

Museo Galileo

Dante e la Scienza

Letteratura e Scienza potevano essere accostate in epoca medievale poiché il sapere non era specialistico ma piuttosto enciclopedico. Tutte le arti del trivio e del quadrivio compaiono nelle opere dantesche, e persino gli insegnamenti impartiti nelle scuole d'abaco.

Cosmologia

Sfera armillare

La nostra seconda guida, incontrata al piano superiore da dove si accede al Museo vero e proprio, ha sottolineato il particolare rapporto esistente fra la *Commedia* di Dante e la Scienza, ponendo in correlazione alcuni significati passi del capolavoro dantesco con teorie scientifiche diffuse nel Medioevo e nel XVII secolo, l'età di Galileo.

Il corridoio si apre in un'ampia sala dalle pareti scure. Ai lati della stanza ci sono numerosi mappamondi, alcuni più piccoli, altri più grandi, mentre al centro si impone un'enorme sfera composta di numerosi anelli concentrici. Questa è la sfera armillare, dal termine latino *armilla* che significa "bracciale": è composta da tante fasce simili a bracciali sovrapposte per creare la forma d'una sfera.

La sfera armillare è una rappresentazione dell'Universo aristotelico-tolemaico: la Terra si trova al centro dell'Universo, mentre tutti gli altri corpi celesti le ruotano attorno.

Al centro della sfera, infatti, c'è una sorta di mappamondo che rappresenta la Terra e i bracciali che lo circondano costituiscono i cieli.

Fu costruita tra il 1588 e il 1593 da Antonio Santucci per volere di Ferdinando I De' Medici, ed è la più grande sfera armillare esistente al mondo. Venne intagliata in legno e rivestita interamente in foglia d'oro. Alla base della gigantesca scultura c'era una manovella che nel passato serviva ad attivare il meccanismo che faceva ruotare i dieci cieli, un vero e proprio capolavoro di ingegneria. Il mappamondo al centro rappresenta la Terra in cui sono raffigurati luoghi che al tempo erano ancora poco conosciuti. I primi sette cieli sono caratterizzati da schemi complessi e intricati. L'ottavo cielo, al contrario degli altri nove cieli

che sono per lo più dorati, è dipinto con più colori in modo da raffigurare le dodici costellazioni dello Zodiaco.

Il nono cielo, il Primo Mobile, ruotando più velocemente degli altri, è composto da più anelli che, azionati dalla manovella necessaria per attivare il meccanismo della sfera, si presume che imprimevano un movimento uniforme a tutti gli altri cieli.

Il decimo cielo, l'Empireo, è composto da numerosi anelli verticali paralleli fra loro ed un singolo anello orizzontale al centro che lega gli altri anelli verticali. Nelle intersezioni tra gli anelli verticali e quello orizzontale sono raffigurate volti di Angeli che cantano in coro.

La struttura del Paradiso dantesco è costruita sulla cosmologia geocentrica di derivazione aristotelica, il cosiddetto sistema tolemaico, con le correzioni medievali apportate dalla scuola astronomica-filosofica di Averroè. Al centro dell'universo è la Terra, intorno ad essa e alla sua atmosfera, limitata dalla sfera del fuoco, ruotano nove sfere concentriche, i nove cieli del Paradiso dantesco.

I primi sette prendono il nome dal pianeta che ha la sua orbita apparente intorno alla Terra e sono, nell'ordine, a partire da quella più vicina alla Terra, le sfere della Luna, di Mercurio, di Venere, del Sole, di Marte, di Giove e di Saturno.

L'ottavo cielo è quello detto delle Stelle Fisse, in cui orbitano tutti gli altri astri in posizioni reciproche sempre uguali tra di loro.

Il nono cielo, la sfera più estesa, è il Primo Mobile, che imprime il movimento rotatorio a tutti gli altri cieli sottostanti.

Esternamente a queste nove sfere Dante pone l'Empireo (dal greco *pyr* "fuoco", "ardente di carità"), il cielo in cui risiede Dio con i suoi angeli.

Il decimo cielo è stato aggiunto dai cristiani nel corso della storia. In origine la teoria geocentrica dell'universo comprendeva solamente nove cieli.

Mappamondo di Fra Mauro

Il mappamondo fu realizzato intorno al 1450 dal Fra Mauro nel monastero camaldolese di San Michele in Isola, a Venezia. Egli si avvale dei preziosi contributi del marinaio e cartografo Andrea Bianco e del confratello Francesco di Cherso. La grande mappa del mondo fu realizzata su fogli di pergamena incollati a un supporto ligneo e fu commissionata dal re Alfonso V di Portogallo, cui venne inviata nell'Aprile del 1459.

Oggi, tra le collezioni del Museo Galileo, è presente una riproduzione, in quanto l'originale è conservato nella Biblioteca Nazionale Marciana di Venezia.

Il dipinto è decorato con colori vivaci ed è iscritto in un cerchio di circa due metri di diametro. La rappresentazione geografica è arricchita da oltre tremila cartigli, moltissimi toponimi e centinaia di immagini di città, templi, strade, navi, oltre a un Paradiso terrestre miniato da Leonardo Bellini. Fra Mauro mostra l'immagine del mondo per come esso era concepito prima della scoperta dell'America. Oltre ad aver immaginato e definito il Mediterraneo e l'Oceano Indiano, egli disegnò una straordinaria e dettagliata rappresentazione delle regioni interne dell'Africa, avvalendosi di carte geografiche che ricevette da monaci etiopi giunti a Venezia e raccogliendo racconti e testimonianze. Tali informazioni affermano con chiarezza la circumnavigabilità del continente africano mezzo secolo prima che i viaggiatori portoghesi ne sperimentassero la fattibilità.

Di grande interesse, ancora, il disegno dell'Asia, basato sulle indicazioni di viaggiatori quali Marco Polo e Nicolò de Conti.

Il mondo rappresentato da Fra Mauro risulta avere un diametro di circa 11.500 km, ovvero una circonferenza di circa 36.000 km, un dato che si colloca a metà tra i 33.000 km di Tolomeo e i 40.000 di Eratostene.

Interventi della guida

Durante la visita al Museo la guida ha fatto riferimento ad alcuni passi della *Divina Commedia* mettendoli significativamente in correlazione con dibattute questioni di ordine scientifico, in una sorta di ideale dialogo.

Astronomia

L' origine delle macchie lunari

Paradiso, canto II

Ma ditemi: che son li segni bui
di questo corpo, che là giuso in terra
fan di Cain favoleggiare altrui?

Ma ditemi: che cosa sono le macchie scure della superficie lunare, le quali laggiù sulla terra fanno credere agli uomini che si tratti di Caino? (vv. 49-51).

Dante, avvolto in una nube tersa e brillante, entra nel corpo della Luna e prega Beatrice di spiegargli la natura delle macchie lunari, in cui gli uomini credono di vedere la figura di Caino. Sollecitato dalla donna che gli chiede quale sia la sua opinione in proposito, egli dichiara che il diverso aspetto che presenta la superficie dipende dalla maggiore o minore densità della materia di cui la Luna è costituita. In realtà, afferma Beatrice, che confuta l'opinione dantesca, le macchie lunari, dunque la maggiore o minore luminosità delle stelle, dipendono dalla minore o maggiore distanza da Dio che dall'Empireo, dove è la sua sede, attraverso il Primo Mobile e il cielo delle Stelle Fisse, infonde nei vari cieli una virtù a seconda della loro natura e del grado di beatitudine di cui godono. La minore o maggiore luminosità delle stelle dipende dalla diversa forza interiore, dalla letizia interna delle Intelligenze celesti che muovono, secondo il volere di Dio, tutti gli astri del cielo. Il cielo della Luna ruota grazie all'azione del coro degli Angeli (prima gerarchia angelica). Beatrice dunque dimostra l'insostenibilità di una spiegazione fisica delle macchie lunari, esponendo le ragioni della loro natura spirituale, metafisica e anticipando sinteticamente la struttura del Paradiso.

Non c'è dubbio, è nel *Sidereus nuncius*, scritto a Padova, ma stampato a Venezia il 12 marzo 1610, che Galileo si mette a parlare della Luna raggiungendo un altissimo grado di precisione ed evidenza grazie al nuovo strumento di indagine rappresentato dal cannocchiale. Le sue parole hanno così la forza delle *sensate esperienze*.

E infatti sulla base di queste osservazioni, ripetute “più e più volte”, Galileo ricava subito a una precisa e clamorosa convinzione:

che la superficie della Luna non è levigata, uniforme ed esattamente sferica, come gran numero di filosofi credette di essa e degli altri corpi celesti, ma ineguale, scabra e con molte cavità e sporgenze, non diversamente dalla faccia della Terra, variata da catene di monti e profonde valli.

Fisica

Purgatorio, canto XV

Dante fa riferimento al fenomeno ottico della riflessione della luce: è l'ora del vespero, e i due poeti camminano verso ponente, hanno il sole in pieno viso. A un tratto, a questa luce si aggiunge uno splendore così intenso che spinge Dante a proteggersi gli occhi con le mani: è l'Angelo della misericordia, che li invita a salire alla terza cornice, quella degli iracondi.

Come quando da l'acqua o da lo specchio
salta lo raggio a l'opposita parte,
salendo su per lo modo parecchio
a quel che scende, e tanto si diparte
dal cader de la pietra in igual tratta,
sì come mostra esperienza e arte;
così mi parve da luce rifratta
quivi dinanzi a me esser percosso;
per che a fuggir la mia vista fu ratta.

Come quando il raggio riflesso da una superficie d'acqua o da uno specchio rimbalza nella direzione opposta (a quella del raggio incidente), risalendo verso l'alto come il raggio incidente scende verso il basso, e si allontana dalla linea perpendicolare in egual misura, come dimostrano l'esperienza e gli studi teorici; così qui mi sembrò di essere investito da una luce riflessa che mi stava davanti; per la sua intensità la mia vista fu sollecita a volgersi da un'altra parte (vv. 16-24).

Gli esperimenti di Tolomeo su riflessione e rifrazione. Usando come riferimento un disco graduato, Tolomeo studiò il comportamento dei raggi visuali sia nel toccare la superficie di uno specchio, sia nell'attraversare la superficie di separazione fra due mezzi trasparenti. Nel primo caso confermò che l'angolo del raggio incidente è uguale all'angolo del raggio riflesso; nel secondo caso notò invece che il raggio incidente subiva una deviazione variabile e più o meno accentuata in dipendenza della differenza di densità dei due mezzi.

“Il nuovo mondo di Galileo”

L'affermazione del metodo sperimentale nel XVII secolo e l'entrata in scena di nuovi strumenti fecero progredire l'indagine dei processi naturali, favorendo la scoperta delle leggi

che li governano e di fenomeni fino ad allora sfuggiti alla percezione dei sensi. Il barometro consentì di svelare l'azione della pressione atmosferica e di misurarne le variazioni in conseguenza dei cambiamenti meteorologici. Con il termometro graduato fu possibile misurare le temperature in modo oggettivo e con sempre maggior precisione. Il microscopio e il telescopio potenziarono enormemente la capacità di penetrazione della vista, rivelando aspetti del microcosmo e del macrocosmo del tutto inaspettati. Combinazioni di lenti, prismi e specchi permisero di approfondire lo studio delle leggi dell'ottica.

Nella sala VII del Museo sono custoditi gli unici strumenti ideati e costruiti da Galileo pervenuti fino a noi, tra i quali rivestono eccezionale importanza i due cannocchiali e la lente obbiettiva del telescopio col quale lo scienziato pisano scoprì i satelliti di Giove, che battezzò "Pianeti Medicei". La lente del cannocchiale col quale fu compiuta la scoperta fu donata da Galileo al Granduca Cosimo II. Tra gli oggetti utilizzati da Galileo abbiamo anche un apparecchio sperimentale per l'osservazione della discesa brachistocrona di un grave, un compasso geometrico e la vite di Archimede, che era utilizzata per esempio per irrigare i campi tramite l'ausilio anche di una ruota idraulica.

Oltre al busto dello scienziato e due tele che lo raffigurano, trova spazio anche una reliquia, un dito di Galileo conservato in una teca di vetro su una base d'alabastro, recante un'iscrizione celebrativa del pisano come eroe e martire della Scienza.

Sono esposte anche copie di alcune sue opere, come il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* e il *Sidereus nuncius*.

Lapo Ciardi, Cristian Jiang, Dilaver Kokalari, Chiara Magnolfi



Sfera armillare



Mappamondo di Fra Mauro



Busto di Galileo