio è legata all'applicazione che ne possiamo fare : i criteri tratti dall'esperienza condizionano, in perpetuo circolo, le nuove esperienze. Inoltre non esistono dei punti conclusivi assoluti, ma solo punti di appoggio provvisori. Anche la teoria della gravitazione universale è un siffatto punto di appoggio. La gravitazione è un fenomeno, non ne ricerca le cause ultime: per quel che riguarda descrizione ed interpretazione della " Natura",

Newton cerca di confinarsi alla prima. Quindi si spiega come possa accettare conclusioni di cui lasciare la giustificazione ai posteri. Questa posizione è un po' simile a quella del suo caro amico, e collega Whig, John Locke (1632 - 1704) che rifiuta di trarre conclusioni " strane " dai suoi principi; il principio può essere solo approssimativamente valido e portare a conclusioni false. Nella *Epistle to the Reader*, prefazione all'*Essay concerning humane understanding*, Newton viene detto ineguagliabile: " such masters as the great *Huygenius* and the incomparable Mr. *Newton* ..". Con tutto

ciò Newton non intendeva affatto porre un'antitesi tra esperienza e pensiero: gli *Assiomi* sono delle generalizzazioni formali di risultati che ricapitolano quanto in precedenza accertato, per es. la legge di gravitazione universale che portava a compimento l'opera di Kepler e Galileo. Gli assiomi hanno quindi carattere *storico-empirico* e sono utilizzabili come *strumenti di indagine*. Distingue inoltre chiaramente tra proposizioni fisiche e proposizioni matematiche: le prime sono punti di partenza del ragionamento scientifico e le seconde sono momenti di fasi dimostrative intermedie. La filosofia naturale si fonda su enunciati, per Newton *principi*, derivati da risultati ottenuti con l'esperienza, che può essere anche solo sensoriale. La razionalizzazione matematica delle osservazioni dei fenomeni fornisce degli assiomi *generali* a partire dai quali è poi possibile, come in geometria, costruire deduttivamente altre dimostrazioni matematicamente certe. Per Galileo il "gran libro della natura" è scritto in caratteri matematici ed esso può essere inteso solo se si impara ad intendere detto linguaggio. Al contrario, è chiaro che per Newton la matematica non rispecchia l'essenza ultima del mondo naturale, ma è semplicemente uno strumento, un linguaggio, in un senso vicino ad Hobbes, che permette di ricavare dai fenomeni le leggi che li regolano. Si sforzò costantemente di distinguere criticamente tra principi logico-empirici (principio di inerzia, massa come prodotto di densità per volume, leggi dell'ottica geometrica ecc.) ed ipotesi formulate arbitrariamente (per lui l'ipotesi ondulatoria). Come del resto per precedenti pensatori rinascimentali, per Newton le leggi di natura sono insite nella loro origine: per scoprirle non dobbiamo immettere nella natura le nostre idee, ma dobbiamo esercitare osservazioni ed eseguire esperimenti ed calcoli, funzioni universali che costituiscono l'essenza del nostro intelletto.

L'ipotesi dell'etere, di tipo a-prioristico, gli poteva essere utile per spiegare ad es. la rifrazione: l'etere è più duro nello spazio e più rarefatto nei pori della materia nella quale quindi la luce si propagherebbe più velocemente (era pura ipotesi, falsa). Inoltre l'etere non richiedeva azioni a distanza. Però alla fine concluse che l'etere non esiste e che quindi si devono ammettere azioni a distanza

in uno spazio " apparato sensoriale di Dio " (*vide infra*).

Abbandonata l'ipotesi dell'etere optò per la nozione di " forza " la quale governa tutto l'universo e la cui trasmissione non richiede la mediazione di materia. La materia è inerte, lo spazio è attivo : è il *sensorium* della Divinità la quale permea tutto lo spazio. Le nostre percezioni sono possibili in quanto partecipiamo della natura divina. La grande speranza di Newton era di ricostruire a-posteriori, su basi sperimentali, la *filosofia naturale*. Nella prefazione ai *Principia* scriveva infatti :

"..... spero sia possibile derivare gli altri fenomeni (cioè quelli diversi dalla dinamica) dalla natura dei principi meccanici poichè molte ragioni mi inducono a supporre che essi tutti possano dipendere da alcune *forze* dalle quali le particelle dei corpi, per qualche causa sino ad oggi sconosciuta, sono o reciprocamente spinte l'una verso l'altra o sono respinte lo spero che i principi qui esposti getteranno luce sia sull'indagine della natura sia su un più vero metodo di filosofia ". Il paradigma metodico della fisica newtoniana è, almeno idealmente, volto verso l'universale. Kepler e Galileo avevano compreso l'essenza della legge di natura in tutta la sua ampiezza e profondità, ma erano arrivati a scoprire leggi riguardanti singole classi di fenomeni (moto planetario, caduta dei gravi); Newton trovò una legge applicabile all'intero universo. La possibilità di enunciare semplici leggi generali per spiegare grandi numeri di fenomeni naturali ebbe una influenza molto profonda specialmente in Gran Bretagna. Si può dire che il newtonianesimo, mirante a chiarire gli aspetti " legislativi " del sapere scientifico, divenne una vera e propria *forma mentis* almeno fino a Maxwell e Mach.

Newton introduce delle definizioni di spazio e tempo assoluti che sono aberranti, se vogliamo, rispetto alla metodologia proclamata nei *Principia*, ma in effetti si tratta di principi puramente formali. Il Nostro credeva in uno spazio composto di punti ed in un tempo composto di istanti; tuttavia spazio e tempo hanno un'esistenza indipendente dai corpi posti nello spazio o che si muovono nel tempo. Così nello Scolio Generale che chiude l'ultima edizione dei *Principia* (1713) si può leggere :

“... Il tempo assoluto, vero e matematicamente considerato in sè e per sua natura, scorre uniformemente senza riferimento ad alcunchè di esterno, e con altro nome viene detto durata ” .

“... Lo spazio assoluto, considerato nella sua natura, senza relazione a nulla di estraneo, rimane sempre omogeneo ed immobile ” .

Nulla però ci garantisce che esista qualcosa avente simili proprietà e se la fisica fosse ridotta a concetti del genere diventerebbe una costruzione astratta basata su postulati. Si tratta di concezioni un po' acritiche, accettate per lungo tempo, ma innocue; Newton poi non commette l'errore di cercare di spiegare cosa esattamente esse significhino. E' piuttosto il suo modo di intendere teologicamente lo spazio che lo rivela permeato di cultura arcaica : fa spesso esplicito riferimento alla suprema attività e volontà di Dio che muove i corpi entro il proprio infinito ed uniforme *sensorium*. Ad es. nel Quesito 31 scriveva addirittura : “... mi sembra probabile che Dio in origine formasse la materia in particelle solide, dure incomparabilmente più dure di qualsiasi corpo poroso da esse composto, anzi così dure da non potersi mai consumare od infrangere: nessuna forza ordinaria essendo in grado di dividere ciò che Dio, al momento della creazione ha fatto uno. esse non posseggono solamente una *vis inertiae* ma sono mosse da taluni principi attivi come quello della gravità ”. Quindi Dio ha creato le particelle materiali, le forze agenti tra di esse e le leggi fondamentali del moto. Però anche se le masse dei corpi attraentisi secondo la legge della gravitazione trovano il loro *ubi consistam* nello spazio e nel tempo divini, le costruzioni della meccanica razionale e dell'ottica non ne risentono affatto. Le percezioni umane (*sensoria*) sono fondamentalmente simili a quelle di Dio poichè fanno parte del suo *sensorium*. Noi possiamo affermare che un oggetto è fermo oppure in moto solo mettendolo in relazione con lo spazio assoluto della nostra coscienza (percezione di Dio).

Per completare la comprensione della figura del Nostro, riprendiamo in esame la sua vita pubblica e privata.

Con le pubblicazioni di ottica del '72 e '76 Newton cominciò ad essere conosciuto fuori della ristrettissima cerchia di pochi colleghi universitari ed in particolare entrò in corrispondenza con Huygens, anch'egli di spirito critico, ma molto più leale e competente di Hooke. Quindi aveva rotto l'estremo isolamento in cui era vissuto sino ad allora. Purtroppo nel 1677 morirono sia Isaac Barrow che Henry Oldenburg, forse i soli amici che avesse a quell'epoca, e Hooke divenne Segretario della R. S. Verso la fine di Maggio del 1678, di ritorno a Cambridge da Londra, Newton apprese che sua madre era gravemente ammalata e partì immediatamente per Woolsthorpe dove la assistette sino alla fine vegliandola per notti intere e cercando di curarla con medicine da lui stesso preparate. Malgrado tutte le cure ed attenzioni, Hannah Newton Smith morì il 2 Giugno e si può dire che Isaac la perse per la seconda volta. Questo comportamento molto affettuoso verso Hannah, che non era stata eccessivamente generosa nè comprensiva verso il suo primogenito, è comunque sorprendente da parte di una persona chiusa e dotata di esasperato self-control. Newton non fece ritorno a Cambridge sino a Novembre dopo avere sistemato i suoi affari : ereditando il patrimonio paterno, bene amministrato dalla madre, egli era diventato un ricco *gentleman*. Con l'anno 1677 era comunque cominciato un nuovo lungo periodo di solitudine da cui però il Nostro emergerà definitivamente scrivendo in soli diciotto mesi, dall'85 all'87, i suoi *Principia* comparsi mentre in Gran Bretagna stava per iniziare una nuova era politica. Deciso fautore del partito Whig, rappresentò l'Università di Cambridge nel Parlamento-Convenzione del 1689 – 90. Ebbe allora modo di conoscere molte persone e divenne amico, tra gli altri, di John Locke, del conte Monmouth amico personale del nuovo Re Guglielmo III e specialmente di Charles Montagu, barone e poi conte Halifax, influente uomo politico nonchè poeta e *fellow* del Trinity. Naturalmente i *Principia* lo resero famoso in tutta Europa nello spazio di un paio d'anni. Persino Locke lesse attentamente i *Principia* avvalendosi del diretto aiuto dell'autore per la parte matematica.

Il 1696 segnò improvvisamente la fine del trentennio di operosità a Cambridge: il 20 Aprile il Nostro firmò per l'ultima volta il

registro delle presenze del Trinity College e partì per Londra dove trascorrerà gli ultimi trent'anni della sua vita. Grazie alla sua fama e all'interessamento di Montagu era stato nominato Ispettore della Zecca Reale, nella Torre di Londra, e tre anni dopo ne diventerà Direttore, *Master of the Mint* e conserverà questa carica sino al 1726. Per decenni queste cariche erano state considerate delle sinecure ed invece Newton portò la Zecca ad un elevato grado di efficienza impegnandosi direttamente nella soluzione dei problemi di coniazione: molto importante l'introduzione della zigrinatura del bordo delle monete che automaticamente farà scomparire l'attività dei " tosatori " di monete. Il nuovo Direttore si impegnava addirittura negli interrogatori di informatori, testimoni ed accusati; la sentenza per falsari e tosatori era invariabilmente di morte per impiccagione, anzi per strozzamento viste le " tecniche " allora in uso: condannato a rimanere appeso per il collo sinchè morte ne segua.

Newton si poteva ora considerare decisamente ricco e, dopo avere alloggiato per qualche tempo nella Torre, si trasferì in Jermin St. nel quartiere residenziale di St. James's. Qui già alla fine del '96 od all'inizio dell'anno seguente, si verificò un altro cambiamento radicale nella vita di Isaac: l'arrivo di una giovane donna che abiterà con lui per lunghi anni. La sorellastra del Nostro, Hannah Smith, nel 1677 aveva sposato un ecclesiastico, Robert Barton, che morì improvvisamente nel '93 lasciandola quasi in miseria con una figlia, Catherine, ed un figlio, Robert. Newton aiutò la vedova ed aiuterà generosamente la vedova di Robert quando questi, ufficiale dell'esercito, rimarrà ucciso a Quèbec nel 1711 durante la guerra di successione al trono spagnolo (1701 – 1714). Katie invece andò a vivere con lo zio e sarà con lui sino al 1717, salvo forse un intervallo di quattro anni (1711 – 1715). Essa era nata proprio nel 1679 anno della morte della nonna. La lunga coabitazione non desta tanto sorpresa in sè, oltretutto Caterina fungeva da governante, quanto per il fatto che carattere e comportamento di zio e nipote erano antipodali. Mentre Newton era estremamente austero e chiuso, la nipote era decisamente vivace e socievole. Tra il 1710 ed il 1713 essa ebbe una relazione con lo scrittore satirico irlandese Jonathan Swift. Molto più lunga sarà la

relazione con Charles Montagu, dal 1703 sino al 1715 quando Lord Halifax morì. Nel 1711 Newton si era trasferito in St. Martin's Street (Soho) ed è possibile che nei successivi quattro anni Catherine sia andata a vivere con Montagu. Nel 1717 compare a Londra un brillante e ricco ufficiale generale, John Conduit, che aveva preso parte alla guerra di successione in Spagna dove aveva dimostrato doti di archeologo; sarà anche uno storico. Fu invitato da Newton , che aveva apprezzato le doti di oratore di Conduit alla Royal Society, in St. Martin's Street ed a quanto pare si verificò il proverbiale colpo di fulmine tra Katie e John che era più giovane di dieci anni. I due si sposarono dopo pochissimo tempo e nel 1719 ebbero una figlia, Kitty, che nel 1740 sposerà il Visconte Lymington , poi Conte Portsmouth alla morte del padre. Di qui il nome di collezione Contessa Portsmouth dato al corpus di scritti inediti ereditati da Kitty Conduit.³ John e Catherine rimasero sempre in ottimi rapporti con Newton; John Conduit lasciò notizie sugli ultimi anni di vita di Newton di cui sarà esecutore testamentario. Egli ebbe incarichi alla zecca durante gli ultimi anni dello scienziato e gli succederà quale *Master of the Mint* nel 1727.

Terminata questa parentesi di vita familiare, ricordiamo che nel 1703 Newton fu eletto alla Presidenza della Royal Society e conservò la carica sino alla morte. Bisogna ammettere che la R.S. divenne quasi un feudo personale di sir Isaac (era stato creato baronetto nel 1705); tramite le *Philosophical Transactions* egli potè controllare l'attività scientifica del suo Paese e di parte dell'Europa, favorendo le discipline da lui coltivate. Aiutò i propri allievi, indiretti, ad ottenere cattedre sia nelle due università inglesi che nelle quattro scozzesi. Non si può dire che abbia lasciato una scuola a Cambridge dove diede le dimissioni dalla cattedra Lucasiana nel 1701, una sinecura come lo era stata per Barrow. In quell'anno era stato rieletto al Parlamento; non sembra si sia minimamente distinto nelle due legislature in cui fu deputato.

Malgrado i pesanti obblighi, negli anni londinesi riuscì a

³ Una selezione della collezione Portsmouth è stata tradotta e pubblicata dalla Cambridge Univ. Press nel 1962.

pubblicare, finalmente!, l'*Opticks* ed a curare le successive edizioni di questa e dei *Principia* e si dedicò attivamente a studi di esegesi biblica e di cronologia di antichi regni, giovandosi della consulenza di Locke. In base a complessi calcoli astronomici dedusse, tra l'altro, che la spedizione degli Argonauti (!) era senz'altro avvenuta 900 anni prima di Cristo e non 1400 come allora si credeva. Solo una parte di queste sue ricerche fu poi pubblicata postuma mentre voluminosi scritti sulle profezie bibliche (*The language of Prophets*) sono rimasti inediti. Si guardò bene dal pubblicare l' *Historical account of two notable corruptions of Scripture* che però aveva fatto leggere a Locke (ca. 1690) ed altre indagini di esegesi neo testamentaria. Si tratta di indagini su epistole di Paolo, e specialmente sulla I di Giovanni che Newton ritiene fossero state artatamente interpretate dai Padri del Concilio di Nicea (325) oppure falsate da san Girolamo per suffragare il credo trinitario. Newton aveva probabilmente aderito al movimento degli Unitarians; liquidare l'Unitarianesimo con la formula Arianesimo condito con un po' di Arminianesimo sarebbe poco generoso poichè questo movimento, vera e propria chiesa in Inghilterra, aveva radici complesse e lontane come l'affine Socinianesimo in Italia. Quel che di esso ci importa notare è la radicale negazione della Trinità. Ora il *Toleration Act* del 1689, che aboliva le discriminazioni per i *Dissenters*, discriminava ancora gli atei, i cattolici ed i musulmani; un negatore della Trinità finiva senz'altro nella prima categoria come del resto esplicitamente sancito in una successiva legge contro i blasfemi del 1698 nella quale erano contemplate gravi sanzioni contro chi negasse una delle persone della santa Trinità. Quindi il Nostro non poteva manifestare apertamente il proprio credo, ma coerentemente non prese mai gli ordini ecclesiastici.

Le due vecchie università inglesi rimasero infatti istituzioni confessionali molto a lungo; i religious tests per i docenti furono formalmente aboliti solo nel 1871 (1° ministero Gladstone). Gli Unitarians, pur proclamandosi latitudinari, avversavano fieramente in primis i papisti e poi gli anglicani ed anche per le altre confessioni calviniste non avevano molta simpatia (non sono riuscito ad appurare la loro posizione verso i muslim che a fine Seicento si aggiravano

ancora pericolosamente nel Wienerwald e dintorni); quindi si vedono chiaramente le radici della costante avversione di Newton verso i Cattolici Romani. Già nei tre anni del regno del re Giacomo II (VII) si era distinto per una strenua opposizione all'ammissione di Cattolici Romani tra i docenti dell'università di Cambridge, anzi proprio lui che non aveva dovuto prendere gli ordini religiosi grazie ad una speciale dispensa, ora era contrario all'ammissione di chiunque non pronunciasse un giuramento di adesione alla Chiesa anglicana. ⁴ Questa posizione non tendeva solo ad escludere *ope-legis* candidati cattolici a cattedre o lettori, ma era conseguenza delle sue convinzioni religiose sopra accennate.

Oltre alla intricata disputa sull'analisi, tra il 1715 e il 1716 scoppiò una nuova polemica tra Newton e Leibniz che aveva abbracciato la teoria ondulatoria ⁵ e giunse ad accusare Newton di ateismo materialistico per la sua concezione dello spazio. La polemica epistolare fu condotta non da Newton, bensì dal suo alter ego Samuel Clarke (1675 - 1729) prudente teologo antitrinitario, traduttore in latino dell'Opticks ed in inglese dell'Iliade. Per difendere il suo amico, Clarke arrivò ad affermare che la definizione dello spazio come *sensorium Dei* ([8] , pag. 92) era solo una allegoria. Malgrado le sue inclinazioni antitrinitarie Clarke era diventato cappellano della regina Anna, però

⁴ Dopo avere eluso per anni l'impegno a prendere i sacri ordini quale *fellow* titolare della cattedra Lucasiana, seguendo il suggerimento di Barrow nel 1674 chiese arditamente al Re Carlo II una dispensa che gli consentisse di conservare la cattedra rinunciando allo status di *fellow*. Sorprendentemente il Re concesse la dispensa a Newton ed a tutti coloro che avrebbero ricoperto in futuro tale cattedra. Sia al conseguimento del baccalaureato che all'atto della nomina a *fellow* Newton aveva però firmato l'adesione ai Trentanove Articoli della Chiesa Anglicana.

⁵ Mentre Hooke aveva contestato Newton con argomenti sperimentali, Leibniz mosse critiche da un punto di vista filosofico : per lui forza ed attrazione erano parole nuove, e solo apparentemente significative, per descrivere proprietà occulte come quelle postulate dagli scolastici. Da parte sua Leibnitz considerò la velocità di propagazione della luce *direttamente proporzionale* alla resistenza che essa incontra in un mezzo : “ più stretto è il letto di un fiume, più veloce è l'acqua ”. Non si capisce se questa conclusione sia o no in accordo con la sua personalissima interpretazione del principio di Fermat : la luce non segue il cammino più corto (veramente si tratta di minimo tempo) , ma segue il cammino più facile. (Memoria del 1682 sugli *Acta Eruditorum* di Lipsia).

tra il 1711 e il 1714 fu sottoposto ad inchiesta uscendone con una ritrattazione del tutto formale. Di lui è stato detto che nessuno dubitava dell'esistenza di Dio sinchè il Dr. Clarke si prese la briga di dimostrarla. Secondo Voltaire (*Lettere inglesi*) l'amicizia con Newton e con gli anitrititari gli procurò moltissimi amici, ma gli costò la nomina a Lord Arcivescovo di Cànterbury, ciò probabilmente anche per l'avversione della principessa del Galles, Carolina di Brandenburg - Ansbach che aveva sposato (1705) il futuro Giorgio II, e che non considerava Clarke un vero cristiano. Incidentalmente ricordiamo che Voltaire fu traduttore e divulgatore di Newton tra i francesi. François – Marie Arouet (1694 – 1778) comprese subito quale progresso, in senso assoluto, rappresentassero la fisica e la metodologia newtoniane rispetto al sistema cartesiano ([8], pagg. 247 e segg.).

Sconcertante è il comportamento di Newton nei confronti di J. Flamsteed (Derby, 1646, † Greenwich, 1719), fondatore dell'Osservatorio di Greenwich e primo astronomo reale, che Newton trattò sempre arrogantemente come un suo subordinato e non come collega, come è chiaro dall'epistolario dei due scienziati. In particolare Flamsteed fu costretto a trasmettere a Newton risultati di osservazioni che avrebbe voluto affinare e dei quali Newton si servì largamente per la teoria del moto lunare. Nella seconda edizione dei Principia, Flamsteed non viene nemmeno citato.

A Gottfried Wilhelm von Leibniz (Lipsia, 1646, † Hannover, 1716) fu invece l'inimicizia di Newton a costare cara, malgrado l'amicizia di Carolina, figliastra del futuro Giorgio I, che era stata sua pupilla in Germania. Nel 1714 moriva la regina Anna del Regno Unito fondato molto di recente (1707), ultima regnante di casa Stuart e della Rosa Bianca. Aveva avuto ben 17 figli dal principe Giorgio di Danimarca, tutti morti in giovane età. In base a quanto esplicitamente sancito nell'Atto di Unione (1° Maggio 1707), la corona doveva passare all' Elettrice Sofia di Hannover, nipote di Giacomo II (VII), e passò effettivamente a suo figlio Giorgio-Luigi che prese il nome di Giorgio I di Gran Bretagna ed Irlanda (*Britanniae omniae Rex*). Con i principi e

le principesse di casa Braunschweig-Hannover Leibniz era in eccellenti rapporti da quasi 40 anni, anzi era il loro storiografo uffuciale, e pertanto le sue speranze di diventare un influente uomo di corte a Londra erano ben fondate. Invece furono vane, persino Carolina, ora Principessa di Galles, lo deluse diventando amica di Newton, ed egli morì il 14 Novembre di due anni dopo del tutto dimenticato; al suo funerale erano presenti i suoi servitori e nessun altro. Una ragion sufficiente c'era, però chissà se Goffredo Guglielmo pensava ancora che questo è il migliore dei mondi possibili (e dove tutto è necessariamente male) ?

Sir Isaac morì dieci anni dopo, il 20 Maggio 1727, con il conforto di amici e parenti, all'apice della fama, ma dopo lunga malattia; gli furono decretate esequie solenni e fu tumulato nella Westminster Abbey a spese della famiglia. Gauss lo chiamerà Summus e di questo tenore suona l'epitaffio a Newton dedicato : *Sibi gratulentur mortales tale tantumque / existisse humani generis decus*. Come abbiamo intravisto, alcuni tratti della sua vita ci tratteggiano una figura meno nobile e con caratteristiche contraddittorie. Di lui riportiamo ancora la definizione che ne diede un altro illustre docente di Cambridge, J. Maynard Keynes, nella conferenza tenuta in occasione del terzo centenario della nascita : “ Newton non fu il primo rappresentante dell'era della ragione. Egli fu piuttosto l'ultimo dei maghi (the last Sorcerer), l'ultimo dei Sumeri e Babilonesi..... Isaac Newton nato senza padre il giorno di Natale del 1642, fu l'ultimo bambino prodigio al quale i Magi avrebbero potuto tributare un omaggio sincero ed appropriato Considerava l'universo un criptogramma dell'Onnipotente”. Nel trarre questa conclusione Keynes aveva certamente presenti i voluminosi appunti e scritti inediti di Newton su argomenti chimici e alchemici. A parte le preclusioni di carattere confessionale Newton non fu di spirito reazionario anche se la sua prudenza gli permise di trascorrere senza traumi la lunghissima vita passando dal Commonwealth alla Restaurazione, squallido periodo specialmente per Scozia ed Irlanda e finito coi tentativi autocratici di Guglielmo II, e poi al regime moderato (non per l'Irlanda!) della diarchia Maria II - Guglielmo III d'Orange-

Nassau ed infine ai regni della Regina Anna e del primo degli Hannoveriani; per un solo mese mancò di essere suddito anche del Re Giorgio II. Locke, che si esponeva molto di più, trascorse in Olanda oltre cinque anni (1683 – 89) in esilio più o meno volontario.