

Centro Territoriale di Ricerca e di Didattica della Filosofia della
Provincia di Savona
Scuola Polo

Progetto pluriennale 2006 -2008

SCIENZA, ETICA E POTERE: UN RAPPORTO COMPLESSO

Il lavoro ha preso le mosse da due diverse occasioni: da una parte un primo approccio alla fisica, avvenuto quest 'anno [2007] , attraverso il metodo sperimentale, il significato di teoria fisica, il legame spesso sorprendente con la matematica; dall'altra l'interesse che alcune problematiche relative alla posizione della scienza nella società e nella cultura hanno suscitato.

Le problematiche a cui ci riferiamo partono dalle teorie galileiane e dalla "rivoluzione" che hanno provocato nell'epoca ancora dominata dal dogma dell'*ipse dixit* aristotelico e che sono proseguite nel corso dei secoli successivi con alterno impatto sulla società, per giungere fino al presente. Infatti, nonostante la lettura dei capi d'accusa a Galileo e della sua abiura possano oggi sembrare molto lontani dall'idea attuale di scienza, continuano a sorgere, in modo spesso virulento, posizioni di negazione e di conflitto etico, scientifico, religioso.

Ricerca laboratoriale svolta dagli studenti)Liceo Classico "Chiabrera" di Savona
Bevilacqua, Magnani e Roticiansi.
Coordinatrice: Prof. Chiara Calcagno (Matematica e Fisica)

Dopo una sintetica cronologia dei principali fatti storici relativi all'epoca considerata, abbiamo fatto una breve stesura della storia dell'Indice dei Libri e di alcune eresie (Albigesi, Catari, etc.).

Nello scritto viene riportato il testo originale del processo a Galileo e della sua abiura.

CRONOLOGIA

1209

- La "crociata" contro gli Albigesi si conclude con orrendi massacri;

1233

- Papa Gregorio IX fonda il Tribunale dell'Inquisizione;

1235

- L'Inquisizione viene affidata come "privilegio" ai Domenicani definiti i "cani da guardia della Chiesa"; successivamente il privilegio fu esteso ai francescani (quale miglior alibi per la Chiesa di Roma quello di affidare l'Inquisizione ai seguaci di un poverello che predica la povertà per sé e non per tutta la Chiesa!); la tortura fu una pratica introdotta fin dall'inizio;

1252

- La tortura fu autorizzata ufficialmente da Papa Innocenzo IV;

1259

- Fu confermata da Papa Alessandro IV;

1265

- Fu riaffermata da Papa Clemente IV;

Tra 1370 ed il 1378

- Vi fu una feroce persecuzione contro i Valdesi ordinata da Papa Gregorio XI e condotta da un francescano;

1480

- Papa Sisto IV dà la gestione dell'Inquisizione spagnola ai Re Cattolici (Fernando e Isabel) che da una parte combattevano le conversioni dei cristiani all'ebraismo e dall'altra ambivano requisire i beni degli ebrei;

1487

- Altra persecuzione contro i Valdesi ordinata da Papa Innocenzo VIII;

1500

- Cesare Borgia occupa Forlì e Cesena
- Milano insorge contro i francesi
- Ludovico il Moro rientra a Milano
- Ludovico il Moro è fatto prigioniero dai francesi
- Trattato segreto di Granada tra Francia e Spagna
- Leonardo progetta una serie di macchine

1501

- Alessandro vi conferisce a Cesare Borgia il Ducato di Romagna
- I francesi occupano Napoli è la fine della dinastia aragonese
- Michelangelo esegue il *David*

1502

- Taranto cade nelle mani degli spagnoli
- Borgia s'impadronisce di camerino e urbino

1503

- Muore Alessandro VI
- Gli succede Pio III
- Muore Pio II
- Gli succede il cardinale giuliano della rovere col nome di Giulio II
- C. Borgia fugge a Napoli
- Gli spagnoli acquistano la preponderanza del napoletano

1504

- Armistizio tra Spagna e Francia e la Spagna rinuncia al napoletano.
- Alleanza antiVeneziana tra M. d'Asburgo, Luigi XII e Giulio II
- Raffaello dipinge lo *Sposalizio della vergine*
- L. Da Vinci dipinge la *Battaglia di Anghiari*
- Michelangelo dipinge la *Battaglia di Cascina*.

1505

- Venezia restituisce allo Stato Pontificio le terre tolte al Valentino
- Leonardo dipinge la *Gioconda*.

1506

- Muore Cristoforo Colombo

1507

- Muore C. Borgia

1508

- Muore Ludovico il Moro in prigionia
- Lega di Cambrai fra m. Luigi XII, Giulio II, Ferdinando il cattolico, il Duca di Savoia, il Duca di Ferrara, il Marchese di Mantova e l'Inghilterra contro Venezia.

1509

- Nasce Calvino
- Giulio II lancia l'interdetto contro Venezia
- Firenze occupa Pisa
- Venezia s'impadronisce di Padova
- Vicenza si ribella all'imperatore e torna a Venezia
- Regno di Enrico VIII in Inghilterra

1510

- Giulio II si allea con gli svizzeri
 - Giulio II concede l'investitura del regno di Napoli a Ferdinando il Cattolico
 - Giulio II lancia l'interdetto contro il Duca di Ferrara Alfonso d'Este ed i suoi alleati cioè la Francia.
- 1511
- Il Papa, il Re di Spagna e Venezia proclamano la lega santa contro la Francia
 - Inghilterra e Spagna concludono un'alleanza contro la Francia
 - I francesi vincono a Ravenna ma sono costretti ad abbandonare la pianura padana
 - Genova si ribella ai francesi e proclama doge Gianfregoso
 - Gli spagnoli conquistano Prato
- 1513
- Muore Giulio II
 - Viene eletto Leone X
 - Venezia si allea con la Francia
 - E' rinnovata la lega santa tra l'Imperatore, il Re d'Inghilterra, Ferdinando il Cattolico e Leone X
 - Gli svizzeri vincono i francesi a Novara
 - L'esercito spagnolo-tedesco sconfigge Venezia a Vicenza
 - Riappacificazione tra il re di Francia e Leone X
- 1514
- Tregua tra Ferdinando il cattolico e Luigi XII
- 1515
- Muore Luigi XII, gli succede Francesco I
- 1516
- Muore Ferdinando il Cattolico
 - Pace di Noyon tra Spagna e Francia
 - Pace di Friburgo tra Francesco I e gli Svizzeri
 - Sale al trono di Spagna Carlo I d'Asburgo
- 1517
- Lutero invia all'Arcivescovo Alberto 95 testi sul valore delle indulgenze
- 1518
- Processo Romano contro Lutero
- 1519
- Carlo I Imperatore col nome di Carlo V
- 1520
- Primo concistoro contro Lutero
- 1521
- Prima fase della guerra tra Francesco I di Francia e Carlo V che durerà fino al 1529, teatro principale l'Italia
 - Lutero è scomunicato e rifiuta di ritrattare
- 1522
- I Turchi conquistano Rodi e dominano l'Egeo
- 1523
- Giulio de' Medici è Papa col nome di Clemente VII
- 1524
- Erasmo pubblica *De libero arbitrio*
- 1525
- Battaglia di Pavia. I francesi sconfitti, Francesco I prigioniero

- 1526
 - Replica di Lutero a Erasmo con il *De servo arbitrio*
- 1527
 - Roma è saccheggiata
 - Clemente VII prigioniero
 - Firenze si ribella alla dominazione medicea e Macchiavelli rientra a Firenze
- 1528
 - Andrea Doria abbandona Carlo V
- 1529
 - I turchi assediano Vienna
- 1530
 - Restaurazione degli Sforza a Milano
 - Restaurazione dei medici a Firenze
 - Carlo V viene incoronato a Bologna re d'Italia e imperatore da clemente VII
- 1531
 - Dieta Smalcalda tra i principi protestanti
- 1532
 - Alessandro de medici Duca di Firenze
- 1533
 - Calvino aderisce alla riforma
- 1534
 - Bibbia tradotta in tedesco da Lutero
- 1535
 - Impresa contro i pirati barbareschi da parte di Carlo V e Andrea Doria
 - Muore Francesco Sforza e non lascia eredi
 - Carlo V occupa il Ducato in nome dell'Impero e invade il Piemonte
 - Seconda fase della guerra tra Francesco I e Carlo V
- 1536
 - Morte di Erasmo
- 1537
 - Alessandro de medici viene ucciso dal cugino Lorenzo
 - Cosimo I Duca
- 1538
 - Nasce Carlo Borromeo
- 1540
 - Papa Paolo III approva il nuovo ordine religioso della Compagnia di Gesù
 - Filippo di Spagna Duca di Milano
- 1541
 - Sfortunata impresa navale di Carlo V
- 1542
 - Istituzione dell'Inquisizione a Roma.
- 1544
 - Pace di Crepy. Gli imperiali mantengono il possesso di Milano che in seguito Carlo V assegnerà al figlio Filippo II
- 1545
 - Si apre il Concilio di Trento
 - Massacro dei Valdesi
- 1546
 - Morte di Martin Lutero

- 1547
- Morte di Francesco I gli succede Enrico II
 - In Inghilterra regna Edoardo IV
- 1549
- Morte di Paolo II
- 1552
- Enrico II riapre le ostilità contro Carlo V
- 1553
- Maria I Tudor regna in Inghilterra
- 1555
- Calvino ordina una dura repressione contro un tentativo di rivolta a Ginevra
 - Sale sul trono pontificio il severo Paolo IV
 - Paolo IV si allea con la Francia
- 1556
- Abdicazione di Carlo V gli succedono Ferdinando nell'Impero e Filippo nei domini della corona spagnola.
- 1557
- Vittoria di Emanuele Filiberto di Savoia sui francesi
- 1558
- I francesi strappano Calais agli inglesi ultimo loro possedimento continentale.
- 1559
- Pace di Cateau Cambresis, l'Italia cade definitivamente sotto l'influenza spagnola fino agli ultimi anni del 1600
- 1562
- Inizio delle guerre di religione in Francia
- 1563
- Fine del Concilio di Trento
- 1564
- Muore Calvino
 - Nasce Galileo Galilei
- 1566
- Primo procedimento contro Giordano Bruno per sospetto di eresia
- 1567
- Si riaccendono le contese tra Ugonotti e Cattolici in Francia.
- 1568
- Nasce Urbano VIII
- 1569
- I cattolici guidati da Enrico d'Angiò sconfiggono gli Ugonotti di Luigi Condè
- 1571
- Pio V conclude una lega santa con Venezia, Genova, Spagna e Savoia contro i Turchi
 - Battaglia di Lepanto
 - I Turchi conquistano Cipro
- 1573
- Venezia abbandonata dagli alleati è costretta a concludere la pace con i Turchi
- 1574
- Muore il Granduca di Toscana e gli succede il figlio Francesco I
 - Giordano Bruno aderisce al Calvinismo
- 1580

- Morte di Emanuele Filiberto di Savoia gli succede il figlio Carlo Emanuele
- 1582
- Il Papa Gregorio XIII riforma il calendario
- 1583
- Osservazioni di Galileo sui moti pendolari
- 1584
- Muore Francesco d'Angiò si apre la questione della successione al trono gli succede Enrico III
- 1585
- Subentra Sisto V a Gregorio XIII nel Papato
- 1586
- Alessandro Farnese Duca di Arma
- 1587
- E' Granduca di Toscana Ferdinando I
- 1589
- Muore Caterina de Medici, Enrico III si riconcilia con Enrico di Navarra

- 1590
- Muore Sisto V e gli succede urbano VII a cui subentra nello stesso anno Gregorio XIV
- 1591
- Gregorio XIV scomunica Enrico IV e muore gli succede Innocenzo IX
- 1593
- Enrico IV si converte al Cattolicesimo nella Cattedrale di S. Denis
- Imperatore Rodolfo ottiene dalla Dieta di Ratisbona aiuti per la guerra contro i Turchi
- 1594
- Incoronazione di Enrico IV a Chartres, il parlamento parigino bandisce i gesuiti
- 1595
- La Francia dichiara guerra alla Spagna
- 1596
- Clemente VIII assolve Enrico IV
- 1598
- La santa sede si annette Ferrara dopo la morte di Alfonso II d'Este
- Editto di Nantes che sancisce la fine delle guerre di religione
- 1600
- Guerra tra Enrico IV e il Duca di Savoia per il possesso del marchesato di Saluzzo
- Enrico IV sposa Maria de medici figlia del gran Duca di toscana per estinguere il debito finanziario
- Giordano Bruno e bruciato vivo a Roma
- 1601
- La Francia vince con i Savoia che conservano Saluzzo ma perdono altre città
- 1603
- Muore Elisabetta I le succede Giacomo VI
- Enrico IV riammette i gesuiti in Francia
- 1604
- Pace di Londra tra Spagna e Inghilterra

1605

- Muore Clemente VIII ed anche il suo successore Leone XI al quale succede Paolo V

1606

- Controversi a tra Paolo v e la repubblica di Venezia che si oppone all'ingerenza papale negli affari temporali

1608

- Gli stati protestanti tedeschi abbandonano la dieta di Ratisbona, convocata per chiedere aiuti contro i turchi, e si uniscono nell'Unione di Ahusen

1609

- Cosimo II medici succede a Ferdinando I
- L'imperatore Rodolfo II concede la libertà religiosa alla protestante boemia, gli stati cattolici si riuniscono nella lega di monaco

1610

- Muore assassinato Enrico IV, reggenza di Maria de Medici
- Galilei scopre i satelliti di giovè

1611

- L'imperatore Rodolfo costretto ad abdicare, gli succede il fratello Mattia

1614

- Una coalizione di nobili francesi (Enrico de Condè) medici a convocare gli Stati Generali.
- Luigi XIII viene dichiarato maggiorenne, Richelieu completerà il processo di accentramento monarchico.

1616

- nuova rivolta dei nobili francesi capitanati dal Condè, ma egli viene arrestato e Richelieu ottiene la nomina a Ministro degli Esteri

1617

- La pace di Madrid conclude la Guerra di Successione del Monferrato, restituendo ad ogni belligerante i suoi territori e conservando il Monferrato al Duca di Mantova
- L'Imperatore Mattia non riesce a comporre i dissidi religiosi

1618

- Defenestrazione di Praga, protestanti boemi, per reazione alla proibizione di costruire chiese in suolo cattolico, penetrano nel castello e gettano dalla finestra due Ministri di Mattia.

1619

- Muore Mattia, gli stati boemi non riconoscono il nuovo imperatore Ferdinando II ed eleggono al suo posto Federico V

1620

- Gli abitanti della Valtellina insorgono contro i protestanti e compiono una strage

1621

- L'imperatore Ferdinando II punisce i ribelli boemi con orrori e condanne imponendo la riconversione al cattolicesimo
- Truppe spagnole e austriache intervengono in Valtellina a sostegno dei ribelli contro la rappresaglia dei Grigioni (protestanti di un cantone svizzero).

1623

- La Savoia e Venezia intervengono in Valtellina per impedirne l'annessione da parte degli Asburgo. Trattato di Parigi fra i due stati in funzione antispagnola.

BREVE STORIA DELL'INDICE DEI LIBRI

Il primo *Indice dei libri proibiti* fu promulgato da Papa Paolo IV nel 1559. Le opere censurate erano suddivise in tre gruppi: il primo degli autori non cattolici dei quali si bandiva l'intera opera, il secondo di un centinaio di titoli e di autori, circa trecento titoli anonimi, una cinquantina di Bibbie e nuovi Testamenti e una sessantina di tipografi, il terzo gruppo includeva intere categorie, per esempio i libri privi di alcune indicazioni come l'autore o la casa editrice o su astronomia e magia. Per leggere Bibbia e Nuovo Testamento in volgare era necessaria la licenza del sant'Uffizio, in nessun caso rilasciabile alle donne o a chi non conosceva il latino. Il successore Pio IV da moderato si prepose la revisione di modo che colpisce solo i libri eretici; nel 1564 viene redatto un nuovo indice, molto più tollerante, e viene istituita la possibilità di risparmiare libri che contengono solo alcuni passaggi criticabili. L'indice tridentino rimane in vigore fino al 1596, quando vengono aggiunti i volumi che sono all'Indice negli altri paesi europei e viene bloccata la stampa delle opere in volgare. Le Università sono sempre più penalizzate, le opere dal campo medico essendo di difficile analisi sono colpite a seconda della provenienza, quelle invece di stampo scientifico sono ritenute eretiche a priori se si allontanano dall'interpretazione aristotelico-scolastica della natura.

Nel corso del '600, gli Indici perdono sempre più il loro valore normativo e sono ora nelle mani degli Inquisitori, che spesso li utilizzano a loro libero arbitrio. Talvolta sono rilasciati permessi, le cosiddette "patenti di lettura", ma solo dal Sant'Uffizio a «studiosi maturi e di provata dottrina e fiducia per un periodo massimo di tre anni». Dopo la metà del '600 si passa a repressioni di pratiche socialmente pericolose, come la stregoneria o la magia. Le censure in realtà hanno sempre meno valore soprattutto davanti a Stati laici. A metà '700 durante il pontificato di Benedetto XIV l'ideologia illuminista giunge anche in Vaticano. Alcuni illuministi ritenevano la Chiesa cattolica come colei che aveva soggiogato la mente umana e rifiutavano le complessità della teologia, poiché l'uomo doveva aspirare alla felicità e non concentrarsi su una vita ultraterrena; per questo sono considerati eretici. L'*Indice* è abolito solo nel 1966 sotto il pontificato di Paolo VI.

« Quella che finora è stata chiamata *Sacra Congregazione del Sant'Offizio* in avvenire avrà l'appellativo di *Congregazione per la dottrina della fede*, il cui compito è di tutelare la dottrina riguardante la fede ed i costumi in tutto il mondo cattolico.

La presiede il Sommo Pontefice e la dirige il Cardinale Segretario con l'aiuto di un Assessore, di un Sostituto e del Promotore di Giustizia.

Sono di competenza della Congregazione tutte le questioni che riguardano la dottrina della fede e dei costumi o che hanno un legame con la stessa fede.

Essa esamina le nuove dottrine e le nuove opinioni in qualsiasi modo divulgate, promuove studi in questa materia, e favorisce Congressi di dotti; condanna quelle dottrine che risultano essere contrarie ai principi della fede, dopo aver tuttavia sentito il parere dei Vescovi di quelle regioni, se hanno particolare attinenza alle questioni[...]».

Intorno al XIII secolo iniziano a diffondersi per l'Europa movimenti religiosi giudicati eretici dalla Chiesa di Roma. I principali erano:

- CATARI (nelle articolazioni di Albigesi, Manichei, Patarini, ...)
 - predicano un rinnovamento morale della Chiesa;

- la Terra è un campo in cui si affrontano in lotta aperta Dio (lo spirito) e Satana (la materia);
- il Vecchio Testamento viene rifiutato poiché in esso Dio crea la materia;
- anche il Purgatorio viene negato;
- praticano un ascetismo esasperato (condanna del matrimonio e della procreazione; esclusivamente vegetariani; condanna della proprietà privata e della guerra; ricerca della morte per fame);
- predicano la povertà.

-VALDESI

- predicano la povertà;
- affermano il diritto alla predicazione per i laici;
- affermano l'uguaglianza di tutti i fedeli incluse le donne;
- il sacerdozio si conquista per meriti individuali (anche per le donne) e non per investiture esterne (questo è un durissimo colpo alla Chiesa di Roma);
- è un movimento laico e popolare;
- viene negata la transustanziazione (non è vero, nella messa, che il pane ed il vino si trasformino nella carne e sangue di Gesù);
- la stessa messa è negata;
- ed allo stesso modo il culto dei santi e dei morti.

TESTO ORIGINALE DELLA CONDANNA DI GALILEO GALILEI

Roma, 22 giugno 1633.

Noi Gasparo del tit. di S.Croce in Gerusalemme Borgia; Fra Felice Centino del tit. di S.Anastasia, detto d'Ascoli; Guido del tit. di S.Maria del Popolo Bentivoglio; Fra Desiderio Scaglia del tit. di S. Carlo, detto di Cremona; Fra Ant.o Barberino. Detto di S.Onofrio; Laudivio Zacchia del tit. di S.Pietro in Vincoli, detto di S.Sisto; Berlingero del tit. di S. Agostino Gesso; Fabricio del tit. di S.Lorenzo in Pane e Perna VerosPio: chiamati Preti; Francesco del tit. di S.Lorenzo in Damaso Barberino; e Marzio di S.ta Maria Nova Ginetto: Diaconi; per la misericordia di Dio, della S.ta Romana Chiesa Cardinali, in tutta la Repubblica Cristiana contro l'eretica pravità Inquisitori generali della S.Sede Apostolica specialmente deputati;

Essendo che tu, Galileo fig.lo del q.m. Vinc.o Galilei, Fiorentino, dell'età tua d'anni 70, fosti denunziato del 1615 in questo S.o Off.o, che tenevi come vera la falsa dottrina, da alcuni insegnata, ch'il Sole sia centro del mondo e immobile, e che la Terra si muova anco di moto diurno; ch'avevi discepoli, a' quali insegnavi la medesima dottrina; che circa l'istessa tenevi corrispondenza con alcuni mattematici di Germania; che tu avevi dato alle stampe alcune lettere intitolate Delle macchie solari, nelle quali spiegavi l'istessa dottrina come vera; che all'obbiezioni che alle volte ti venivano fatte, tolte dalla Sacra Scrittura, rispondevi glosando detta Scrittura conforme al tuo senso; e successivamente fu presentata copia d'una scrittura, sotto forma di lettera, quale si diceva esser stata scritta da te ad un tale già tuo discepolo, e in essa, seguendo la posizione del Copernico, si contengono varie proposizioni contro il vero senso e autorità della sacra Scrittura;

Volendo per ciò questo S.cro Tribunale provvedere al disordine e al danno che di qui proveniva e andava crescendosi con pregiudizio della S.ta Fede, d'ordine di N. S.re e dell'Eminen.mi e Rev.mi

SS.ri Card.i di questa Suprema e Universale Inq.ne, furono dalli Qualificatori Teologi qualificate le due proposizioni della stabilità del Sole e del moto della Terra, cioè:

Che il Sole sia centro del mondo e immobile di moto locale, è proposizione assurda e falsa in filosofia, e formalmente eretica, per essere espressamente contraria alla Sacra Scrittura;

Che la Terra non sia centro del mondo né immobile, ma che si muova eziandio di moto diurno, è parimente proposizione assurda e falsa nella filosofia, e considerata in teologia ad minus erronea in Fide.

Ma volendosi per allora procedere teco con benignità, fu decretato dalla Sacra Congre.ne tenuta avanti N.S. a' 25 di Febr.o 1616, che l'Emin.mo S. Card. Bellarmino ti ordinasse che tu dovessi omninamente lasciar detta opinione falsa, e ricusando tu di ciò fare, che dal Comissario di S. Off.io ti dovesse esser fatto precetto di lasciar la detta dottrina, e che non potessi insegnarla ad altri, né difenderla né trattarne, al qual precetto non acquietandoti, dovessi esser carcerato; e in esecuzione dell'istesso decreto, il giorno seguente, nel palazzo e alla presenza del sodetto Eminen.mo S.r Card.le Bellarmino, dopo esser stato dall'istesso S.r Card.le benignamente avvisato e amonito, ti fu dal P. Comissario del S. Off.o di quel tempo fatto precetto, con notaro e testimoni, che omninamente dovessi lasciar la detta falsa opinione, e che nell'avvenire tu non la potessi tenere né difendere né insegnar in qualsivoglia modo, né in voce né in scritto: e avendo tu promesso d'obedire, fosti licenziato.

E acciò che si togliesse così pernicioso dottrina, e non andasse più oltre serpendo in grave pregiudizio della Cattolica verità, uscì decreto della Sacra Congr.ne dell'Indice, col quale furono proibiti li libri che trattano di tal dottrina, e essa dichiarata falsa e omninamente contraria alla Sacra e divina Scrittura.

E essendo ultimamente comparso qua un libro, stampato in Fiorenza l'anno prossimo passato, la cui iscrizione mostrava che tu ne fosse l'autore, dicendo il titolo Dialogo di Galileo Galilei delli due Massimi Sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano; ed informata appresso la Sacra Congre.ne che con l'impressione di detto libro ogni giorno più prendeva piede e si disseminava la falsa opinione del moto della terra e stabilità del Sole; fu il detto libro diligentemente considerato, e in esso trovata espressamente la transgressione del predetto precetto che ti fu fatto, avendo tu nel medesimo libro difesa la detta opinione già dannata e in faccia tua per tale dichiarata, avvenga che tu in detto libro con varii ragiri ti studi di persuadere che tu lasci come indecisa e espressamente probabile, il che pur è errore gravissimo, non potendo in niun modo esser probabile un'opinione dichiarata e difinita per contraria alla Scrittura divina.

Che perciò d'ordine nostro fosti chiamato a questo S. Off.o, nel quale col tuo giuramento, esaminato, riconoscesti il libro come da te composto e dato alle stampe. Confessasti che, diece o dodici anni sono incirca, dopo esserti fatto il precetto come sopra, cominciasti a scriver detto libro; che chiedesti la facoltà di stamparlo, senza però significare a quelli che ti diedero simile facoltà, che tu avevi precetto di non tenere, difendere né insegnare in qualsivoglia modo tal dottrina.

Confessasti parimente che la scrittura di detto libro è in più luoghi distesa in tal forma, ch'il lettore potrebbe formar concetto che gl'argomenti portati per la parte falsa fossero in tal guisa pronunziati, che più tosto per la loro efficacia fossero potenti a stringer che facili ad esser sciolti; scusandoti d'esser incorso in error tanto alieno, come dicesti, dalla tua intenzione, per aver scritto in dialogo, e per la natural compiacenza che ciascuno ha delle proprie sottigliezze e del mostrarsi più arguto del comune de gl'uomini in trovar, anco per le proposizioni false, ingegnosi e apparenti discorsi di probabilità.

E essendoti stato assegnato termine conveniente a far le tue difese, producesti una fede scritta di mano dell'emin.mo S.r Card.le Bellarmino, da te procurata, come dicesti, per difenderti dalle calunnie de' tuoi nemici, da' quali ti veniva opposto che avessi abiurato e fossi stato penitenziato, ma che ti era solo stata denunziata la dichiarazione fatta da N. S.e e pubblicata dalla Sacra Congre.ne dell'Indice, nella quale si contiene la dottrina del moto della terra e della stabilità del sole sia contraria alle Sacre Scritture, e però non si possa né difendere né tenere; e che perciò, non si facendo menzione in detta fede delle due particole del precetto, cioè docere e quovis modo, si deve credere che nel corso di 14 o 16 anni n'avevi perso ogni memoria, e che per questa stessa cagione avevi taciuto il precetto quando chiedesti licenza di poter dare il libro alle stampe, e che tutto questo dicevi non per scusar l'errore, ma perché sia attribuito non a malizia ma a vana ambizione. Ma da detta fede, prodotta da te in tua difesa, restasti maggiormente aggravato, mentre, dicendosi in essa che detta opinione è contraria alla Sacra Scrittura, hai non meno ardito di trattarne, di difenderla e persuaderla probabile; né ti suffraga la licenza da te artifiziamente e calidamente estorta, non avendo notificato il precetto ch'avevi.

E parendo a noi che tu non avessi detto intieramente la verità circa la tua intenzione, giudicassimo esser necessario venir contro di te al rigoroso esame; nel quale senza però pregiudizio alcuno delle cose da te confessate e contro di te dedotte come di sopra circa la detta tua intenzione, rispondesti cattolicamente.

Pertanto, visti e maturamente considerati i meriti di questa tua causa, con le sodette tue confessioni e scuse e quanto di ragione si doveva vedere e considerare, siamo venuti contro di te alla infrascritta diffinitiva sentenza.

Invocato dunque il S.mo nome di N. S.re Gesù Cristo e della sua gloriosissima Madre sempre Vergine Maria; per questa nostra diffinitiva sentenza, qual sedendo pro tribunali, di consiglio e parere de' RR. Maestri di Sacra Teologia e Dottori dell'una e dell'altra legge, nostri consultori, proferimo in questi scritti nella causa e nelle cause vertenti avanti di noi tra il M.co Carlo Sinceri, dell'una e dell'altra legge Dottore, Procuratore fiscale di questo S.o Off.o, per una parte, a te Galileo Galilei antedetto, reo qua presente, inquisito, processato e confesso come sopra, dall'altra; Diciamo, pronunziamo sentenziamo e dichiaramo che tu, Galileo sudetto, per le cose dedotte in processo e da te confessate come sopra, ti sei reso a questo S.o Off.o veementemente sospetto d'eresia, cioè d'aver tenuto e creduto dottrina falsa e contraria alle Sacre e divine Scritture, ch'il sole sia centro della terra e che non si muova da oriente ad occidente, e che la terra si muova e non sia centro del mondo, e che si possa tener e difendere per probabile un'opinione dopo esser stata dichiarata e diffinita per contraria alla Sacra Scrittura; e conseguentemente sei incorso in tutte le censure e pene dai sacri canoni e altre costituzioni generali e particolari contro simili delinquenti imposte e promulgate. Dalle quali siamo contenti sii assoluto, pur che prima, con cuor sincero e fede non finta, avanti di noi abiuri, maledichi e detesti li sudetti errori e eresie, e qualunque altro errore e eresia contraria alla Cattolica e Apostolica Chiesa, nel modo e forma da noi ti sarà data.

E acciocché questo tuo grave e pernicioso errore e transgressione non resti del tutto impunito, e sii più cauto nell'avvenire e essemplio all'altri che si astenghino da simili delitti. Ordiniamo che per pubblico editto sia proibito il libro de' Dialoghi di Galileo Galilei.

Ti condaniamo al carcere formale in questo S.o Off.o ad arbitrio nostro; e per penitenze salutari t'imponiamo che per tre anni a venire dichi una volta la settimana li sette Salmi penitenziali: riservando a noi facoltà di moderare, mutare o levar in tutto o parte, le sodette pene e penitenze.

E così diciamo, pronunziamo, sentenziamo, dichiariamo, ordiniamo e riservamo in questo e in ogni altro miglior modo e forma che di ragione potemo e dovemo.

Ita pronun. mus nos Cardinales infrascripti:

F. Cardinalis de Asculo.

G. Cardinalis Bentivolus.

Fr. D. Cardinalis de Cremona.

Fr. Ant. s Cardinalis S. Honuphr II

B. Cardinalis Gipsius.

F. Cardinalis Verospius.

M. Cardinalis Ginettus.

TESTO ORIGINALE DELL'ABIURA DI GALILEO GALILEI

Io Galileo, fig.lo del q. Vinc.o Galileo di Fiorenza, dell'età mia d'anni 70, costituito personalmente in giudizio, e inginocchiato avanti di voi Emin.mi e Rev.mi Cardinali, in tutta la Repubblica Cristiana contro l'eretica pravità generali Inquisitori; avendo davanti gl'occhi miei li sacrosanti Vangeli, quali tocco con le proprie mani, giuro che sempre ho creduto, credo adesso, e con l'aiuto di Dio crederò per l'avvenire, tutto quello che tiene, predica e insegna la S.a Cattolica e Apostolica Chiesa. Ma perché da questo S. Off.io, per aver io, dopo d'essermi stato con precetto dall'istesso giuridicamente intimato che omninamente dovessi lasciar la falsa opinione che il sole sia centro del mondo e che non si muova e che la terra non sia il centro del mondo e che si muova, e che non potessi tenere, difendere né insegnare in qualsivoglia modo, né in voce né in scritto, la detta falsa dottrina, e dopo d'essermi notificato che detta dottrina è contraria alla Sacra Scrittura, scritto e dato alle stampe un libro nel quale tratto l'istessa dottrina già dannata e apporto ragioni con molta efficacia a favor di essa, senza apportar alcuna soluzione, sono stato giudicato veementemente sospetto d'eresia, cioè d'aver tenuto e creduto che il sole sia centro del mondo e immobile e che la terra non sia centro e che si muova;

Pertanto volendo io levar dalla mente delle Eminenze V.re e d'ogni fedel Cristiano questa veemente sospizione, giustamente di me conceputa, con cuor sincero e fede non finta abiuro, maledico e detesto li sudetti errori e eresie, e generalmente ogni e qualunque altro errore, e eresia e setta contraria alla S.ta Chiesa; e giuro che per l'avvenire non dirò mai più né asserirò, in voce o in scritto, cose tali per le quali si possa aver di me simile sospizione; ma se conoscerò alcun eretico o che sia sospetto d'eresia lo denonzierò a questo S. Offizio, o vero all'Inquisitore o Ordinario del luogo, dove mi trovarò.

Giuro anco e prometto d'adempire e osservare intieramente tutte le penitenze che mi sono state o mi saranno da questo S. Off.o imposte; e contravenendo ad alcuna delle dette mie promesse e giuramenti, il che Dio non voglia, mi sottometto a tutte le pene e castighi che sono da' sacri canoni e altre costituzioni generali e particolari contro simili delinquenti imposte e promulgate. Così Dio m'aiuti e questi suoi santi Vangeli, che tocco con le proprie mani,

*Io Galileo Galilei sodetto ho abiurato, giurato, promesso e mi sono obligato come sopra; e in fede del vero, di mia propria mano ho sottoscritta la presente cedola di mia abiurazione e recitatala di parola in parola, in Roma, nel convento della Minerva, questo dì 22 giugno 1633.
Io, Galileo Galilei ho abiurato come di sopra, mano propria.*

Pur non essendo annoverato tra gli autori direttamente collegati al pensiero scientifico, ci è parso importante prendere in esame l'opera di Giordano Bruno attraverso questi aspetti:

- Processo e atti relativi e condanna al rogo
- Alchimia magia misticismo
- La cosmologia di Copernico
- La cosmologia bruniana
- Contributo alla nascita della nuova fisica

GIORDANO BRUNO

Filippo Bruno nacque a Nola nel 1548. Figlio di piccoli proprietari terrieri, iniziò gli studi presso il sacerdote Gian Domenico de Janello, poi si formò presso la scuola pubblica di Napoli e in seguito s'interessò al campo umanistico, logico, dialettico. Entrò nel convento di San Domenico nel 1562 con il nome di Giordano. Divenuto poi professore, in seguito alle sue opinioni nel campo della logica, metafisica, mnemotecnica nel 1567 fu sospettato di eresia.

Nel 1575 ottenne la licenza in teologia, discutendo varie tesi, una delle più significative fu quella su S. Tommaso. Per la sua formazione culturale, definita prodigiosa, fu importante l'influenza di filosofi, letterati, scienziati ed in particolar modo quella di Erasmo ed Ario. Sospettato nuovamente di eresia, si rifugiò a Roma presso i Domenicani di Santa Maria, sperando in un'esistenza tranquilla.

Qui tuttavia venne raggiunto dal confratello che sembrava essere stato il suo accusatore, dopo breve tempo il suo cadavere fu ritrovato nel Tevere e quindi Bruno fu accusato del fatto. Costretto nuovamente a fuggire indossò abiti civili, e per sopravvivere insegnò grammatica e fisica a Noli, in seguito si recò in varie parti d'Italia, in particolare è da ricordare Venezia, dove stampò *De' segni dei tempi*. Poi nel 1579 recatosi a Ginevra, presso il convento Domenicano di Chambéry, fu ammesso all'accademia dove osservò rigidamente le regole Calviniste e Aristoteliche; qui attaccò il teologo De la Faye ed arrestato fu costretto a riconoscersi colpevole e sottomettersi alla pena. Fuggì

nuovamente, prima a Lione (un mese) e poi a Tolosa, dove insegnò il *De Anima* e diede lezioni di filosofia, fisica e matematica, che lo compromisero. Recatosi a Parigi, dal 1581 al 1583 pubblicò: *De umbris idearum*, *Cantus Circaeus*, *De Compendiosa Architectura et complemento artis Lulli*, *Candelaio*, *Recens et completa ars reminiscendi*. Scrive: *Explicatio triginta sigillorum*.

Passato poi in Inghilterra al seguito dell'ambasciatore francese M. de Castelnan de la Mauvissière, scrisse l' *Explicatio triginta sigillorum* e il *Sigillus sigillorum*; ottenne l'insegnamento ad Oxford, tenendo lezioni sulle diverse dottrine astronomiche e sull'immortalità dell'anima, introducendo proprie idee che successivamente pubblicherà, e che lo portarono all'abbandono della cattedra. Nel 1584 scrisse e pubblicò i dialoghi italiani: *La cena delle Ceneri*, *De la causa principio et uno*, *De l'infinito universo et mondi*, *Spaccio de la bestia trionfante*, e nell' '85 *Cabala del cavallo pegaseo*, *De l'asino cillenico*, *Gli eroici furori* (che vide la luce quando già Bruno aveva lasciato Londra). Durante il tragitto in Francia per accompagnare l'ambasciatore de la Mauvissière, fu rapinato e perse vari manoscritti. Lavorò a *Arbor philosophorum*, un sunto dell'opera di Aristotele, mai pervenuta.

Nel 1586 pubblicò a Parigi *Figuratio Aristotelici physici auditus*, *Dialogi duo de Fabricii Mordentis Salernitani prope divina adinventione*, *Idiota triumphans*, *De somnii interpretatione*.

Alla fine di Maggio attaccò duramente Aristotele nell'opera *Centum et viginti articuli de Mundo et Natura adversus Peripateticos*, accrescendo ancora di più la polemica nei suoi confronti, e fu costretto a rifugiarsi in Germania. In agosto, a Wittenberg, ottenne l'immatricolazione all'Università come *Doctor Italus*. Fu questo il periodo migliore della sua vita. Infatti qui scrisse *De lampade combinatoria lulliana*, *De progressu et lampada venatoria logicorum*, *Lampas triginta statuarum*, *Animadversiones circa Lampadem lullianam* (queste ultime due solo manoscritte), *Camoracensis Acrotismus*, *Libri Physicorum Aristotelis explanati*, *Artificium perorandi* (pubblicato postumo nel 1612 a nome Alstedt), *Oratio valedictoria* (congedo dai colleghi ed alunni di Wittenberg).

Poiché i calvinisti assunsero il controllo degli affari religiosi, se ne andò nel 1588 a Praga, e si dedicò alla pubblicazione di *De specierum scrutinio et lampade combinatoria Raymondii Lulli* (con dedica all'ambasciatore di Spagna), *Articuli centum et sexaginta adversus huius tempestatis mathematicos atque philosophos* (dedicato a Rodolfo II). In questo periodo attaccò duramente il clero con l'opera *Oratio consolatoria*.

Dal 1588 fino al 1590 soggiornò ad Helmstädt dove scrive: *De magia et theses de Magia*, *De magia mathematica*, *De principis rerum, elementis et causis*, *Medicina lulliana* (alcune di queste opere rimaste manoscritte). Scomunicato dall'autorità evangelica, si recò a Francoforte, poi a Zurigo, dove scrisse *Summa terminorum metaphysicorum* (pubblicata con il nome di un suo allievo, Raffaele Egli, nel 1595), *De monade numero et figura*, *De triplici minimo et mensura*, *De innumerabilibus, immenso et infigurabili*, *De imaginum, signorum ed idearum composizione*, *De vinculis in genere*.

Ritornò poi in Italia, considerandola più aperta culturalmente, dal momento che Clemente VIII aveva assegnato una cattedra alla Sapienza al filosofo della natura Francesco Patrizi, precedentemente osteggiato dalla Chiesa perché, come Bruno, predicava un ritorno al Platonismo. Accettò dapprima l'invito del ricco mercante Giovanni Mocenigo a recarsi a Venezia per essere suo maestro nell'arte della memoria. Inizialmente risiedette a Padova (autunno) dove scrisse *Praelectiones geometricae*, *Ars reformationum* e alcuni trattati che non furono mai pubblicati. In questo periodo anche Galileo fu a Padova, ma non si sa se vi sia mai stato un incontro tra i due.

IL PROCESSO

La documentazione riguardante il processo rimase integrale fino al 1592, conservata presso l'archivio dei Frari. Purtroppo però con il trasferimento a Roma si perse ogni documento certo e completo. Solo nel 1849 vennero alla luce alcuni atti, scoperti da Giacomo Manzoni, e conservati presso gli archivi segreti vaticani. Questi vennero utilizzati da Domenico Berti che fu il primo biografo di Bruno. In seguito la curia di Roma nel 1942 pubblicò un "Sommario del processo di Giordano Bruno", a cura del cardinale Mercati. In questo scritto i "verbali" sono numerati ma manca l'elenco dei libri e dei manoscritti sequestrati a Venezia, le opere della maturità, ed alcune pagine; in particolare la carta 55 ha solo il titolo: *Lista Librorum Fratris Iordani*.

Il 20 giugno 1599 si aggiunsero ai 29 capi d'imputazione denunciati da Mocenigo, altri 13, e da questo punto fino alla carta 295 vi sono numerose mancanze. Interessante è il commento del Cardinale Mercati sulle vicende dei documenti processuali su Bruno. Egli sostiene infatti che:

- Già nel 1849 non vi erano negli Archivi Segreti altri documenti sul processo;
- I documenti si persero tra 1815 e il 1817 quando da Parigi, dove li aveva trasferiti Napoleone nel 1810, stavano per essere riportati a Roma;
- Marino Marini, all'epoca prefetto degli Archivi, ritenne superflui tutti i documenti dei processi del Sant'Uffizio e li fece distruggere. I resti di quella carta furono venduti a Parigi ad una fabbrica di cartoni per 4300 franchi;
- Nel 1940 fu rinvenuto una specie di sommario di tutto il processo;
- Marini disse, quando si concluse la Repubblica Romana, "gli Archivi conservano attualmente il loro stato di integrità che vantavano prima di queste luttuose vicende".

Tutt'ora i documenti di questo e di altri processi dell'Inquisizione, insieme al materiale manoscritto sequestrato, giacciono in quegli Archivi Segreti senza possibilità di consultazione.

CAPITOLI D'IMPUTAZIONE NOTI

Giordano Bruno fu accusato di negare:

- La transustanziazione del pane in Carne ed il valore della Messa.
- La Trinità, aderendo al subordinazionismo di Ario.
- La verginità di Maria.
- La divinità di Cristo.
- Il culto dei Santi.
- L'Inferno e le pene eterne, poiché tutti si salveranno.
- I profeti, che sono solo degli astuti profittatori.
- I dogmi della Chiesa.
- L'adorazione dei Magi.
- L'incarnazione.
- L'inutilità della penitenza.

E di affermare:

- Che Cristo peccò; quando, pregando nell'orto degli ulivi, rifiutava la volontà del padre.
- Che Cristo non fu crocifisso ma impiccato.
- Che Caino fece bene ad uccidere Abele, in quanto carnefice di animali.
- Che Mosè era un Mago più bravo di quelli del Faraone e che finse il Sinai e che le tavole della legge le costruì lui.
- Di essere un bestemmiatore blasfemo.
- Che se sarà costretto a tornare frate manderà all'aria il monastero.
- Di avere opinioni avverse alla Santa Fede ed ai suoi ministri.
- Di credere nella trasmigrazione delle anime.
- Di occuparsi di arte divinatoria e magica.
- Di indulgere al peccato della carne.
- Il disprezzo per le reliquie.
- La stupidità del culto delle immagini.
- L'esistenza di più mondi e la loro eternità, ed è un convinto copernicano.
- Che l'uomo si genera dalla decomposizione organica.
- Che Dio ha tanto bisogno del mondo quanto il mondo di Dio.

Inoltre:

- Ha soggiornato in paesi eretici vivendo alla loro guisa.
- Ha parlato con spregio del Breviario.
- Ha irriso il Papa.

Molti brani tratti dalle sue opere furono censurati.

I TESTIMONI

Poichè Bruno non volle insegnare al giovane nobile Veneziano Mocenigo le arti magiche, come lui aveva chiesto, nel 1593 fu denunciato presso l'inquisizione di Venezia. Seguono poi le testimonianze di vari eretici "scomunicati ed infami, criminosi ed eretici" ex compagni di cella di Bruno:

- Fra Celestino da Verona.
- Fra Giulio da Salò.
- Un tal Matteo de Silvestris di Orio.
- Un tal Francesco Graziano di Udine.
- Il falegname Francesco Vaia.
- Fra Silvio da Chioggia, Fra Serafino d'Acquasparta, Francesco Ieronimoni (incerti)

Secondo alcuni critici sono le censure, che nascono dalla lettura delle sue opere, quelle che hanno avuto più grande importanza nella sua condanna. Questo punto non è presente nel "Sommario", e fu proprio su queste che Bruno si mostrò inflessibile contrariamente a quanto aveva mostrato riguardo alle questioni di fede.

LA CONDANNA E IL ROGO

Bruno, isolato in carcere, presentò un memoriale a propria discolpa il 20 dicembre del 1594, mentre veniva sottoposto a continue torture. Nel 1596 tutte le sue opere furono proibite. Nel 1599 fu sul punto di cedere ma poi riconfermò tutte le sue teorie. Il 20

gennaio del 1600, il Papa Clemente VIII lo consegnò al braccio secolare. L'8 febbraio fu degradato da sacerdote e gli fu comunicata la condanna.

Di Roma, li 12 febbraio 1600 sabato

Hoggi credevamo vedere una solennissima giustitia, et non si sa perchè si sia restata et era di un domenichino di Nola, heretico ostinatissimo, che mercoledì, in casa del cardinale Madrucci, sententiarono come auttor di diverse enormi opinioni, nelle quali restò ostinatissimo, et ci sta tuttora, non ostante che ogni giorno vadano teologhi da lui. Questi frati dicono sia stato due anni in Genevra; poi passò a leggere nello Studio di Tolosa, et poi in Lione, et di là in Inghilterra, dove dicono non piacesse punto le sue opinioni; et però se ne passò in Norimbergh, et di là venendosene in Italia, fu acchiappato; et dicono in Germania habbia più volte disputato col cardinal Belarmino. Et insomma il meschio, s'iddio non l'aiuta, vuol morir ostinato et essere abbruggiato vivo.

Mentre questa condanna veniva pronunciata Giordano Bruno disse "avete più paura voi ad emanare questa sentenza che non io nel riceverla". Giovedì 17 febbraio nel carcere di Tor di Nona gli fu conficcato un chiodo ricurvo nella lingua, perchè non parlasse più ("la mordacchia") e fu condotto in Campo de' Fiori. "Condotto al rogo, quando gli fu mostrata l'immagine del crocifisso, torvamente la respinse". Qui, spogliato e legato, fu bruciato vivo.

"Giovedì a dì 16 detto. A hore 2 di notte fu intimato alla Compagnia che la mattina si dove far giustizia di un impenitente; et però alle 6 hore di notte radunati i confortatori e capellano in Sant'Orsola, et andati alla carcere di Torre di Nona, entrati nella nostra cappella e fatte le solite orazioni, ci fu consegnato l'infrascritto a morte condannato, cioè: Giordano del quodam Giovanni Bruni frate apostata da Nola di Regno, eretico impenitente. Il quale esortato da' nostri fratelli con ogni carità, e fatti chiamare due Padri di San Domenico, due del Giesù, due della Chiesa Nuova e uno di San Girolamo, i quali con molto affetto et con molta dottrina mostrandoli l'error suo, finalmente stette sempre nella sua maladetta ostinatione, aggirandosi il cervello e l'intelletto con mille errori e vanità. E tanto perseverò nella sua ostinatione, che da' ministri di giustitia fu condotto in Campo di Fiori, e quivi spogliato nudo e legato a un palo fu bruciato vivo, acompagniato sempre dalla nostra Compagnia cantando le letanie, e li confortatori sino a l'ultimo punto confortandolo a lasciar la sua ostinatione, con la quale finalmente finì la sua misera et infelice vita"

Tutte le sue opere vennero bruciate in un gran falò in Piazza S. Pietro, ma a partire dalla fine del '700 iniziarono ad essere ristampate e tradotte; in Italia alla fine dell'800 le latine, agli inizi del '900 quelle italiane.

ALCHIMIA, MAGIA, MISTICISMO, ERMETISMO NELL'EPOCA DI BRUNO

L'arte "ermetica", che è poi l'analogo dell'arte alchemica, prese il via intorno al 1460, quando Cosimo de' Medici fece tradurre il *Corpus Ermeticum* di Hermes Trismegisto. Testi di questo tipo, anche magici e cabalistici, scritti nella tarda antichità, ebbero grande influenza su tutti i pensatori rinascimentali. Questi erano un invito esplicito alla pratica della "Magia Naturale", che portava a compiere nuove indagini sulla natura, attraverso

nuovi strumenti. E' normale, di fronte a problemi tanto complessi, in un'epoca in cui scienza e magia non erano ancora ben scisse, che i "filosofi" ricorressero a simili conoscenze.

Nel 1543 fu pubblicato il *De Revolutionibus* di Copernico, il *De Umani Corporis Fabrica* di Vesalio, e la traduzione in italiano delle opere di Archimede. La matematica non fu utilizzata solo nel campo conoscitivo, ma anche in ricerche occultistiche relazionate con la mistica della numerologia; la Bibbia ad esempio fu analizzata da un punto di vista numerologico e mistico, con la speranza di scoprire verità nascoste e trascendenti sul mistero della creazione. Si cercò di trovare le armonie divine della natura mediante la correlazione di cerchi, triangoli, quadrati. La magia naturale veniva pensata come ricerca essenziale del sapere, aveva come oggetto lo studio del complesso della natura, ed era ritenuta agli antipodi della magia nera, della necromanzia, e di tutte le aberrazioni conseguenti. La medicina si sviluppò parallelamente all'alchimia: essa infatti aveva in sé un alone di mistero e misticismo. Il medico ad esempio era un mago che concepiva la natura come una forza vitale magica, esso poteva apprendere ed acquistare poteri naturali sconosciuti. Ben presto gli studi sull'occultismo alchemici e mistici divennero propri di tutti gli uomini colti, soprattutto dei matematici.

IL PENSIERO DI BRUNO

Giordano Bruno ritiene che le idee siano ombre di un'eterna idea e che, rivestite di "forme sensibili" adeguate alle nostre conoscenze, possano essere pensate e ricordate. Esse danno valore e dignità alla realtà e la inseriscono all'interno dell'ordine universale. Esistono infatti dei messaggeri, i mercuri, inviati dagli dei per spiegare e dar forma alle idee (riprende Galileo nel *Sidereus Nuncius*). Nell'universo è presente e operante una trama fondamentale dalla quale vanno individuati gli elementi principali e le possibili combinazioni, per acquisire un sapere operativo che ci permetta di conoscere e "trasformare" la realtà. Egli sostiene che la felicità sia propria del sapiente, che sa guardare alla sostanza unica ed immutabile ed eterna, oltrepassando le barriere di questo mondo profondamente travagliato: luce e tenebre, sapienza ed ignoranza, essere ed apparire, vita e morte. E' Circe, tuttavia, che è in grado di risolvere temporaneamente questa crisi, trasformando gli uomini in porci, tagliandogli lingua e mani, strumenti di offesa dell'universo.

La crisi quindi riprende quando agli uomini, nel *Candelaio*, vengono restituite mani e lingua: la vita rompe i confini e spezza le gerarchie tradizionali.

Bruno rifiuta la concezione aristotelica e platonica del doppio livello dell'immaginazione: quella dell'uomo, dotata di ragione, e quella degli animali, governata dall'istinto; ritenendo perciò che in tutte le cose è vivo ed operante come principio unitario l'intelletto. Sostiene infatti la necessità di una riforma che elimini la filosofia volgare e sensibile, sostegno di una falsa religione e di un falso sistema del mondo.

L'uomo viene pensato come un soggetto naturale immerso nel cosmo, buono e divino, e la sua ciclicità non è diversa da quella dei pianeti nel Sistema Solare. Egli dunque, contrario a pensare alla terra come qualcosa di inferiore al cielo, e all'uomo lontano da Dio, a causa del peccato originale, alla Storia come una continua alternanza di luce e tenebre (le tenebre annunciate da Cristo, falso profeta, sostenute dal sistema aristotelico-tolemaico, contro la Luce dell'antico sapere di Hermes Trismegisto, Pitagora, Platone, e soprattutto Copernico); è dunque Anti-cristiano e Anti-semite, rifiutando la Scrittura, la cronologia

biblica, la discendenza da Adamo. *"Occorre espellere dal mondo la bestia trionfante e la sua santa asinità"* (la Chiesa e il Papa).

L'uomo si salva, non muore, perchè l'individuo è apparenza di un'unica sostanza universale. Non occorre un principio eterno per muovere tutte le cose, ma un'anima interna (animismo).

IL CONTRIBUTO DI GIORDANO BRUNO ALLA NASCITA DELLA NUOVA FISICA: I PRINCIPI D'INERZIA E DI RELATIVITÀ NELLA SUA OPERA.

Egli si propone di rompere completamente tutti gli schemi della cosmologia aristotelica (e per molti versi copernicana): il mondo è infinito, non ha centri particolari, vi sono infiniti soli ed infinite terre, le sfere cristalline vengono messe da parte con considerazioni sulle comete (corpi provenienti dall'esterno del nostro sistema solare), le stesse stelle fisse non lo sono in realtà, i moti perfettamente circolari esistono solo nella geometria e non nella realtà per cui le orbite dei pianeti non devono essere considerate come circolari, la Terra è naturalmente in moto (ma anche il Sole lo è). E proprio su questa ultima questione, nel tentare di contrastare le obiezioni contro il moto della Terra, i principali contributi di Bruno sono due:

1. Compreso fino in fondo la necessità di integrare il mondo copernicano con una nuova fisica, lavorando su questioni cinematiche e dinamiche, soprattutto sul principio d'inerzia.
2. Si fece propagandista per tutta Europa della sua idea. Nel far ciò egli non si stancò di ripetere che solo con l'uso della matematica è possibile conoscere l'universo.

Secondo Bruno ci possiamo rendere conto di cosa significa il descrivere in modo diverso un avvenimento, a seconda di dove lo osserviamo.

Basti pensare che da una barca che corre lungo un fiume, sono le rive del fiume che sembrano marciare in verso opposto. Inoltre, quando di notte due navi, con mare perfettamente calmo, cambiano la reciproca posizione, ci è impossibile capire quale delle due si sta muovendo. Ciò è maggiormente vero se è impossibile vedere la costa ed inoltre, per la verità, non siamo neanche in grado di dire se tutte e due si stanno muovendo. Volendo poi riguardare le cose più in dettaglio, se ambedue le navi, mantenendo fissa la loro posizione reciproca, si spostano, noi non siamo in grado di percepire questo movimento. Il moto può dunque essere percepito come quiete.

Il principio della relatività fu condiviso anche da altri filosofi naturali dell'epoca. Ma Bruno fa un grande passo avanti, partendo dalla considerazione della Teoria dell'*impetus* giunge al principio d'inerzia e lo estende alla dinamica. Fu un notevole progresso, poiché senza la conoscenza del principio d'inerzia tutte le esperienze dinamiche che si potevano realizzare sulla Terra portavano all'erronea conclusione che essa era immobile nello spazio. Affermando questo principio quindi si riconosceva che tutto ciò che si trova su un oggetto in moto (l'aria sulla Terra), è dotato della stessa velocità dell'oggetto.

Varie sono le esperienze (le sensate esperienze, come Galileo) che Bruno porta a sostegno della sua tesi.

1. Supponiamo che una barca, trasportata dalla corrente di un canale, marci velocemente vicinissima alla sponda. Sulla barca c'è un osservatore O e sulla riva un osservatore O'. Ambedue gli osservatori tengono le braccia tese: O verso la riva ed O' verso la barca. Ciascun osservatore tiene in una mano una palla di ferro. Appena la barca porta O ed O' a sfiorarsi le mani, i due osservatori lasciano cadere la palla di ferro che hanno in mano, in modo che ambedue le palle cadano sulla coperta della barca. Cosa osserva O dalla barca? La palla che egli ha lasciato è caduta perpendicolarmente sulla coperta della barca, mentre la palla lasciata da O' ha seguito, per O, una traiettoria obliqua, tant'è vero che è caduta più indietro rispetto a quella lasciata da O (la palla lasciata da O era dotata della velocità orizzontale della barca, mentre la palla lasciata da O' cadeva con velocità iniziale nulla e la barca gli sfuggiva sotto).

2. Su di una nave che marcia a gran velocità, se un marinaio getta un grave dall'alto dell'albero maestro, questo grave cadrà perpendicolarmente al suolo e, mantenendosi parallelo all'albero durante la caduta, arriverà ai piedi di esso. E le cose andranno allo stesso modo di quando la nave è ferma. Lo stesso fenomeno si ripeterà poi anche quando si spicca un salto su una nave ferma o in corsa. In definitiva Bruno può concludere che «le cose che hanno fissioni o simili appartenenze alla nave, si muovono con quella» ed anche che «con la terra si muovono tutte le cose che si trovano in terra».

Cambiando punto d'osservazione poi, è sulla Terra che si hanno deviazioni dalla caduta verticale; su una nave, invece, anche se essa è in moto, le cose vanno come se fosse ferma (principio dinamico di relatività). È importante osservare che moto della Terra, composizione dei movimenti, principio d'inerzia e relatività del moto si affermano come un'unica problematica.

Prima di discutere della cosmologia bruniana è necessario accennare alla fisica e cosmologia di Aristotele ed alla cosmologia copernicana.

ALCUNI ASPETTI DELLA FISICA E DELLA COSMOLOGIA DI ARISTOTELE

Durante il XVI secolo la fisica e la cosmologia di Aristotele, con le integrazioni di Tolomeo e vari contributi arabi, vanno sempre più affermandosi come cultura dominante. La cosa più interessante da notare è che il complesso del pensiero aristotelico si presenta in modo unitario, risultando impossibile modificarne una parte senza danneggiare completamente l'intero edificio. Vediamone gli aspetti salienti.

- Il mondo è organizzato secondo due idee principali:

1. · La teoria dei quattro elementi,

2. · La teoria dei luoghi naturali.

- I quattro elementi sono organizzati secondo i gradi di una intrinseca nobiltà: la terra, la più vile, sta più in basso; su di essa vi è l'acqua, quindi l'aria e, da ultimo, il fuoco, l'elemento più nobile. A questi elementi occorre aggiungerne un altro che è perfetto, eterno ed incorruttibile, la quintessenza, l'etere che si trova al di sopra di tutti gli altri.

- L'universo è organizzato in tante sfere concentriche che si succedono secondo i vari gradi di nobiltà che sono propri dei quattro elementi e dell'etere: la Terra (sulla quale vi è l'acqua) sta immobile al centro; sopra la terra vi è aria e quindi il fuoco. Sono semplici osservazioni naturali che portano a questa fisica: un pugno di terra affonda nell'acqua, delle bolle d'aria salgono da sotto l'acqua, il fuoco acceso nell'aria sale attraverso quest'ultima. Tutto ciò è chiuso dentro una prima sfera di cristallo, la sfera della Luna. Gli serviva una sfera materiale ad Aristotele per sostenere i 'pianeti' che risultavano incastonati in essa e la sfera doveva essere cristallina poiché dalla Terra non la vediamo. Dalla prima sfera in poi i pianeti, le sfere che li sostengono, gli astri e l'intero spazio fino all'ottava sfera (quella delle stelle fisse), sono costituiti di etere. Sotto il cielo della Luna le cose nascono e muoiono. Sopra questo cielo tutto è perfetto, eterno, immutabile ed incorruttibile.

- Il moto è trasmesso dall'ultima sfera a quelle più interne. Quando si arriva alla sfera eterea che contiene incastonata la Luna, il suo moto trascina per attrito l'aria ed il fuoco sottostanti, ciò provoca il turbiniò ed il rimescolamento dei quattro elementi fenomeno che è alla base del cambiamento e quindi della generazione e corruzione del mondo 'terreno' o sublunare. Si noti che senza quell'attrito i quattro elementi sarebbero separati: al centro vi sarebbe una sfera di terra, circondata prima da una buccia d'acqua, quindi da una buccia d'aria ed infine da una buccia di fuoco. In particolari condizioni, il fuoco che sale si concentra in un dato luogo e da quel medesimo attrito viene messo in rapida rotazione, originando il fenomeno delle comete. Queste ultime infatti non possono essere ammesse come corpi provenienti da uno spazio esterno che semplicemente non esiste. Inoltre corpi in moto "trasversale" nello spazio, sfonderebbero quelle sfere cristalline (come fece osservare S. Tommaso che, proprio per questo motivo, mise in discussione l'ascesa del corpo di Gesù al Cielo, cielo che comunque non esisteva in Aristotele).

- Un oggetto è in moto se occupa successivamente luoghi diversi.

- I corpi che si muovono dall'alto in basso o viceversa sono dotati di peso o leggerezza, proprietà che non spettano ai corpi che si muovono di moto circolare .

- Ogni corpo tende ad andare al suo luogo naturale ed i moti che realizzano questo sono moti naturali (con la teoria dei luoghi naturali viene spiegata anche la morte dei viventi): così la terra si muoverà per andare a ricongiungersi con la terra, l'acqua scorrerà per andare verso l'acqua, l'aria salirà in bollicine dall'acqua, ...

- Sono moti violenti quelli provocati artificialmente.

- Perché un moto sia possibile è necessario che qualcosa, un motore, lo sostenga: un sasso è mantenuto in moto dall'aria che, chiudendosi dietro di esso, lo sospinge.

- Non può esistere alcun vuoto perché non esisterebbe alcun moto. Inoltre, in caso di esistenza di vuoto, perché un corpo dovrebbe fermarsi qui piuttosto che lì? I corpi o resterebbero in quiete o si muoverebbero all'infinito (questa è l'enunciazione in negativo del principio d'inerzia che sarà di Galileo).

- L'infinito non può muoversi e poiché la sfera delle stelle è in moto, si deve concludere che il mondo è finito.

- Conseguenza della teoria dei luoghi naturali è l'unicità del mondo (tutta la terra con la terra, tutta l'acqua con l'acqua, ...

- La Terra è immobile poiché un corpo scagliato in alto ricade perpendicolarmente nello stesso punto da cui è stato lanciato.

Questo, per sommi capi, il pensiero fisico - cosmologico di Aristotele. Ad esso furono apportate modifiche nel II secolo d.C. da Tolomeo (per la spiegazione di alcuni moti planetari aggiunse ulteriori sfere fino ad arrivare a 55). Inoltre Tolomeo aggiunse ulteriori obiezioni al moto della Terra:

- Ci vorrebbe un motore troppo grande per mantenere la Terra in moto.

- Se la Terra ruotasse sul proprio asse verso oriente: una pietra lanciata in alto verticalmente dovrebbe ricadere ad occidente rispetto al punto di partenza; dovremmo sempre vedere nuvole ed uccelli andarsene a grande velocità verso occidente; la Terra dovrebbe scagliare via da sé tutti gli oggetti non saldamente legati ad essa.

- Se la Terra si muovesse, a causa del suo moto, dovrebbe andare distrutta.

L'OPERA DI COPERNICO

Nei secoli vi furono critiche, tentativi di cambiamento ma questo impianto restò sostanzialmente immutato. Copernico rappresenta la prima svolta radicale ma più per le conseguenze che altri trassero dalla sua opera che non per quello che egli stesso aveva detto.

Egli, disponendo di una notevole mole di dati osservativi che si erano andati accumulando nei secoli, ed anche nel tentativo (non riuscito) di rendere più semplici i calcoli rispetto al sistema delle 55 sfere, modificò la posizione degli astri senza preoccuparsi di conciliare ciò con tutti gli altri problemi che si aprivano con la nuova organizzazione del mondo (assenza di una fisica, necessariamente nuova). La tesi principale di Copernico è che la Terra è in moto circolare intorno al Sole immobile, la Luna ruota intorno alla Terra, tutto il resto, rispetto al sistema aristotelico, rimane immutato. Gli argomenti a sostegno di tale tesi sono:

- 1) Poiché il cielo è la dimora di tutti, non si vede perché si debba attribuire il moto più al contenuto che al contenente.

- 2) La condizione di immobilità è considerata da Aristotele più nobile e divina della condizione di cambiamento ed instabilità, la quale quindi è più appropriata alla Terra che all'universo.

- 3) La Terra, perché sferica, deve ruotare di moto naturale.

- 4) Ci vorrebbe un motore gigantesco per muovere la sfera delle stelle.

- 5) La Terra non va distrutta a causa del suo moto poiché quest'ultimo è naturale e non violento.

- 6) Se la Terra, a causa del suo moto, dovesse andare distrutta, a maggior ragione ciò dovrebbe accadere alla sfera delle stelle.

- 7) La non deviazione dalla verticale degli oggetti in caduta è spiegata con l'affermazione che l'aria segue il moto della Terra "perché l'aria impregnata di terra e di acqua, vicina alla Terra, segue le sue stesse leggi".

In questo argomentare, Copernico si scontra con alcune difficoltà:

- 1) È vero che, secondo Aristotele, è proprio la Terra che si dovrebbe disintegrare a causa del suo moto e non la sfera delle stelle. Infatti la Terra è soggetta a generazione e corruzione, mentre la sfera delle stelle è eterea ed eterna.
 - 2) Allo stesso modo, un motore avrebbe mosso più facilmente le parti eterie dell'universo che non la Terra.
 - 3) Anche il Sole è sferico e perché è fermo?
 - 4) Sistema complesso almeno quanto l'aristotelico - tolemaico.
- Nonostante "il conservatorismo" di Copernico, si aprivano grosse brecce nel sistema aristotelico che qualcuno avrebbe dovuto colmare:
- 1) Si mette in discussione l'esistenza di due tipi di mondi separati dal cielo della Luna (la Terra, nel suo moto, "si infila" in mezzo ai due mondi).
 - 2) Si distrugge la teoria dei quattro elementi e quella del moto ad essa collegata tramite la teoria dei luoghi naturali (perché ora un oggetto dovrebbe cadere sulla Terra?).
 - 3) Tutti i moti vengono considerati come naturali e la Terra che si muove di moto circolare viene a perdere le caratteristiche di peso e leggerezza.
 - 4) Con l'ammissione di ultima sfera (quella delle stelle) ferma, in accordo con Aristotele, si apre la possibilità di un mondo infinito. Per dirla con Kuhn: "per Copernico la Terra in moto rappresenta una anomalia in un universo aristotelico".

LA COSMOLOGIA DI BRUNO

Secondo Bruno, Copernico ha avuto il merito di aver posto il problema del moto della Terra ma non è riuscito a liberarsi di Aristotele (*Comun et volgare filosofia*). Copernico è rimasto astronomo, matematico, non è diventato filosofo poiché in un universo aristotelico ha solo cambiato le posizioni di Terra e Sole. Non è stato inoltre capace di costruire una nuova filosofia universale ed il rinnovamento di quest'ultima è imprescindibile (la cosa sarà impostata ed abbondantemente portata avanti da Galileo). Qui c'è da fare una osservazione: il cosmo medioevale è distrutto e con esso va in pezzi la fisica di Aristotele. Ora lo "spazio" è libero per una nuova scienza ed un motivo di debolezza di Bruno è che ad una fisica, quella di Aristotele, non si può contrapporre una metafisica, quella di Bruno, ma solo un'altra fisica, quella, appunto di Galileo.

Per Bruno occorre iniziare con il chiedersi se è necessario continuare a mantenere il mondo prigioniero dentro la sfera delle stelle fisse. Inoltre queste stelle le percepiamo fisse perché sono ad enormi distanze. Come le cose che vediamo all'orizzonte ci paiono essere tutte alla medesima distanza, allo stesso modo le stelle ci appaiono ugualmente distanti anche se sono a distanze diverse. È solo certo che le stelle sono più distanti dei pianeti. Postulare una sfera di stelle fisse è porre un limite arbitrario all'universo.

L'universo è quindi infinito in senso moderno. E Bruno ha il merito di togliere all' "infinito" la connotazione negativa degli antichi e della Chiesa che ammettevano una identità tra infinito e non terminato. L'infinità non è solo di spazio, ma anche di materia. ESistono infiniti astri distribuiti in uno spazio infinito. Tra le stelle vi è spazio reale e tridimensionale: lo spazio è per la prima volta completamente geometrizzato. Ciò implica inesistenza di luoghi o direzioni privilegiate, fatto che a sua volta implica l'indifferenza dello spazio rispetto al moto ed alla quiete (sono le premesse alla definizione di spazio che darà Newton) che vuol anche dire che nessun punto può essere considerato come centro o come riferimento privilegiato. Niente può essere ordinato con un qualche criterio (su e giù) come il Cielo e la Terra. Questa distinzione è assurda.

Il movimento è un cambio di relazione dell'oggetto che si muove rispetto all'oggetto considerato come riferimento: il moto è puramente relativo. Un plurimo moto simultaneo può essere percepito come quiete: tutto ciò che sta sulla Terra si muove con essa e quindi noi sembriamo essere in quiete.

Se da dentro il sistema Terra si lancia una pietra, essa cadrà lungo la perpendicolare. Se la stessa pietra viene lanciata da fuori del sistema, allora si avrà una deviazione dalla verticale.

Altre questioni di filosofia naturale, sollevate da Bruno sono riportate per punti:

- Se il moto e la velocità sono relativi, tale deve essere anche il tempo che si desume dal movimento (una cosa analoga era stata sostenuta da Lucrezio che è uno degli ispiratori di Bruno).

- I moti celesti apparirebbero diversi se osservati dall'una o dall'altra stella ed anche le stelle sono in moto: esse non sono fisse ma in quiete reciproca.

- Se quindi i moti celesti appaiono diversi se visti da stelle diverse, e se il tempo si desume dal movimento, il tempo stesso è relativo: ogni stella ha il suo proprio ed un criterio assoluto per la sua misura è illusorio.

- Anche la gravità e la leggerezza sono relative: un pezzo di ferro non cade se attratto da un magnete.

- Non solo le stelle ma anche i pianeti sono infiniti (svariati pianeti esterni al sistema solare sono stati scoperti in questi ultimi anni) e sono, in qualche modo, come degli animali (l'ipotesi di Gaia, Terra come un gigantesco animale, è stata avanzata da alcuni biologi/ecologi tra cui J. Lovelock, in questi ultimi anni).

- Non è vero che il fuoco sale sempre: basta pensare ad un forno.

- Gli oggetti sono costituiti da atomi in continuo movimento; non è quindi possibile ammettere la precisione di una misura dato che tanto l'oggetto da misurare che lo strumento di misura variano ad ogni istante.

- Per Bruno anche il Sole è dotato di un moto attorno al proprio asse e questa cosa è affermata per la prima volta in assoluto nella storia del pensiero.

- Sostenne il primato della "magia naturale" (è il saggio che diventa mago, come il medico che sa curarti) sulla matematica e fu portato a ciò dal fatto che la maggior parte degli astronomi professionisti giudicava la teoria copernicana solo attraverso le esigenze del calcolo.

- Parla dell'impossibilità di dare misure precise (se gli oggetti sono composti di atomi in continuo movimento, gli estremi dell'oggetto da misurare e dello strumento di misura non sono ben definiti);

- Afferma la completa geometrizzazione dello spazio fisico: lo spazio (infinito) è indifferente al movimento (nessun luogo è privilegiato); lo spazio vuoto è riempito dalle cose, esso è la condizione del movimento.

Ma al di là di tutte queste intuizioni ed affermazioni che daranno una base di pensiero ai futuri filosofi naturali, uno dei più grandi meriti di Bruno fu l'essere il massimo diffusore attraverso tutta Europa della cosmologia copernicana.

BRUNO ED IL SUO TEMPO

Si usa dire che Bruno era un animista, un ermetico, un mistico, un mago, un filosofo, e di lui si citano frasi che, estrapolate dal contesto, non hanno alcun senso, quasi a farlo apparire ciò che non è. Questo non accade però con altri filosofi o scienziati, dei quali si

citano frasi ugualmente provocatorie ma che non destano lo stesso scalpore perché non pronunciate da Bruno. Riferiamoci solo ai personaggi più noti.

Copernico: Essendo il Sole l'occhio di Dio, è più logico che sia sistemato al centro dell'universo.

Kepler: Il Sole è il corpo più bello e come tale è occhio del mondo. Esso è l'unico luogo degno di diventare la casa di Dio se questi si degnasse di venire tra noi. Dio poi ha creato ed ordinato l'universo secondo le armonie e le proporzioni dei cinque solidi regolari di Pitagora e Platone. I pianeti poi nel loro moto intorno al Sole cantano le lodi del Signore. Ad esempio la Terra canta mi-fa-mi e per questo non possiamo stupirci del fatto che sulla Terra regnino MI-seria, FA-mine, MI-seria. Osservo a parte che fino ad un certo punto Kepler fu fortunato. Ai suoi tempi i pianeti conosciuti arrivavano fino a Saturno. In questo modo numero di pianeti (5) e numero di solidi regolari (5) gli fecero costruire una montatura teorica le cui proporzioni tornavano. Il guaio è che i solidi regolari sono ancora 5 mentre i pianeti sono cresciuti di numero. Tra l'altro Kepler ebbe un sussulto quando seppe che Galileo aveva scoperto i satelliti di Giove e si chiese ad alta voce se per caso Bruno non avesse avuto ragione.

Descartes: La quantità di movimento si conserva perché Dio mai toglie ciò che ha dato. Osservo a Margine che Padre Marsenne maestro di Descartes (oltreché di Pascal, che aiutò nel plagio di Torricelli) disse di Bruno (1624): "È uno dei più abominevoli uomini che la terra abbia mai avuto".

Newton: I pianeti continuano nel loro moto infinito intorno al Sole per il continuo intervento di Dio che, di tanto in tanto gli fornisce "una spintarella". Egli fu un mago, un alchimista ed un teologo bigotto. È forse interessante osservare che tutti i citati facevano oroscopi (per arrotondare). Mai né Bruno né Galileo hanno fatto oroscopi nonostante ne fossero richiesti, soprattutto il secondo, in cambio di grosse ricompense (Galileo è sempre stato per tutta la vita persona piuttosto legata al denaro: gli mancava sempre).

La parte preponderante del nostro lavoro riguarda il pensiero e le problematiche che scaturiscono dalle opere di Galileo. Abbiamo pertanto costruito un percorso che permettesse di accedere al suo pensiero attraverso vita opere e periodo storico. In particolare abbiamo preso in considerazione la tematica del moto mettendo a confronto la teoria aristotelica con quella galileiana e quindi affrontando un discorso prettamente fisico. Per comprendere a fondo l'importanza del pensiero galileiano nello sviluppo della scienza moderna, è stata fondamentale la lettura del testo di Geymonat , *Lezioni su Galileo* (Editrice Barbieri, Taranto, 2004), nel quale l'autore prende in esame alcuni aspetti quali

- Il significato delle "sensate esperienze" e delle "certe dimostrazioni" e quindi il ruolo dell'esperienza in Galileo
- Il ruolo della verifica sperimentale
- Galileo metodologo
- Scienza e potere, un rapporto conflittuale
- Rapporti tra esperienza e matematica e la concezione galileiana di essa
- Discussioni moderne sulla concezione galileiana della scienza(Feyerabend, Koyré, Husserl)

GALILEO GALILEI

Nasce a Pisa il 15 febbraio 1564. In quel periodo Pisa faceva parte del Granducato di Toscana, retto dalla famiglia Medici. Firenze ne era la capitale e la stessa famiglia di Galileo era fiorentina; un membro della famiglia, Galileo Galilei, era stato medico rinomato. In suo ricordo Vincenzo Galilei decide di chiamare il figlio. La famiglia si trattiene a Pisa fino al 1574, per poi tornare a Firenze. In queste due città Galileo riceve la sua prima educazione di carattere umanistico. Nel 1581 viene iscritto dal padre all'Università di Pisa alla facoltà di medicina, al fine che Galileo emulasse il glorioso antenato del Quattrocento. Galileo non rivela alcun interesse per la disciplina e nel 1585 torna a Firenze senza aver conseguito il titolo di dottore. Tuttavia nel 1583 durante un periodo vacanziero, all'insaputa del padre, un amico di famiglia, Ostilio Ricci (discepolo di Nicolò Tartaglia), lo inizia allo studio della matematica. Ben presto prosegue da solo le indagini scientifiche e di fronte ai rapidi progressi il padre si arrende e gli concede di dedicarsi sempre più intensamente alla scienza. I quattro anni successivi li dedica ad approfondire la conoscenza di Euclide e di Archimede. Nel 1586, insegna a Siena e in seguito all'università di Pisa, dove nel 1589 è nominato lettore di matematica. Negli stessi anni inventa la bilancetta idrostatica, per determinare il peso specifico dei corpi, e relaziona il suo lavoro nell'opera omonima e così anche per il baricentro dei corpi (*Theoremata circa centrum gravitatis solidorum*). Durante il periodo pisano approfondisce gli studi di meccanica (raccolti nel *De motu antiquiora*) e saranno proprio questi che lo porteranno verso il copernicanesimo. In quegli'anni gli astronomi si erano accorti della mancanza di significato fisico per il sistema tolemaico, ma «filosofi naturali», che sulle orme di Aristotele si proponevano di conoscere la struttura del cosmo e la causa dei movimenti, non solo terrestri ma anche celesti, non erano d'accordo. Venivano creati schemi matematici per il calcolo dei moti celesti, spesso senza giustificazione fisica. Data la superiorità attribuita alla filosofia sulla matematica, però, tale situazione si concretava in uno *status* di maggiore dignità accademica e un trattamento economico migliore per i «filosofi». Galileo e i suoi colleghi si guardavano bene dall'invadere il campo filosofico. La situazione non era sostenibile più a lungo. Galileo dopo i tre anni trascorsi a Pisa, ottiene la nomina presso lo Studio di Padova, una delle più prestigiose Università dell'Europa del tempo. Anche qui insegna matematica e astronomia ma deve attenersi all'astronomia tolemaica. Dopotutto deve ancora trovare prove valide per contrastare la tradizione aristotelica. Una prima idea gli viene data dal fenomeno delle maree, che poteva essere l'effetto del doppio movimento di rotazione della terra, come affermava Copernico, poiché il moto di rotazione della Terra intorno al proprio asse veniva a sommarsi a quello di rivoluzione intorno al Sole nelle prime dodici ore e a opporvisi nelle successive dodici: la variazione di velocità provocava le maree. Nel 1604, finalmente, si espone in difesa della teoria copernicana. In quell'anno da tutta Europa era stata osservata una *stella nuova*. Galileo tiene tre lezioni sull'argomento ma di questa non ci sono rimasti che pochi frammenti. In sostanza afferma che, non essendo stato notato alcun effetto di parallasse durante l'osservazione, la stella doveva essere a di sopra dell'orbita lunare. Tra i professori di filosofia naturale, Cesare Cremonini era di grande influenza a Padova. Con l'occasione della *nuova* pubblica un *Discorso intorno alla nuova stella*, sotto falso nome, sostenendo che l'argomento della parallasse basato sulle esperienze sensibili e applicato sulla terra non poteva esserlo ugualmente nel mondo celeste. Galileo, sapendo probabilmente la vera paternità del testo, replica con un *Dialogo* in dialetto padovano, anch'egli sotto falso nome. In questo, rivendica l'utilizzo della parallasse per l'osservazione dei moti celesti, con la distinzione di tre tipi differenti di essa.

Egli aveva notato durante l'osservazione che c'era una progressiva diminuzione di splendore della *nuova*. La stella sembrava essersi formata nelle vicinanze di Marte e Giove. L'assenza di parallasse poteva essere spiegata solo con un movimento in linea retta, rispetto all'osservatore. Ammettendo l'ipotesi copernicana trascorsi sei mesi si sarebbe dovuto notare un effetto di parallasse sufficientemente sensibile da poter essere misurato. Essa sarebbe stata la conferma del movimento della Terra. Tuttavia passano i mesi ma non viene osservata alcuna presenza di parallasse e crescono i dubbi sulla validità dell'ipotesi della vicinanza con Marte e Giove. La teoria copernicana era ancora possibile e un evento in particolare lo porta sulla strada della prova astronomica. Verso il 1609 Galileo apprende dell'esistenza di un cannocchiale in Olanda, ma utilizzato in modo poco corretto, quasi come un gioco. Perfeziona lo strumento dotandolo di lenti ottiche lavorate con alta precisione e rendendolo uno strumento ad uso scientifico. «Preparai dapprima un tubo di piombo alle cui estremità applicai due lenti entrambe piane da una parte, e dall'altra una convessa e una concava; posto l'occhio dalla parte concava vidi gli oggetti abbastanza grandi e vicini, tre volte più vicini e nove volte più grandi di come non si vedano ad occhio nudo. In seguito preparai uno strumento più esatto, che mostrava gli oggetti più di sessanta volte maggiori. E finalmente non risparmiando fatiche e spese, venni a tanto da costruirmi uno strumento così eccellente, che gli oggetti visti per il suo mezzo appaiono ingranditi di quasi mille volte e trenta volte più vicini che visti a occhio nudo.».

Dopo una dimostrazione pratica davanti a dignitari della Repubblica Veneta, riceve la nomina a professore a vita e un conseguente aumento dello stipendio da 520 a 1000 fiorini annui. Il primo movente della costruzione del cannocchiale è probabilmente quello economico. Dopo la morte del padre assume l'onere di mantenere la famiglia a Firenze e nel frattempo deve assicurare una dote alle figlie Virginia e Livia, avute, insieme al figlio Vincenzo, da una donna veneziana.

Superando l'interesse economico comprende la preziosa utilità dello strumento. Inizia così a studiare, mediante attente osservazioni, la posizione del Sole, della Luna e degli altri corpi celesti, i quattro satelliti di Giove, le macchie lunari, le fasi di Venere. Le importanti scoperte, tendenti a confermare le ipotesi cosmologiche copernicane, sono raccolte nel *Sidereus Nuncius*, pubblicato a Venezia nel 1610. Seguendo la via delle «sensate esperienze», nega in definitiva la cosmologia tradizionale su due punti: il primo riguarda la differenza tra i corpi celesti e quelli terrestri, entrambi sono composti della stessa materia, il secondo riguarda la centralità della Terra rispetto a tutti i moti celesti, la scoperta dei satelliti di Giove dimostrava che potevano esserci più centro di rotazione.

Le scoperte pubblicate nella sua ultima opera gli procurano gran fama e l'offerta, da parte di Cosimo II de' Medici, di diventare «matematico straordinario dello studio di Pisa» e «filosofo del serenissimo Granduca».

La pubblicazione del Sidereo non suscita solo ammirazione ma anche aspre critiche, da varie parti: alcuni sostenevano che Galileo non era l'autentico inventore del cannocchiale. Alcune critiche provenivano dal mondo della scienza, altre dai costruttori pratici. Keplero e i matematici del Collegio Romano sono le massime autorità dell'epoca e Galileo si accorge che solo convincendo questi non ci sarebbero più state obiezioni. Decide così di compiere un viaggio a Roma per strappare il consenso non solo ai Gesuiti ma a tutte le autorità della Chiesa. Papa Paolo V lo accoglie con onori e benevolenza e così Federico Cesi, fondatore dell'Accademia dei Lincei che lo vuole subito iscrivere come membro autorevole. Anche quella dei gesuiti è un'accoglienza degna; in realtà l'ordine religioso era concorde con Galileo nel riconoscere l'autenticità delle osservazioni ma discorde riguardo all'interpretazione di esse. Gli uomini di Chiesa che appoggiano Galileo si basano anche

sulla dottrina di un frate agostiniano spagnolo, Didaco di Stunica (Diego de Zuñiga), aveva sostenuto esser più conforme alla Sacra Scrittura la mobilità della Terra che non quella contraria. Interprete di tale appoggio è soprattutto il frate carmelitano Paolo Antonio Foscarini, che nel 1615 pubblica a Napoli una *Lettera al Generale del proprio ordine sopra l'opinione dei Pitagorici, nella quale si accordano ed appaiono i luoghi della sacra scrittura e le proposizioni teologiche, che giammai potessero addursi contro tale opinione*.

Esistevano alcune implicazioni filosofiche-metodologiche rispetto all'atteggiamento di fronte al cannocchiale, che sarà caratteristico della scienza sperimentale moderna. Riguardo all'imperfezione dei sensi, questi non vengono condannati dallo scienziato, egli crea i mezzi per rendere via via più perfetta la conoscenza sensibile. Galileo afferma che l'uomo dispone di due strumenti conoscitivi: la «sensata esperienza» e la «certa dimostrazione», che non sono e non devono essere considerate in antitesi ma necessarie l'una all'altra. Questa opinione va a confutare quella aristotelica che sosteneva la perfezione «qualità assoluta» degli enti (in particolare quelli celesti). La questione della perfezione era già stata sollevata anni prima dall'astronomo danese Tycho Brahe. Egli sosteneva che per costituire una soddisfacente teoria dei movimenti dei pianeti erano necessarie un gran numero di osservazioni sempre più precise. Inoltre nel 1572 era apparsa in cielo una *stella nova* nella costellazione di Cassiopea. Le osservazioni accurate portavano a non notare alcun effetto della parallasse e a dedurre quindi che la stella doveva situarsi oltre la Luna (i risultati sono pubblicati con il titolo *De Nova Stella* 1573). Si trattava di un fenomeno atmosferico, come sosteneva il principio aristotelico dell'incorruttibilità dei cieli, o di un fenomeno appartenente al mondo celeste? Nel frattempo anche il matematico gesuita Clavio, in modo indipendente, arriva alle stesse deduzioni, senza però aggiungere nulla di nuovo alle già conosciute scientificità. Benché Brahe metta in moto una critica alla concezione tradizionale aristotelica non riesce a far sua la teoria copernicana, sia per le difficoltà tradizionali, sia per la difficoltà a notare il fenomeno della parallasse in certe stelle fisse (causata dalla lontananza, ma era anche sconosciuto il fenomeno della diffrazione della luce stellare: non essendoci ancora il telescopio si credeva che il diametro visibile di una stella fosse il reale.). Le stelle risultavano così della stessa dimensione del Sole e ciò non pareva possibile a Brahe; elabora così una propria teoria astronomica dei moti planetari, che riuniva una semplificazione di quella copernicana ma poneva sempre la Terra al centro. Tycho Brahe si confronterà con Galileo sulla questione delle comete, ma dovranno passare alcuni anni e avvenimenti importanti.

Il nostro scienziato torna dal viaggio a Roma e viene invitato ad una riunione alla corte di Cosimo II alla quale partecipano filosofi e scienziati; il discorso verte sul fenomeno del galleggiamento e sulle sue possibili spiegazioni. Il cardinale Barberini prende la parte di Galileo (che sosteneva la teoria di Archimede). Alla fine del dibattito Cosimo II propone ai disputanti di mettere per iscritto le loro ipotesi: nasce così il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono*, dedicato al Granduca. Di nota polemica è anche la *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*, pur avendo iniziato i suoi studi sulla presenza di macchie intorno al Sole già nel 1610 non aveva fatto parola ad alcuno delle sue scoperte tranne a colleghi Romani; dopo una pubblicazione sotto falso nome di un gesuita tedesco sui medesimi rilevamenti, Galileo sentendosi defraudato delle scoperte si appresta a pubblicarne il resoconto con una dedica a Filippo Salviati, linceo. L'interesse di Galileo iniziato con la pura ricerca scientifica si sposta presto a un'opera di propaganda della teoria copernicana. Questa sfumatura di carattere si può notare dalle lettere: una al frate Benedetto Castelli, due a Monsignor Dini e una a Madama Cristina Lorena, granduchessa di toscana, ma fatte circolare in pubblico appositamente.

Esse affrontano il problema dei rapporti tra fede e scienza sotto aspetti differenti: la prima sulla base della diversità di linguaggio, la seconda e la terza con esplicito riferimento a Copernico, l'ultima con argomentazioni fondate sull'interpretazione del testo biblico.

Galileo in queste lettere vuole dimostrare la compatibilità fra verità copernicana e dogma cattolico. Sa benissimo dell'esistenza di molte contraddizioni ma non vuole trovare un compromesso: la via d'uscita è nel riconoscere l'esistenza di due linguaggi tra loro diversi ma che esprimono la stessa verità, pur essendo il primo ordinario e pieno di imperfezioni e il secondo rigoroso.

Il primo processo del 1616 rappresenta la prima grande sconfitta anche per il suo programma di "conciliazione" tra Chiesa e Copernico. Decisiva per una svolta alla situazione è l'atteggiamento dei più influenti ordini religiosi dell'epoca: i gesuiti e i domenicani. I primi sono i depositari del più alto livello di cultura e hanno dalla loro parte valentissimi matematici fisici e astronomi;

spesso sono interessati alle nuove scoperte ma cercano di darvi un'interpretazione che concordi con gli insegnamenti aristotelici. Quindi è comprensibile che non siano disinteressati alla nuova teoria astronomica ma nello stesso tempo non possono mostrarsi favorevoli a questa perché inconciliabile con l'aristotelismo. Diverso è l'atteggiamento dei domenicani: fedeli a S. Tommaso, vedono in modo sospetto ogni innovazione. Riguardo ai processi a Galileo, quello del 1616 parte dai domenicani e Galileo trova un debole appoggio nei Gesuiti, quello del 1633 è spinto invece dai gesuiti stessi contro anche alcuni domenicani che hanno autorizzato la pubblicazione del *Dialogo*.

I due domenicani che mettono in azione il primo processo sono Nicolò Lorini e Tommaso Caccini. Lorini il 1° novembre 1612 tiene una predica nel convento di S. Matteo a Firenze. Accorgendosi di aver azzardato troppo contro un personaggio così celebre, scrive una lettera a Galileo spiegando che non intendeva «favellar in materia di filosofia contro veruno» e tanto meno contro di lui; aveva detto solo «due parole» per spiegare che «quell'opinione di quell'Ipernico, o come si chiami, apparisce che osti la divina Scrittura». Galileo non ne rimane colpito e vi ride sopra credendo di non aver nulla da temere da un «goffo dicitore». Benedetto Castelli invitato dal Granduca a colazione rispondendo a una domanda di questo parla di un'osservazione dei pianeti medicei. Il discorso verte subito sulla rotazione terrestre e la madre del Granduca, Cristina di Lorena, si dimostra dubbiosa perché contro le Scritture. Galileo sente la necessità di chiarire la sua posizione sul rapporto tra scienza e Sacre Scritture: scrive una lettera a Castelli con l'intenzione di pubblicarla presto sotto forma manoscritta. In questa afferma: «Stante, e dunque, che la Scrittura in molti luoghi è non solamente capace, ma bisognosa d'esposizioni diverse dall'apparente significato delle parole, mi par che nelle dispute naturali ella dovrebbe essere riserbata nell'ultimo luogo: perché procedendo di pari del Verbo divino, la scrittura sacra e la natura, quella come dettatura dello Spirito Santo, e questa come osservantissima esecutrice degli ordini di Dio. [...] pare che quello de' gli effetti naturali che o la sensata esperienza ci pone innanzi agli occhi o le necessarie dimostrazioni ci concludono, non debba in conto alcuno essere revocato in dubbio per luoghi della Scrittura ch'avesser nelle parole diverso sembiante, poi che non ogni detto della Scrittura è legato a obblighi così severo com'ogni effetto di natura. [...] Stante questo, ed essendo di più manifesto che due verità non possono mai contrariarsi, è sfizio de' saggi espositori affaticarsi per trovare i vari sensi de' luoghi sacri, concordanti con quelle conclusioni naturali delle quali prima il senso manifesto o le dimostrazioni necessarie ci avesser resi certi e sicuri. [...] crederei che fusse prudentemente fatto se non si permettesse ad alcuno l'impegar i luoghi della Scrittura e obbligarli in certo modo a dover sostenere per avere

alcune conclusioni naturali, delle quali una volta il senso e le ragioni dimostrative e necessarie ci potessero manifestare il contrario.».

Il 21 dicembre 1614, nella Chiesa di S. Maria Novella a Firenze, Caccini conduce una critica ancor più diretta, commentando il passo della Bibbia sul quale era stato interrogato Castelli dal Granduca. Egli inoltre denuncia il pericolo della matematica, arte diabolica, fautrice di eresie.

Lorini, mentre prima non aveva prestato interesse per Ipernico, venendo in possesso della *Lettera a Castelli*, si accorge che Galileo, benché laico, aveva preteso di interpretare le Sacre Scritture. Di fatto, nella Sessione IV (8 aprile 1546), decreto 786, il Concilio aveva stabilito che: «[...] per tenere a freno gli spiriti presuntuosi, [il Concilio] decreta che nessuno, fondandosi sul proprio giudizio, in materia di fede e di costumi appartenente all'edificazione della dottrina cristiana, osi interpretare la Sacra Scrittura distorcendola secondo la propria interpretazione, contro quello che ha tenuto e tiene la santa madre Chiesa, a cui spetta giudicare del vero senso e interpretazione delle Sacre Scritture, o anche contro l'unanime consenso dei Padri.» Lorini, il 7 febbraio, si sente perciò in dovere di inviare al Sant'Uffizio una copia (gli storici non hanno ancora verificato se autentica) della *Lettera a Castelli* denunciando i pericoli filosofici e teologici in essa contenuti.

Galileo preoccupato rivede la lettera, attenua alcune espressioni e la invia al gesuita Dini. Intanto un incaricato dal Sant'Uffizio esamina la lettera ma osserva che appartiene tre espressioni che si possono anche intendere in modo corretto, l'autore «non esce dal modo di parlare ortodosso». In ogni caso Dini diffonde copie della lettera rivista e ne invia una al cardinal Bellarmino, il quale scadeva che si arrivasse a proibire Copernico, al massimo si sarebbero aggiunte note al *De Revolutionibus* per presentare la dottrina come puramente matematica; consigliava a Galileo di parlarne anche lui nello stesso modo. Galileo ribatterà con una lettera a Dini, dicendo che Copernico non aveva parlato del moto della terra come di un'ipotesi matematica ma come di un fatto reale; Non potevano esserci compromessi, bisognava o accettare o rifiutare il copernicanesimo. Dini non farà mai leggere la lettera a Bellarmino. Egli non era un oscurantista, tuttavia aveva speso gran parte della sua vita nella polemica teologica con i protestanti e ciò aveva provocato una progressiva severità nelle sue posizioni. Galileo era stato incoraggiato nella sua azione dalla recente pubblicazione di un opuscolo del teologo Galileo in ogni modo era rimasto all'oscuro delle denunce di Lorini e Caccini, il 20 marzo, ma si accorge della possibilità di un'imminente condanna del copernicanesimo da parte della Chiesa. Aristotelici e certi religiosi stanno portando avanti denigrazioni che possono impressionare ancora di più le autorità ecclesiastiche. Galileo decide quindi di tentare una difesa orale e si reca a Roma. Cerca di mettere a tacere le calunnie sul proprio conto ma ormai le autorità Romane sono troppo preoccupate delle ripercussioni dell'attività pro-copernicana di Galileo. Il 19 febbraio 1616 il Sant'Uffizio sottopone a consultori teologi due questioni:

- «Che il sole sii centro del mondo, et per conseguenza immobile di moto locale»
- «Che la terra non è centro del mondo né immobile, che si muove secondo sé tutta, etiam di moto diurno»

Dopo soli cinque giorni i teologi, in gran parte domenicani e poco esperti in campo astronomico, danno il loro verdetto. Circa la prima questione «tutti dissero che tale proposizione è stolta e assurda dal punto di vista filosofico e formalmente eretica, in quanto contraddice espressamente le affermazioni della S. Scrittura in molti luoghi secondo il senso proprio delle parole e il parere dei Santi Padri e dei Dottori Teologi.» Circa la seconda «Tutti dissero che tale proposizione merita la stessa censura filosofica; e dal punto di vista della verità teologica, è per lo meno erronea nella Fede.»(Sessione XIX,

decreto 321).La sentenza del Sant'Uffizio viene trasmessa all'Indice e questa emette il 3 marzo un decreto di condanna suddiviso in tre parte poste in grado di importanza:

1. I libri di Copernico e di Didaco di Stunica venivano sospesi fino correzione
2. Il libro del padre Foscarini subiva la condanna e proibizione più completa
3. Tutti gli altri libri che insegnavano la medesima dottrina venivano proibiti nel loro complesso.

Le opere di Galileo non sono esplicitamente condannate poiché le lettere sono considerate documenti privati, non pubblicati; invece non viene condannata la *Istoria delle macchie solari* per non offendere lo scienziato e indirettamente la famiglia Medici, dalla quale era protetto.

Il 25 febbraio il pontefice Paolo V ordina al cardinale Bellarmino di convocare Galileo e di ammonirlo ad abbandonare l'opinione censurata, in caso contrario il Padre Commissario avrebbe dovuto in forma ufficiale intimargli il precetto di astenersi dall'insegnare o far oggetto di dimostrazione tale dottrina o del trattare di essa. Il contenuto di questo verbale costituirà il perno dell'accusa nel processo del 1633, per due ragioni. La prima riguarda*112

Tornato a Firenze Galileo mantiene un prudente silenzio sul copernicanesimo, sempre speranzoso però di trovare un giorno il favore della Chiesa, soprattutto grazie a prove più convincenti. Verso la fine del 1618 appaiono tre comete, che destano stupore e impressione come sempre accade per quei fenomeni celesti visti allora come premonitori di guerre e cataclismi. Gli astronomi e i filosofi naturali sostengono, in accordo con Aristotele, che le comete siano esalazioni terrestri sollevatesi fino alla sfera del fuoco e quivi incendiate e poi trascinate a roteare circolarmente trasportate dal moto stesso; la scomparsa coincideva con la totale combustione. Altri scienziati aderivano invece alla teoria di Tycho Brahe, secondo cui le comete si trovano al di sopra della Luna e si muovono con un'orbita ovale, nelle vicinanze con quella di Venere (che spiegava la comparsa con l'avvicinarsi alla Terra). La prima teoria era intesa a salvare la perfezione dei cieli, la seconda invece a sostenere la natura stellare delle comete.

Il padre gesuita Orazio Grassi, savonese, professore di matematica al Collegio Romano, tiene una conferenza sull'argomento e la pubblica l'anno successivo con il titolo: *De tribus cometis anni MLCXVIII disputatio astronomica*, con falso nome, riprendendo la teoria di Tycho ma ponendo il caso che il centro di rotazione delle comete fosse la Terra immobile al centro e non il Sole.

Galileo fa leggere, dal suo discepolo e amico Mario Guiducci davanti all'Accademia fiorentina, un Discorso delle comete in cui viene dichiarata assurda la teoria di Grassi(non nominato però) e così quella di Brahe, poiché prima di applicare l'argomento della parallasse bisogna verificare che le comete siano veri corpi materiali, e di pari critica è la rotazione intorno alla Terra o al Sole. Guiducci propone l'ipotesi di un fenomeno ottico, causato dalla riflessione della luce solare su masse di vapore innalzatesi dalla Terra a grandissima altezza; la scomparsa è data dal loro progressivo allontanamento in linea retta. Dopo la pubblicazione nel 1619 prontamente Orazio Grassi vi risponde, sempre sotto falso nome, con l'opera *Libra Astronomica ac Philosophica*. Il fatto notevole è che fin dal sottotitolo entra in aperta polemica con Galileo: *(Libra...)qua Galilaei Galilaei opiniones de cometis a Mario Guiducio in fiorentina Accademia expositae, atque in lucem nuper editae, examinantur*.

Galileo si trova così costretto ad intervenire di persona. Si hanno due risposte: una lettera mandata dal Guiducci alla Compagnia di Gesù, l'altra sempre sotto forma di lettera scritta

da Galileo e indirizzata a Don Virgilio Cesarini, Accademico Linceo, Maestro di camera del Pontefice. La stesura della lettera richiede circa tre anni e vi viene dato il titolo di *Saggiatore (nel quale con bilancia esquisita e giusta si ponderano le cose contenute nella Libra Astronomica e Filosofica)*. Intanto viene proibita la vendita dell'*Apologia pro Galileo* di Tommaso Campanella. La stampa del *Saggiatore* è ancora in corso quando viene eletto un nuovo Papa, Maffeo Barberini, Urbano VIII. L'elezione desta entusiasmo per lo spirito progressista del pontefice e notevole capacità diplomatica. Urbano VIII aveva dimostrato da cardinale una notevole apertura verso il copernicanesimo e ciò era di grande speranza per Galileo. Per l'occasione la stampa del *Saggiatore* viene dedicata al nuovo pontefice. Dai critici è stata definita una stupenda opera di letteratura polemica. Il tema delle comete è solo il punto di partenza ma viene per la prima volta aperta la strada sulla quale si muoverà la scienza moderna: viene detto che solo traducendo in termini quantitativi i dati dell'esperienza sensibile è possibile fondare l'ottica, l'acustica e tutte le altre parti della fisica come scienze. Esse sono le diverse facce della filosofia naturale, ora rinnovata da Galileo e basata su una visione meccanicistica del mondo materiale, meccanismo dove tutto è costituito da componenti microscopiche come gli atomi di Democrito.

Poco è accennato nei confronti del copernicanesimo: il decreto del 1616 è ancora in vigore. Urbano VIII mostra di gradire molto il *Saggiatore* e Galileo decide di andate personalmente a tentare un qualche mutamento nei confronti di Copernico. Arriva a Roma il 6 aprile 1624 e riceve le migliori accoglienze; tuttavia non riesce ad ottenere alcuna assicurazione precisa e solo vaghe risposte al far revocare il decreto del 1616. Galileo non si dà per vinto e decide comunque di approfittare della situazione a lui favorevole; dapprima risponde alla lettera di Francesco Ingoli, giurista ravennate diventato segretario della Congregazione di *Propaganda Fide* che gli aveva inviato tempo prima una lettera di confutazione della teoria copernicana, cogliendo prove da Aristotele, Tolomeo e Tycho Brahe, con argomenti di ordine astronomico, filosofico e teologico. Galileo nella risposta si limita ad esaminare gli argomenti astronomici e filosofici, precisando di non voler toccare il problema teologico, rispetto al quale si rimette completamente alle decisioni della Chiesa. Lo scopo principale era di far riaccendere il dibattito tra gli studiosi cattolici, se si pensa inoltre che la lettera non è inviata ad Ingoli ma al Pontefice stesso. Galileo per quanto riguarda le argomentazioni affrontate, parte dall'affermazione anticopernicana: «Noi veggiamo, de i corpi semplici i più crassi e gravi occupare i luoghi inferiori (come si vede fare alla terra rispetto all'acqua, ed all'acqua rispetto all'aria); ma la Terra è corpo più crasso del Sole, e il luogo inferiore nell'universo è il centro; adunque la Terra, e non il Sole, occupa il centro.».

La confutazione si articola in tre punti:

- La critica dei concetti di inferiore e superiore che Aristotele assume come valori assoluti, ma che devono essere considerati di significato relativo, dipendente del riferimento preso e quindi il riconoscimento dell'esistenza di più centri.
- La confusione aristotelica tra centro della Terra e centro dell'Universo, posto che ve ne sia uno
- Denuncia del carattere dogmatico dell'affermazione che la Terra sia corpo più crasso del Sole.

Espone inoltre il concetto di relatività, per la prima volta, in confutazione del pensiero degli anticopernicani che ritenevano un corpo sarebbe caduto obliquamente nel caso di un Terra in movimento e non perpendicolarmente alla superficie, come accade.

La fiducia in Urbano VIII e nella parte alta del clero, porta Galileo a portare avanti quel programma politico-culturale arrestato con l'ammonizione del 1616, convinto che prima a poi la Chiesa non avrebbe più intralciato con pregiudizi nei paesi cattolici e la scienza,

ormai libera dalla minaccia del dogmatismo avrebbe prevalso. Occorreva pubblicare, questa volta con la piena autorizzazione ecclesiastica, un'opera sul copernicanesimo che, diffondendosi tra i cattolici, li avrebbe convinti della sua fondatezza. Nel 1624 Galileo inizia la sua grande opera, non diretta agli specialisti ma divulgatrice e riassuntiva, sotto forma di Dialogo. Dopo varie interruzioni termina la stesura nel gennaio 1630, non resta che farlo trascrivere dal copista, ottenere l'*imprimatur* della Chiesa e darlo alla stampa. In aggiunta Benedetto castelli informa Galileo di buone notizie provenienti da Roma: la benevolenza del domenicano Nicolò Riccardi (detto *padre Mostro*), maestro di Sacro Palazzo e l'affermazione stessa di Urbano VIII, discorrendo con Campanella sulla censura del 1616: «Non fu mai nostra intenzione, e, se fosse toccato a noi, non si sarebbe fatto quel decreto.». Verso la fine di maggio Galileo si reca a Roma per consegnare il manoscritto all'autorità ecclesiastica e ricevere l'approvazione. Lo stesso padre Riccardi lo assicura che con alcune modificazioni non sostanziali, l'opera sarebbe stata licenziata. L'opera doveva essere munita di un'introduzione e una conclusione dove venisse precisata la natura ipotetica delle affermazioni contenute. La revisione è affidata ad un altro domenicano, Padre Visconti, amico del precedente, che apporta alcune correzioni ma per il resto approva il libro. Riccardi non contento decide per un'altra revisione attuata da lui stesso. Galileo lamenta il conseguente ritardo per la stampa dell'opera. Viene così pattuito un *imprimatur* momentaneo e poi una consegna graduale dei fogli man mano che sarebbero stati rivisti. Il 16 giugno Galileo riceve tale avviso dal Visconti:

Il padre Maestro Riccardi dice che l'opera, gli piace, et che domattina parlerà con il Papa per il frontespizio dell'opera, et che del resto, accomodando alcune poche cosette, simili a quelle che accomodammo insieme, gli darà il libro.

Non sappiamo nulla dell'esito dell'udienza. Probabilmente Riccardi si è limitato a discutere sul titolo, che infatti secondo volere Papale viene mutato da *Dialogo sul flusso e reflusso del mare* a *Dialogo dei due Massimi Sistemi*, con l'intento di non mostrare già dal titolo l'argomento centrale dedicato alla spiegazione copernicana sul fenomeno delle maree. Galileo aveva saputo da Visconti che il Pontefice aveva manifestato «noia» per la dimostrazione del moto della Terra, attraverso il fenomeno delle maree, ma Visconti gli assicura che avrebbe parlato col Papa stesso e gli avrebbe levato la noia. Ma mai gli parlerà. Orazio Moranti, amico di Galileo, aveva tempo prima diffuso un oroscopo annunciante la morte prossima di Urbano VIII e di suo nipote, Taddeo Barberini. Il Pontefice aveva incarcerato Moranti che morirà prima del processo; Galileo rassicura, senza difficoltà, Taddeo e indirettamente il Papa che nulla centra con la faccenda. I nemici di Galileo non riescono nell'intento di screditare lo scienziato agli occhi di Urbano VIII, tuttavia lo colpiscono comunque. Visconti, implicato nella faccenda viene esiliato e mai parlerà in un'udienza del *Dialogo*. Il 26 giugno Galilei lascia Roma, convinto di aver raggiunto il suo scopo; termina l'indice, l'introduzione epiche parti rimaste interinate e come prescritto invia nuovamente il manoscritto a Riccardi, il quale solo l'anno seguente consegna il tutto all'inquisitore fiorentino Egidi. Nel 1632 il Dialogo viene finalmente stampato, in numero di 1000 copie e con l'autorizzazione del Vicegerente di Roma, del Maestro dei Sacri Palazzi, del Vicario Generale di Firenze e dell'Inquisitore fiorentino.

Tre sono i protagonisti del Dialogo: Salviati, che presenta da specialista il punto di vista copernicano, Sagredo, profano colto, interessato a nuove dottrine e Simplicio uomo colto che fa la parte del filosofo aristotelico. Questo è il Proemio fatto aggiungere dal Riccardi:

«[...]Tre capi principali si tratteranno. Prima cercherò di mostrare, tutte l'esperienze fattibili nella Terra essere mezi insufficienti a concluder la sua mobilità, ma indifferentemente potersi adattare così alla Terra mobile, come anco quiescente, e spero che in questo caso si paleseranno molte osservazioni ignote all'antichità. Secondariamente

si esamineranno li fenomeni celesti, rinforzando l'ipotesi copernicana come se assolutamente dovesse rimaner vittoriosa, aggiungendo nuove speculazioni, le quali però servano per facilità d'astronomia, non per necessità di natura. Nel terzo luogo proporrò una fantasia ingegnosa. Mi trovavo aver detto, molti anni sono, che l'ignoto problema del flusso del mare potrebbe ricever qualche luce, ammesso il moto terrestre. Questo mio detto, volando per le bocche degli uomini, aveva trovato padri caritativi che se l'adottavano per prole di proprio ingegno. Ora, perché non possa mai comparire alcuno straniero che, fortificandosi con l'armi nostre, ci rinfacci la poca avvertenza in uno accidente così principale, ho giudicato palesare quelle probabilità che lo renderebbero persuasibile, dato che la Terra si movesse. Spero che da queste considerazioni il mondo conoscerà, che se altre nazioni hanno navigato piú, noi non abbiamo speculato meno, e che il rimettersi ad asserir la fermezza della Terra, e prender il contrario solamente per capriccio matematico, non nasce da non aver contezza di quant'altri ci abbia pensato, ma, quando altro non fusse, da quelle ragioni che la pietà, la religione, il conoscimento della divina onnipotenza, e la coscienza della debolezza dell'ingegno umano, ci somministrano.

Ho poi pensato tornare molto a proposito lo spiegare questi concetti in forma di dialogo, che, per non esser ristretto alla rigorosa osservanza delle leggi matematiche, porge campo ancora a digressioni, tal ora non meno curiose del principale argomento.

Mi trovai, molt'anni sono, piú volte nella meravigliosa città di Venezia in conversazione col signor Giovan Francesco Sagredo, illustrissimo di nascita, acutissimo d'ingegno. Venne là di Firenze il signor Filippo Salviati, nel quale il minore splendore era la chiarezza del sangue e la magnificenza delle ricchezze; sublime intelletto, che di niuna delizia piú avidamente si nutriva, che di specolazioni esquisite. Con questi due mi trovai spesso a discorrer di queste materie, con l'intervento di un filosofo peripatetico, al quale pareva che niuna cosa ostasse maggiormente per l'intelligenza del vero, che la fama acquistata nell'interpretazioni Aristoteliche.

Ora, poichè morte acerbissima ha, nel piú bel sereno degli anni loro, privato di quei due gran lumi Venezia e Firenze, ho risoluto prolungar, per quanto vagliono le mie debili forze, la vita alla fama loro sopra queste mie carte, introducendoli per interlocutori della presente controversia. Né mancherà il suo luogo al buon Peripatetico, al quale, pel soverchio affetto verso i comenti di Simplicio, è parso decente, senza esprimerne il nome, lasciarli quello del reverito scrittore. Gradiscano quelle due grand'anime, al cuor mio sempre venerabili, questo publico monumento del mio non mai morto amore, e con la memoria della loro eloquenza mi aiutino a spiegare alla posterità le promesse speculazioni.

Erano casualmente occorsi (come intervieni) varII discorsi alla spezzata tra questi signori, i quali avevano piú tosto ne i loro ingegni accesa, che consolata, la sete dell'imparare: però fecero saggia risoluzione di trovarsi alcune giornate insieme, nelle quali, bandito ogni altro negozio, si attendesse a vagheggiare con piú ordinate speculazioni le meraviglie di Dio nel cielo e nella terra. Fatta la radunanza nel palazzo dell'illustrissimo Sagredo, dopo i debiti, ma però brevi, complimenti, il signor Salviati in questa maniera incominciò».

La prima giornata è dedicata alla critica della visione del mondo aristotelica. In primo luogo nega la distinzione tra moto rettilineo attribuito ai corpi terrestri e moto circolare per i celesti. In un Universo ordinato è proprio solo il moto circolare; viene così ad annullarsi la teoria dell'immobilità della Terra e dell'incorruttibilità dei corpi celesti.

La seconda giornata ha come tema centrale il moto diurno dei corpi celesti. Salviati osserva che può essere spiegato o con il moto della Terra o con il moto di tutto il resto del cosmo e non della Terra. Arriva a sminuire quest'ultima affermazione, esponendo i principi della cinematica.

Nella terza giornata si parla del moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole. La posizione aristotelica escludeva questa ipotesi a causa dell'invariabilità apparente della grandezza delle stelle fisse e della loro posizione. Essa viene negata perché a causa della enorme distanza dalla Terra, le stelle non possono essere osservate, cosa che impediva anche il calcolo della parallasse. Galileo non affronta il problema dell'infinità dell'Universo, essendo a lui nota la sorte del collega Bruno.

La quarta giornata è il punto culminante del *Dialogo*, tutta incentrata sul flusso e reflusso del mare, argomento prova della tesi copernicana. La spiegazione tradizionale si riferiva all'influsso lunare. Galileo definisce questa ipotesi come «poetica», mostrandosi un poco ingiusto nei confronti di Keplero, che tuttavia non aveva detto una totale sciocchezza. La spiegazione di Galileo si è rivelata del tutto errata. Esiste un certo influsso della rotazione terrestre, ma minimo, e totalmente eclissato dell'attrazione lunare combinata con quella solare.

Le copie del *Dialogo* giunte a Roma in poche copie, a causa della pestilenza, sono per breve tempo poco degenerate: la situazione politica era a dir poco spinosa. Urbano VIII, dall'inizio del pontificato, aveva appoggiato la Francia, per evitare un'egemonia asburgica, che sarebbe risultata da un'alleanza con Spagna e Impero germanico. Durante la Guerra dei Trent'anni si trova ad appoggiare Luigi XIII nello scontro con l'Impero, cosa considerata tradimento cattolico. Il cardinale Gaspare Borgia, ambasciatore spagnolo, arriva ad accusare Urbano VIII di favorire eretici. Inoltre voci etichettano il Papa come nepotista e ambizioso. Il Pontefice deve prendere provvedimenti. Riccardi, letto il *Dialogo*, invia una lettera a Egidi, dove spiega che «ci sono cose che non piacciono» «che il libro si trattenga, e non passi costì, senza che di qui si mandi quello che s'ha da correggere, né meno si mandi fuori».

Urbano VIII forse aveva verificato come Galileo aveva riprodotto i suoi argomenti «teologici» contro la possibilità di provare teorie fisiche. I due sistemi non erano presentati oggettivamente. Era un testo «più esecrando e pernicioso alla Santa Chiesa che le scritture di Lutero e Calvino».

Il Papa blocca la pubblicazione di altre copie e fa recuperare quelle già in circolazione. Ai primi di agosto devolve l'esame del dialogo ad una «Congregazione di persone versate in quella professione avanti al Sig. Card. Barberini». Il 23 settembre il Sant'Uffizio si riunisce alla presenza di otto cardinali e del Papa stesso: il capo d'accusa più grave è il fatto che dopo un'ammonizione ad abbandonare l'argomento e una promessa, questa non è stata mantenuta. Il primo ottobre Galileo è ufficialmente convocato a Roma. Dapprima cerca aiuto nel Granduca e nel cardinal Barberini, poi cerca prorogare con certificati medici. Urbano VIII perde la pazienza e invia un Commissario del Sant'Uffizio con medici, a spese di Galileo. Se questi avessero riscontrato uno stato di salute non grave da non poter intraprendere un viaggio, sarebbe stato incatenato e incarcerato, una volta condotto a Roma. Galileo si arrende, il 20 gennaio parte da Firenze e a causa della pestilenza dilagante arriva a Roma solo il 13 febbraio, gli viene concesso da alloggiare a Villa Medici. Il 12 aprile Galileo è sottoposto al primo interrogatorio e gli vengono posti quesiti riguardanti l'udienza del 1616:

Nel mese di febbraio 1616 il Sig. Card. Bellarmino mi disse che. Per essere l'opinione del Copernico, assolutamente presa, contrariante alla sacre Scritture, non si poteva né tenere né difendere, ma che ex supposizione si poteva pigliar e servirsene. In conformità di che tengo fede dell'istesso Sig. Card. Bellarmino, fatto del mese di maggio a' 26, nella quale dice che l'opinione del Copernico non si può né tenere né difendere, per essere contro le Sacre Scritture, della quale fede ne presento una copia

Era evidente allora la diversità delle due copie all'Inquisitore. Come mai allora aveva scritto tale opera senza autorizzazione?

Dopo il sodetto precetto io non ho ricevuto licenza di scrivere il sonetto libro [...] perch'io non pretendo, per aver scritto detto libro, di aver contraffatto punto al precetto che mi fu fatto, di non tenere né di difendere né di insegnare la detta opinione, anzi di confutarla.

Galileo cerca di salvare se stesso e il Dialogo, basandosi sulla non-conclusività degli argomenti pro-copernicani. Gli viene detto di fermarsi all'appartamento del Sant'Uffizio. Il 30 aprile è costretto a confessare la natura copernicana di alcune parti del testo. Il 20 giugno Galileo è richiamato per sottoporsi al *rigoroso esame*, che si conclude in breve tempo:

«Io no tengo né ho tenuto questa opinione del Copernico, dopo che mi fu intimato con precetto che io dovessi lasciarla; del resto, son qua nelle loro mani, faccino quel che gli piace».

Il 22 è condotto nell grande sala del convento dei domenicani di Santa Maria Sopra Minerva e qui dopo la sentenza di condanna, pronuncia la sua abiura. Gli viene concesso il mutamento di confino. Il 6 luglio lascia la città e tre giorni dopo giunge a Siena, ospita del vecchio amico, l'arcivescovo Piccolomini. Dopo altri sei mesi gli viene concesso di tornare nella sua villa ad Arcetri. Poco dopo muore la sua figlia prediletta, che gli era stata vicina tutto il periodo del processo. Nonostante la perdita della vista riesce a portare a termine il suo lavoro nel 1638: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a' due nuove scienze attenenti alla meccanica e ai movimenti locali*, non un'opera nuova ma piuttosto una rielaborazione a approfondimento dei risultati già ottenuti dal periodo padovano.

Il mercoledì de l'8 gennaio del 1641 ad Incarnatione, a hore quattro di notte, in età di settantasette anni, mesi dieci e giorni venti, con filosofica e cristiana costanza rese l'anima al suo Creatore, inviandosi questa, per quanto creder ne giova, a goder e rimirar più appresso quelle eterne e immotabili meraviglie, che per mezzo di fragile artificio con tanta avidità e impazienza ella aveva procurato di avvicinare agli occhi di noi mortali.

Così lo descriva Vincenzo Viviani. Solo nel 1734 si otterrà l'erezione di mausoleo di fronte a quelli di Michelangelo e Macchiavelli, con il denaro lasciato a questo scopo da Viviani.

GALILAEUS GALILAEUS PATRIC. FLOR. ASTRONOMIAE GEOMETRIAE PHILOSOPHIAE
MAXIMUS INSTAURATOR NULLI AETATIS SVAE COMPARANDUS HIC BENE QUIESCAT.

Galileo fonda la scienza sulle *sensate esperienze* e sulle *certe dimostrazioni*. L'analisi della funzione attribuita da Galileo alle sensate esperienze porta subito a uno dei punti più delicati di tutta la sua metodologia. La posizione di Galileo di fronte alle sensate esperienze è, bisogna confessarlo, abbastanza contraddittoria. Per un lato, infatti egli viene rimproverato dai fisici aristotelici di avere troppa fiducia nell'esperienza; per l'altro lato viene rimproverato dai medesimi avversari del contrario, di averne cioè troppo poca. Malgrado tutti gli scritti di Galileo siano pieni di affermazioni decise, coraggiose e intransigenti del valore dell'esperienza, vi è però un altro aspetto del suo pensiero che sembra orientato in modo completamente diverso. Per convincersene, basta pensare a quello che è stato il punto centrale della battaglia scientifica di Galileo: il copernicanesimo. Battersi a favore del sistema copernicano significava battersi contro l'evidenza empirica del sistema geocentrico, cioè andare al di là dell'esperienza.

Come uscire da questa antinomia? A questo punto si vorrebbe rispondere che l'esperienza che Galileo vuol porre a base della ricerca scientifica è l'esperienza razionalizzata dalla matematica. Occorre però prima studiare in che modo Galileo intenda l'esperienza. Egli sa molto bene che appellarsi all'esperienza significa rimanere nello spirito di Aristotele. Non degli aristotelici però! I quali parlano spesso di esperienza senza averla eseguita mentre Galileo non si limita a discorrere di esperienze ma le fa.

L'esperienza reale è in grado, secondo il nostro autore, di dissolvere molte convinzioni che sembrano fornite di un'evidenza empirica, e invece sono soltanto frutto di pregiudizi. L'esperienza compiuta in modo onesto e franco è la prima arma che Galileo oppone contro il bagaglio delle false evidenze: false evidenze che costituiscono un gravissimo ostacolo per il progresso scientifico. Ma non basta. Galileo vuole qualcosa di più: vuole appellarsi ad un'esperienza non solo effettiva, reale, sincera, ma anche potenziata con strumenti che aumentino la capacità dei nostri sensi. Lo strumento principale da lui ideato a questo scopo è, come tutti sanno, il telescopio e viene attribuito valore scientifico alle scoperte conseguite per mezzo di esso. Ma proprio a proposito del telescopio affiora nuovamente quell'antinomia circa l'appello all'esperienza. Fidarsi del cannocchiale contro la testimonianza dei nostri occhi significa appellarsi all'esperienza o negarla? Secondo gli aristotelici il telescopio travisa l'esperienza e va contro l'evidenza dei fatti. Secondo Galileo invece il telescopio potenzia l'esperienza, e quindi è perfettamente in linea con lo spirito aristotelico. A chi obietta che la luce delle stelle medicee non giunge a terra perché noi non la vediamo, Galileo risponde (nella lettera a Dini del maggio 1611):

Vorremmo far gli occhi nostri misura dell'espansione di tutti i lumi, sì che dove non si fanno sensibili a noi le specie de gli oggetti luminosi, là si deva affermare che non arrivi la luce di quelli? Forse tali stelle veggono le aquile o i lupi cervieri, che alla debile vista nostra rimangono occulte.

Ma perché i nuovi dati raggiunti dal nostro occhio guardando attraverso il telescopio, sono un potenziamento e non un travisamento dell'esperienza? La risposta è indubbia: perché esse non sono viste *soltanto da me*, ma sono controllabili da più individui, anzi da *tutti* quelli che sono disposti a guardare con costanza il telescopio. Questa intercomunicabilità delle osservazioni, questa possibilità che gli uni controllino i dati osservati dagli altri, è il fondamentale, decisivo criterio che ci fa conoscere il loro valore scientifico.

Nella scena dodicesima della *Vita di Galileo*, Bertold Brecht fa dire al Papa che Galileo "è il più grande fisico dei nostri tempi, è il luminaire d'Italia, non un arruffone qualunque". Per quanto Urbano VIII fosse un ammiratore di Galileo, tutti comprendiamo molto bene che queste parole non si propongono affatto di esprimere con esattezza storica il pensiero del Pontefice Barberini; esse esprimono il *nostro* giudizio su Galileo, cioè il giudizio pressoché unanime che gli studiosi moderni pronunciano sull'opera dello scienziato pisano. Su che cosa si fonda obiettivamente questo giudizio? Sull'importanza delle leggi fisiche da lui scoperte o sulla sua opera come metodologo, cioè sul contributo da lui dato al rinnovamento del metodo scientifico?

I due aspetti di Galileo, come fisico e come metodologo, non possono venire compresi in tutto il significato che essi ebbero per il successivo sviluppo della scienza moderna se non vengono integrati nel quadro generale della concezione Galileiana della ricerca scientifica.

L'opera di Galileo come fisico si articolò in una vasta gamma di ricerche, dirette ad indagare campi fenomenici assai lontani uno dall'altro. Il campo in cui Galileo raggiunse i più importanti risultati fu senza dubbio la dinamica; è noto che questi risultati vertono sulla caduta libera dei gravi, sulla composizione dei movimenti, sull'isocronismo delle oscillazioni pendolari, ecc. Essi hanno segnato una vera svolta di questa scienza, sicché è lecito dire

che la fase moderna della dinamica è nata proprio con Galileo. A lui risale in particolare il principio di relatività, la così detta relatività galileiana, il quale afferma in sostanza che è impossibile decidere, sulla base di esperienze meccaniche eseguibili all'interno di un sistema, se esso sia in quiete o in moto rettilineo uniforme. Ecco in proposito le parole di Galileo:

Nella maggior stanza che sia sotto coverta di alcun gran naviglio rinserratevi con qualche amico, e quivi fate di aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti; pigliatevi anco un gran vaso con acqua, e dentrovi de' pascetti; accomodate ancora qualche vaso alto che vada gocciolando in un altro basso e di angusta gola: e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animaletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza; i pesci, gli vedrete andar vagando indifferentemente verso qualsivoglia parte delle sponde del vaso; le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto ... Osservate che avrete tutte queste cose, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; chè (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutte le nominate cose, né meno da cosa che sia in voi stesso, potrete assicurarvi se la nave cammina o sta ferma.

Per capire l'importanza scientifica di questo principio basterà ricordare che la relatività di Einstein non è altro fuorché un ampliamento della relatività galileiana, cioè un'estensione di essa dal caso dei fenomeni meccanici considerati da Galileo a tutti i fenomeni naturali inclusi quelli dell'elettrodinamica e dell'ottica.

La revisione critica dei moderni storici della scienza si è molto spesso rivolta agli studi di Galileo in ambiti diversi dalla dinamica e a casi, in certo modo, particolari.

Lo studioso francese A. Koyré è giunto a sostenere che il merito di aver per primo enunciato, in tutta la sua generalità, il principio di inerzia spetta a Descartes e non a Galileo. Questi infatti l'avrebbe bensì applicato con molta intelligenza a vari casi particolari, ma non sarebbe mai riuscito a darne una formulazione perfettamente rigorosa. La causa di ciò andrebbe cercata, sempre secondo Koyré, nel fatto che Galileo concepiva la gravità come "qualcosa che appartiene al corpo" e non già come una "forza che agisce su di esso"; di conseguenza egli non poteva studiare il moto dei corpi facendo astrazione del loro peso, e quindi non era in grado di stabilire come essi debbano muoversi in assenza di attrazione gravitazionale. L'opinione di Koyré è stata citata per dimostrare che non tutti gli studiosi odierni sono concordi nel riconoscere integralmente i meriti di Galileo nella sistemazione razionale della dinamica.

Tutti sono però d'accordo nel riconoscere la mirabile precisione di Galileo sia nel definire i concetti di velocità all'istante e di accelerazione, sia nel dedurre da queste definizioni le principali leggi sul moto naturalmente accelerato e sulla composizione dei moti. E' una precisazione che non può fare a meno di stupirci, tanto più se riflettiamo sul fatto che ai tempi di Galileo non erano ancora noti i concetti di limite e di derivata, coinvolti nelle predette definizioni. Tutti riconoscono dunque che le ricerche in esame non solo furono fondamentali per lo sviluppo scientifico della dinamica, ma esercitarono pure un'influenza assai importante sullo sviluppo della matematica, in quanto aprirono la via al sorgere dell'analisi infinitesimale.

La superiorità di Galileo rispetto ai suoi contemporanei deve venire però giustificata, non solo sulla base delle sue scoperte fisiche, ma anche sulla base delle innovazioni metodologiche che lo condussero, per l'appunto, a tali scoperte.

Anche sull'interpretazione del rinnovamento della metodologia scientifica, operato da Galileo, sono sorte varie discussioni fra gli specialisti di storia della scienza. Dallo sviluppo dei dibattiti sono emersi due fondamentali indirizzi interpretativi: uno di orientamento empirista o meglio sperimentalista, l'altro di orientamento dichiaratamente platonico. Gli interpreti del primo indirizzo sostengono che Galileo fu l'inventore del vero e proprio metodo sperimentale, o per lo meno ne fu il primo e più autorevole assertore nell'era moderna; gli interpreti del secondo indirizzo sostengono invece che egli fu soprattutto un platonico, convinto che la matematica (e non l'esperienza) fornisca la prima e principale via per cogliere le leggi più profonde dei fenomeni: l'osservazione dei fatti non avrebbe altro compito che quello di offrirci una conferma (approssimativa e in fondo secondaria) delle verità essenziali della natura.

Uno fra i più autorevoli difensori di quest'ultima interpretazione è A. Koyré. Proprio in riferimento alla più celebre scoperta di Galileo, costituita dalle leggi sul moto naturalmente accelerato, egli sostiene che lo scienziato pisano vi sarebbe pervenuto solo per via matematica, mentre i famosi esperimenti sui piani inclinati, di cui si parla nella terza giornata dei *Discorsi intorno a due nuove scienze*, non sarebbero stati in grado di fornire (se eseguiti con la rozza tecnica posseduta nel Seicento) una effettiva e attendibile giustificazione delle leggi in questione. In altri termini, questi esperimenti avrebbero solo una funzione accessoria rispetto alle dimostrazioni matematiche, e la minuziosa descrizione che ce ne viene fatta sarebbe poco più di una finzione letteraria. A riprova di questa tesi interpretativa sta il fatto che molte volte Galileo ragiona a lungo su esperimenti senza dubbio da lui non eseguiti e non eseguibili, cioè su esperimenti concettuali o ideali che gli servono solo come punto di riferimento alle proprie argomentazioni teoriche e non già come un autentico contatto con l'esperienza.

Va tuttavia osservato che anche i sostenitori dell'interpretazione sperimentalista hanno molte carte nelle loro mani. Innanzi tutto sembra molto strano che Galileo si attardi a descrivere tanti particolari di esperimenti che di fatto non avrebbe eseguito. Ecco per esempio le sue parole a proposito degli anzidetti piani inclinati:

In un regolo, o voglian dire corrente, di legno, lungo circa 12 braccia, e largo per un verso mezzo braccio e per l'altro 3 dita, si era in questa minor larghezza incavato un cataletto, poco più largo di un dito; tiratolo dirittissimo, e, per averlo ben pulito e liscio, incollatovi dentro una carta pecora zannata e lustrata al possibile, si faceva in esso scendere una palla di bronzo durissimo, ben rotonda e pulita; costruito che si era il detto regolo pendente, elevando sopra il piano orizzontale una delle sue estremità un braccio o due ad arbitrio, si lasciava scendere per il detto canale la palla, notando nel modo che appresso dirò, il tempo che consumava nello scorrerlo tutto, replicando il medesimo atto molte volte per assicurarsi bene della quantità del tempo, nel quale non si trovava mai differenza né anco della decima parte di una battuta di polso. Fatta e stabilita precisamente tale operazione, facemmo scendere la medesima palla solamente per la quarta parte della lunghezza di esso canale; e misurato il tempo della sua ascesa, si trovava sempre puntualissimamente esser la metà dell'altro; e facendo poi l'esperienza di altre parti, esaminando ora il tempo di tutta la lunghezza col tempo della metà, o con quella delli due terzi, o dei tre quarti, o in conclusione con qualunque altra divisione, per esperienze cento volte replicate, sempre si incontrava, gli spazi passati essere tra loro come i quadrati dei tempi, e questo in tutte le inclinazioni del piano, cioè del canale nel quale si faceva scender la palla.

E' possibile che questa descrizione si riferisca ad esperienze effettivamente non eseguite o ad esperienze che avevano solo una funzione accessoria nello sviluppo della dimostrazione scientifica? Negli anni 1960-61 lo storico della scienza T.B. Settle ha cercato di riprodurre le esperienze di cui sopra, eseguendole con gli strumenti tecnici posseduti nel Seicento, ed ha potuto constatare che esse sono effettivamente in grado di provare con tutta la precisione che poteva essere richiesta in tale epoca le leggi di Galileo. Né va dimenticato che Galileo prestò la massima attenzione ai lavori dei tecnici per la costruzioni di strumenti.

LA FISICA DI ARISTOTELE

Per natura Aristotele intende «il principio e della quiete della cosa alla quale inerisce di per sé, non accidentalmente»(Fis, II, 1, 192b, 20))

Esistono nature qualitativamente determinate e principi di ordine che regolano il Cosmo.

Il finalismo costituisce una parte integrante della metafisica e della fisica: «tutto ciò che è per natura esiste per un fine»(De anima, III, 12, 434 a 31). Il fine da un lato si identifica con la sostanza o ragion d'essere delle cose, dall'altro lato Aristotele ritiene che l'intero universo sia subordinato ad un unico fine che è Dio stesso, da quale dipende l'ordine e il movimento dell'universo.

Aristotele ammette quattro tipi fondamentali di movimento:

- Sostanziale: generazione e corruzione
- Qualitativo: mutamento o alterazione
- Quantitativo: aumento o diminuzione
- Locale: movimento propriamente detto, a cui si riducono tutti. E' di tre specie:
 - **Circolare:** intorno al centro del mondo. Esso non ha contrari; le sostanze che si muovono in tale modo sono immutabili, ingenerabili e incorruttibili. L'*etere*, il solido cristallino, imponderabile, trasparente e immutabile, che compone i corpi celesti, è l'unico con moto circolare. Le stelle e i pianeti sono fissati a sfere celesti rotanti, tutte costituite da etere.
 - **Dal centro** del mondo verso l'alto.
 - **Dall'alto** verso il centro del mondo

I movimenti dall'alto e dal centro sono propri invece dei quattro elementi che compongono le cose terrestri o sublunari (acqua, aria, terra e fuoco). Aristotele si basa sulla teoria dei luoghi naturali: i quattro elementi sono ordinati in stati dove naturalmente si situano o se allontanati tendono a tornarvi; sono determinati dal loro rispettivo peso.

La Terra ha come luogo naturale il centro dell'universo, seguono l'acqua, l'aria e il fuoco. Quest'ultimo costituisce la sfera estrema dell'universo sublunare; al di sopra è situata la prima sfera celeste o eterea, della luna. I corpi materiali sono determinati dalla mescolanza dei quattro e la loro pesantezza o leggerezza dalla proporzione dei medesimi.

Un moto è detto naturale se il corpo muove verso il suo luogo, violento o contro natura se da esso si allontana, necessitano entrambi di una causa; la quiete è possibile solo quando un elemento è nel proprio luogo naturale e non necessita di una causa.

La velocità dei corpi in moto naturale è direttamente proporzionale alla "grandezza" del corpo che ne determina la pesantezza o leggerezza: «più un corpo è grande, più rapidamente compie il moto che gli è peculiare» (Del cielo, 290a)

La velocità dei corpi in moto violento è direttamente proporzionale alla forza applicata e inversamente alla "grandezza" del corpo. Il moto violento dei corpi una volta separati al motore, si mantiene grazie ad una reazione del mezzo (del luogo dove il corpo si muove). La velocità dei corpi è inversamente proporzionale alla densità del mezzo.

Il vuoto rende impossibile sia il moto naturale sia quello violento:

- ❖ nel moto naturale, senza la resistenza offerta dal mezzo, la velocità sarebbe infinita e i corpi si muoverebbero istantaneamente
- ❖ nel moto violento il vuoto, non essendo un mezzo, non può ricevere o trasmettere movimento

Aristotele per giustificare l'inesistenza del vuoto nega il principio d'inerzia: « Inoltra, non si potrebbe dire perché un corpo, una volta posto in moto, dovrebbe fermarsi in un posto quale che sia; infatti, perché mai dovrebbe fermarsi qui anziché là? In tal modo un corpo dovrebbe o essere in quiete o essere mosso ad infinitum, a meno che qualcosa di più forte non lo arresti.» (Fisica, 215a)

Il cosmo è una sfera finita, avente la terra come suo centro e la sfera delle stelle fisse come frontiera.

La terra, luogo naturale verso cui tendono i corpi pesanti, è un corpo finito al centro del cosmo in quiete assoluta.

«La finitezza del cosmo deriva anche dal suo moto circolare, altrimenti saremmo costretti ad ammettere l'esistenza di una velocità infinita: se il cielo fosse infinito e ruotasse circolarmente, esso percorrerebbe una distanza infinita in un tempo finito, ma noi sappiamo che ciò è impossibile.» (Del cielo, 272b).

L'intero ordine del cosmo, e in particolare i movimenti circolari delle sfere celesti e degli astri in esse infissi, essendo eterno rende eterno lo stesso cosmo.

La teoria dell'impetus, originariamente proposta da Giovanni Philoponos e successivamente sviluppata e modificata, ipotizza che durante il contatto tra il motore e il corpo venga a quest'ultimo trasmesso, impresso "qualcosa", chiamato impetus, virtus motiva, virtus impressa,... - che lo rende capace di muoversi, che ne causa il moto.

Più è prolungato il contatto corpo - motore e maggiore è l'impetus trasferito.

Nell'opera pisana *De Motu* (1587), Galileo fornisce una interpretazione coerente del concetto di impetus, i cui punti fondamentali sono:

- ❑ E' causa immanente, ma non naturale, del moto.
- ❑ Non è eterno, ma si consuma mano a mano che il moto si esaurisce.
- ❑ Tutti i corpi hanno un "peso" che tende "naturalmente" a muoverli verso il basso; non esistono, contrariamente ad Aristotele, corpi leggeri in senso assoluto, per natura.
- ❑ Il moto ascensionale dei corpi avviene quando l'impetus o leggerezza impressa dal motore supera la pesantezza del corpo.
- ❑ La velocità di caduta di un grave - carattere essenziale del moto - è proporzionale al suo "peso".

- Il "peso", che determina la velocità uniforme di caduta, non è quello assoluto ma quello specifico relativo; ovvero il peso specifico del corpo diminuito del peso specifico del mezzo in cui il corpo si muove. In conseguenza di ciò diventa possibile concepire un moto di caduta nel vuoto; in esso e solo in esso, la velocità di caduta è determinata unicamente dal peso (specifico) assoluto del corpo.
- L'accelerazione costituisce solo un accidente, non è un carattere essenziale del moto, poiché riguarda solo una prima fase transitoria del moto di caduta, terminata la quale il moto diviene uniforme.

$$V = 0 \Rightarrow \text{Impetus} = \text{peso corpo}$$



La prima fase della discesa risulta accelerata
In quanto l'impetus residuo ritarda lo stabilirsi del moto

Esaurito completamente l'impetus, il moto diventa
Uniforme e la velocità proporzionale al peso specifico
Relativo del corpo (peso specifico corpo meno quello del mezzo)



L'impetus trasferito dal motore (fionda)
al mobile (pallina)
maggiore del peso del corpo

determina il moto ascensionale

Galileo inoltre smentisce la teoria aristotelica, secondo la quale la velocità con cui un grave cade è proporzionale al peso di quel corpo. Compie questo esperimento:

Dati due corpi P_1 e P_2 , essi cadono con due velocità con modulo v_1 e v_2 . Quando i corpi sono uniti, considerando che ognuno di essi tende a mantenere la sua velocità, il più piccolo ritarda il più grande e il più grande velocizza il più piccolo e si ha:

$$v_1 < v_3 < v_2.$$

Considerando invece la Teoria aristotelica si avrebbe:

$$P_3 = P_2 + P_1$$

$$P_3 > P_2 > P_1$$

$$v_3 > v_2 > v_1$$

che risulta affermazione falsa.

Si verifica quindi che la velocità non è proporzionale al peso.

I primi studi sul piano inclinato condotti secondo la dinamica dell'impetus, forniscono risultati in disaccordo con l'esperienza. La causa secondo Galileo risiede nell'azione perturbatrice dell'accelerazione nella fase iniziale del moto di caduta.

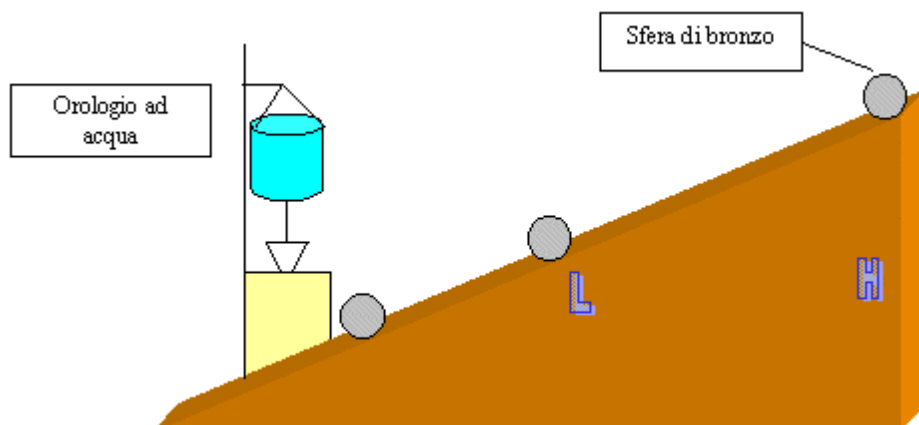
L'osservazione del moto pendolare, in cui la velocità è sempre variabile, lo costringe ad introdurre nello studio del moto l'accelerazione come fattore determinante.

Attraverso un percorso complesso e controverso, che ruota intorno alla difficoltà di definire il concetto di velocità istantanea, Galileo giunge a formulare la legge di caduta dei gravi.

Nell'opera *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (1638) Galileo ricostruisce e rielabora le sue esperienze sul moto, condotte più di trenta anni prima. Descrivendo il suo libro ad un amico nel 1639:

«Io non suppongo cosa nessuna se non la definizione del moto, del quale io voglio trattare e dimostrarne gl'accidenti... Io mi dichiaro di volere esaminare quali siano i sintomi che accaggiono nel moto di un mobile il quale, partendosi da uno stato di quiete, vada movendosi con velocità crescente sempre nel medesimo modo...Provo gli spazi passati da cotal mobile essere in dupplicata proporzione di quella de' tempi...Argomento ex suppositione sopra il moto, in quella maniera definito; sicché quando bene le conseguenze non rispondessero alli accidenti del moto naturale de' gravi descendentis, poco a me importebbe ...Ma in questo sono io stato, dirò così, avventurato, poiché il moto dei gravi ed i suoi accidenti rispondono puntualmente alli accidenti dimostrati da me del moto da me definito.»

Partendo dall'ipotesi che nel moto di caduta un corpo si muova, a partire da uno stato di quiete, con velocità proporzionale al tempo dimostra che le distanze percorse sono proporzionali al quadrato dei tempi trascorsi (*dupplicata proporzione*). L'esperimento condotto sulla verifica della relazione tra spazio e tempo conferma la correttezza dell'ipotesi.



H = 1 o 2 braccia

L = 12 braccia

Il tempo di caduta delle sfere è ottenuto pesando la quantità d'acqua che, nel medesimo tempo, fuoriuscendo attraverso un sottile cannello dal secchio, viene raccolta in un recipiente.

Si misura il tempo di caduta della sfera variando in modo controllato la lunghezza di caduta. Per ogni lunghezza si ripete più volte la misura del tempo.

Facendo percorrere alla palla un quarto della lunghezza totale del piano si ottiene puntualissimamente la metà del tempo precedente.

$$s \div t^2$$

Da Aristotele a Galileo sono cambiati gli obiettivi e i metodi di ricerca: mentre Aristotele si chiedeva a quale fine avveniva un fenomeno, Galileo si chiede invece in che modo avviene.

La fisica moderna ha compiuto il passaggio dalla ricerca delle cause dei fenomeni naturali alla loro descrizione; inoltre esprime le leggi della natura in forma matematica in modo tale da poter essere verificate sperimentalmente.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ *Alle frontiere tra Scienza e Fede*, unità tematica 15, pag.125-133
- ❖ CLAUDE ALLEGRE, *Dio e l'impresa scientifica*, Cortina Editore, Milano, 1999.
- ❖ LUDOVICO GEYMONAT, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano, 1970
- ❖ SERGIO FRAU, *Giordano Bruno: processo per libero pensiero*, da "La Repubblica", 2 febbraio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ ADRIANO PROSPERI, "L'impertinenza sul rogo", *Corriere della sera*, 21 gennaio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ PIERGIORGIO ODIFREDDI, "La guerra tra scienza e religione, l'uomo che scoprì l'universo", *La Repubblica*, 18 febbraio 2001, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ Editoriale, "Adesso anche la Chiesa chiede perdono. Con riserva", *Il Messaggero*, 16 febbraio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>>

- ❖ SERGIO FRAU, "Giordano Bruno, processo per il libero pensiero", *La Repubblica*, 2 febbraio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ LISA BOLZONI, "Campanella Poeta in catene", *Il Sole 24 Ore*, 28 giugno 1998, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ CESARE MEDA, "Galileo mise in dubbio l'Eucarestia", *Il Corriere della Sera*, 22 marzo 2001, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ UMBERTO BOTTAZZINI, "Rinascimento dei numeri", *Il Sole 24 Ore*, 13 febbraio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>> ,
- ❖ PIETRO NONIS, "Il macigno di Giordano Bruno", *Avvenire*, 2000, <<http://www.swif.uniba.it>>
- ❖ LUIGI ACCATOLI, "Mea culpa, Intervista al cardinale Poupard", *Corriere della sera*, 4 febbraio 2000, <<http://lgxserver.uniba.it>>
- ❖ *Profili storici*, a cura di ANDREA GIARDINA, GIOVANNI SABBATUCCI, VITTORIO VIDOTTO, Volume2, Tomo1, Laterza, Roma, 1997.
- ❖ *Immagini della biologia*, a cura di NEIL CAMPBELL, LAWRENCE MITCHELL, JANE REECE, Volume B, Zanichelli, Bologna, 2000.
- ❖ *Enciclopedia Zanichelli : dizionario enciclopedico di arti, scienze, tecniche, lettere, filosofia, storia, geografia, diritto, economia* a cura di EPIGEO, Zanichelli, Bologna, 1998
- ❖ BERTOLT BRECHT, *Vita di Galileo*, Einaudi Tascabili, Torino, 1994
- ❖ ANNIBALE FANTOLI, *Il caso Galileo*, Superbur, Milano, 2003
- ❖ <<http://www.minerva.unito/storia/Galileo>>
- ❖ <<http://cronologia.leonardo.it/storia/biografie/galilei4.htm>> .
- ❖ www.itis-molinari.mi.it/studenti/progetti/scienza/galileo1
- ❖ <http://www.storiadellastampa.unibo.it>
- ❖ <http://www.eresie.it/id680.htm>
- ❖ www.fisicamente.net
- ❖ www.minerva.unito/storia/Galileo
- ❖ <<http://www.racine.ra.it/planet/testi/galileo.htm>>