

## GALILEO GALILEI E LA NASCITA DELLA SCIENZA MODERNA

*Sintesi della conferenza di giovedì 18 febbraio 2010*

**RELATORI: ENRICO BELLONE**, docente di Storia della scienza e della tecnica alla Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Milano.

---

Galileo Galilei fu protagonista e pioniere della profonda trasformazione culturale che si realizzò tra il '500 e il '600, denominata «rivoluzione scientifica». Noto per le scoperte astronomiche effettuate utilizzando il cannocchiale - in ricordo delle quali nel 2009 è stato celebrato l'Anno Internazionale dell'Astronomia - Galileo è giustamente considerato il padre della fisica moderna. Il criterio da lui utilizzato, fondato sulle *sensate esperienze* e sulle *certe dimostrazioni*, era frutto di una tradizione di lunga data, ma una delle più feconde innovazioni da lui introdotta fu la **profonda convinzione di una correlazione tra scienza, filosofia e tecnica**. In questa prospettiva, Galileo fu un vero erede dell'epoca rinascimentale, durante la quale si fece strada una nuova considerazione della funzione culturale delle arti meccaniche.

Proseguendo con lo stesso spirito che ha animato l'Anno dell'Astronomia appena concluso, in occasione della **ricorrenza del 400° anniversario dalla pubblicazione nel marzo 1610 del *Sidereus Nuncius***, il Gruppo Astrofili di Alessandria, dedicato appunto a Galileo, ha deciso di promuovere - in collaborazione con l'Associazione Cultura e Sviluppo e con il patrocinio di diverse Fondazioni ed Enti pubblici - un ciclo di cinque conferenze.

Il primo atteso appuntamento ha avuto come protagonista il professor **ENRICO BELLONE**. Riportiamo di seguito i passaggi fondamentali della sua esposizione.

Nella società contemporanea l'intreccio profondo tra scienza e tecnica rende più che naturale chiedersi quali siano **le radici della scienza moderna**, e a tale domanda la risposta tradizionale e maggiormente condivisa delinea un contesto spaziale e temporale ben definito: la scienza moderna nasce in occidente tra il 1543 (pubblicazione del trattato di **Niccolò Copernico**) e gli inizi del '700 (pubblicazione dell'*Ottica* di **Isaac Newton**). All'interno di questo periodo si colloca l'importante figura di Galileo Galilei. I fondamenti su cui si basa la cosiddetta «rivoluzione scientifica», e in particolare l'attività dello scienziato toscano, li abbiamo conosciuti attraverso i libri di scuola e i testi di storia della scienza, anche se, negli ultimi trent'anni, questa tradizionale visione storica ha subito molte e profonde modificazioni.

Relativamente al metodo, siamo soliti dire o sentir dichiarare che il metodo scientifico moderno è stato creato da Galileo, basandosi - come già sottolineato - sulle «sensate esperienze» e sulle «certe dimostrazioni». Analizzando meglio tale affermazione scopriamo invece che **questo metodo è essenzialmente dovuto ad Aristotele, proprio l'oggetto della critica galileiana**. Un contributo di pensiero originale ma anche molto discusso circa l'interpretazione della figura di Galileo è venuto, intorno alla metà del XX secolo, dagli studi di un grande storico francese di origini russe, **Alexandre Koyré**. Egli sosteneva che **la grandezza di Galileo non si basava sugli esperimenti**, che anzi non potevano neppure essere stati effettuati in considerazione della limitatezza della tecnica allora esistente. Koyré riteneva piuttosto che l'aspetto fondamentale della sua scienza risiedesse nelle posizioni filosofiche di orientamento platonico,

un'idea per cui la rivoluzione scientifica operata da Galileo sarebbe consistita nell'espressione di una diversa *forma mentis*, nella ripresa del primato della matematica come idea costitutiva del mondo fisico. **Il linguaggio della scienza è matematico, l'esperimento secondario rispetto alla teoria e la formalizzazione matematica precede i fatti.** Le opere recenti di alcuni storici della scienza, tra questi **Stillmann Drake**, hanno invece dimostrato che Galileo compì effettivamente gli esperimenti da lui riportati e dalla lettura dei suoi manoscritti emerge anche che li condusse con una precisione sorprendente per i tempi. Per quanto riguarda poi l'idea di un certo «pressappochismo» della scienza antica, la lettura dei testi di Aristotele o, ancora più indietro nel tempo, le conoscenze astronomiche degli assiro-babilonesi, fanno capire **quanto fossero raffinate le conoscenze scientifico-matematiche delle antiche civiltà, conoscenze recuperate dalla cultura medievale occidentale grazie al lavoro e all'influsso del mondo islamico.** Alla luce delle nuove conoscenze storiche la figura di Galileo non ne esce di certo sminuita, al contrario l'opera galileiana emerge in tutta la sua grandezza e originalità.

Il percorso scientifico di Galileo trova la sua naturale conclusione nei ***Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze***, **l'unico vero libro di fisica scritto dallo scienziato**, pubblicato a Leida nel 1638 quando Galileo si trova confinato nella sua casa di Arcetri, in seguito alla condanna nel 1633 da parte dell'Inquisizione. Illuminante è una frase scritta nell'introduzione, nella quale elogia l'Arsenale di Venezia, affermando che quello è il «luogo eccellente della vera filosofia». In questa prospettiva, Galileo si dimostra **autentico erede di quella cultura rinascimentale, nata fuori dagli ambienti universitari, che considera le arti meccaniche una forma di cultura utile per lo studio e l'investigazione della natura** e che trova in Leonardo da Vinci uno dei suoi massimi esponenti.

Avviato dal padre agli **studi di medicina**, ben presto il giovane Galileo, da autodidatta, scopre **il suo amore per la geometria degli antichi**, Euclide e Archimede in particolare, e **appena ventenne diventa uno dei principali matematici europei, ottenendo la cattedra all'Università di Padova.** Alcuni manoscritti galileiani risalenti al periodo giovanile, e fino a circa trent'anni fa considerati incomprensibili e indecifrabili, hanno permesso di ricostruire il lavoro scientifico di Galileo precedente alle scoperte astronomiche del 1609. Alla fine del '500 la fisica insegnata nelle università è quella aristotelica, essenzialmente basata sul senso comune, che descrive la caduta dei gravi verso il centro dell'universo (la Terra) avvenire lungo la verticale a velocità costante. Allo stesso modo, il moto violento viene spiegato come conseguenza dell'impeto (*vis*) impresso al corpo, che poi viaggia in linea retta, rallenta per attrito e successivamente cade lungo la verticale. **Per Galileo lo studio della fisica è necessario allo scopo di fornire prove certe alla teoria eliocentrica.** Proprio la fisica del senso comune, delle «sensate esperienze», afferma che Copernico non può avere ragione, in quanto un grave in caduta dalla cima di una torre raggiunge la superficie terrestre ai piedi della torre stessa e ciò significa che la Terra non ruota. Analogamente, la Terra non può orbitare intorno al Sole, altrimenti i nostri sensi dovrebbero avvertire gli effetti dell'enorme velocità di rivoluzione (107.000 km/h).

La pubblicazione del *De revolutionibus* di Copernico non suscitò veementi reazioni, in quanto nell'introduzione i lettori venivano rassicurati sul fatto che la teoria esposta non era né vera né verosimile, ma era esclusivamente un metodo alternativo che consentiva agli astronomi di calcolare la posizione dei pianeti. Non era tuttavia il pensiero di Copernico, in punto di morte nel periodo in cui il trattato vide la luce, bensì uno stratagemma di un teologo luterano, Andrea Osiander, per evitare problemi all'uscita del libro. Galileo, al contrario, è copernicano convinto e lo scrive già nel 1597 in una lettera all'astronomo tedesco Giovanni Keplero. Quello che al momento gli impedisce di palesare la sua opinione è la mancanza di prove definitive, e anche la paura di esporsi al ridicolo, così come era avvenuto per il maestro Copernico. **La costruzione di una fisica copernicana è quindi il progetto che il giovane Galileo intraprende attraverso una paziente opera di bricolage, cioè su un continuo processo di ricerca e di scoperta di nuovi e inaspettati fenomeni.**

Una delle scoperte galileiane riguarda **il moto del pendolo**: dalle lettere che Galileo nel 1602 scrive ai suoi amici, sappiamo che nel condurre gli esperimenti per verificarne le leggi del

moto egli giunge **a formulare la legge dell'isocronia**. Una seconda e ancora più sconvolgente scoperta è il **principio di inerzia**: se a un corpo viene impartita una forza, per piccola che sia tale forza e in assenza di attrito, il corpo si muoverà di moto rettilineo uniforme all'infinito. Un terzo problema è **la misura della velocità di caduta dei gravi**, che Galileo affronta mediante l'utilizzo del piano inclinato, strumento didattico già presente nelle università e non inventato dallo scienziato pisano. Nell'assoluta convinzione che realmente tale velocità sia costante, **gli esperimenti di Galileo, condotti con una precisione di misura mai raggiunta prima, portano invece alla sconcertante conclusione che il moto è uniformemente accelerato, causando così il crollo dell'edificio concettuale su cui si basava la fisica del tempo**. Galileo non ha ancora riunito tutti i tasselli a sua disposizione per la costruzione della nuova fisica, quando **giungono inaspettate le scoperte celesti compiute nell'autunno-inverno del 1609 grazie al cannocchiale, inventato l'anno prima da artigiani olandesi ma che Galileo trasforma in un vero e proprio strumento scientifico**, grazie alla sua abilità tecnica e alla possibilità di avere lenti di buona qualità. **L'osservazione delle vallate e delle montagne lunari, delle stelle nella Via Lattea e soprattutto la scoperta dei satelliti intorno al pianeta Giove convincono ancor più Galileo della veridicità della teoria copernicana**.

Nel marzo 1610 egli pubblica il *Sidereus Nuncius*, dove descrive le sue rivoluzionarie osservazioni telescopiche. Galileo diventa improvvisamente lo scienziato più famoso al mondo, e provoca un vero e proprio sconvolgimento culturale, in quanto i millenari capisaldi cosmologici e astronomici si sgretolano alla luce delle nuove scoperte. **L'astronomia e la nuova fisica galileiana insieme riescono quindi a dimostrare che l'ipotesi copernicana è vera, senza lasciarsi ingannare dalle «sensate esperienze» che possono dare una falsa impressione della realtà**. I sensi, quindi, non devono essere la guida dello scienziato, il quale deve affidarsi alle misure di laboratorio per cogliere le reali proprietà del mondo naturale - la forma geometrica di un corpo, il numero delle sue parti costituenti e il suo stato di moto nello spazio - **quelle proprietà che si afferrano con gli occhi della mente, cioè con la matematica**. Questo messaggio diventerà uno dei fondamenti della filosofia occidentale ed è contenuto nel *Saggiatore*, pubblicato nel 1623 e dedicato a Papa Urbano VIII, amico personale di Galileo. Da questo momento Galileo crede di avere la strada libera per poter finalmente esporre pubblicamente la sua nuova fisica, ma la pubblicazione del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632) e soprattutto la «disobbedienza» alle disposizioni del Cardinale Bellarmine del 1616 e ad alcune imposizioni di Papa Urbano VIII lo conducono al processo per eresia e alla successiva abiura del 1633.

A proposito della sua esperienza di uomo e scienziato, Galileo scriverà in una nota a margine nella sua copia personale dei *Discorsi*: «La scienza, che se è libera non può che crescere, genera continuamente innovazioni. Ma le innovazioni possono demolire gli stati e rovinare la repubblica. **Chi ha il potere politico ed economico non vuole l'innovazione, ha bisogno della conservazione dell'esistente, perché se l'esistente si conserva è più facile ottenere il consenso dei cittadini. E allora per il potere la scienza è la prima nemica, perché genera invece le novità, e allora i potenti - ignorantissimi di ogni scienza e di ogni arte - si autonominano giudici e piegano con la violenza gli intelligenti**».

Ma la vera personalità di Galileo scienziato emerge nelle parole che egli detta, ormai cieco, a un amico: «E così nelle mie tenebre vo fantasticando or sopra questo or sopra quello effetto di natura, né posso, come vorrei, dar qualche quiete al mio inquieto cervello».

[A cura di Massimo Volante]