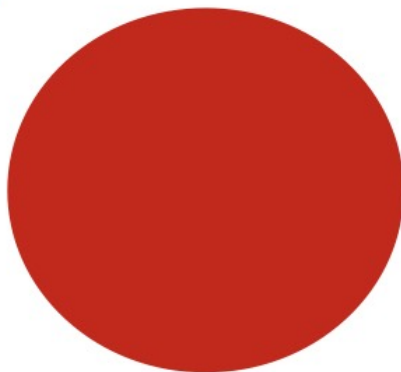


**Emanuele Coco**

# **FILOSOFI E SCIENZIATI**

**note storiografiche  
attorno al metodo  
(1600 - 1800)**



**MALCOR D'**  
EDIZIONE

Emanuele Coco

**FILOSOFI E SCIENZIATI**

Note storiografiche attorno al metodo (1600 - 1800)

FILOSOFI E SCIENZIATI  
Note storiografiche attorno al metodo (1600-1800)

Emanuele Coco  
ISBN 9788897909712

© Malcor D' s.r.l.  
via Giovannino, 7 –  
95126 Catania  
[info@malcor.it](mailto:info@malcor.it)  
[www.malcor.it](http://www.malcor.it)

I edizione 6 2024

Indice

|  |       |
|--|-------|
| Introduzione   | p. 4  |
| L'affascinante complessità delle pratiche scientifiche | p. 6  |
| Il cielo sopra di noi                                  | p. 24 |
| Alchimia e chimica                                     | p. 44 |
| La scoperta della diversità                            | p. 57 |

## Introduzione

Quando leggiamo o vediamo a teatro il *Mercante di Venezia* una domanda ci coglie inevitabilmente: chi ha ragione, Shylock che pretende la sua libra di carne o Bassanio che vorrebbe sposare Porzia?

I più romantici propendono per la seconda causa. I due non hanno modo di restituire il denaro e se lo hanno preso in prestito è solo per coronare il proprio sodalizio nuziale. Ma se guardiamo meglio la dinamica del dramma, ci rendiamo conto che la difesa ai danni di Shylock è perpetuata da un avvocato che in realtà non è avvocato. È Porzia per l'appunto che si è mascherata. Certo, tutto questo ha ancora una volta un interessante risvolto romantico ed un ottimo effetto teatrale, ma c'è da chiedersi ancora: se uno di noi si ritrovasse in tribunale per reclamare qualcosa che gli spettava, un torto subito, o una qualunque altra faccenda da lui o da lei reputata ingiusta, sarebbe felice di trovarsi per pubblico ministero un parente della controparte, addirittura la sua futura moglie?

Un simile dettaglio ci costringe a rivedere *Il Mercante di Venezia* da una prospettiva diversa: non si tratta della storia di qualcuno che vuole indietro il proprio denaro; si tratta di un tribunale dove alcune persone che si intendono tra loro (e che infatti possono trasgredire le regole) organizzano una difesa processuale ai danni di qualcuno a cui hanno chiesto un favore (il denaro in prestito) e che hanno preso sempre in giro e canzonato per la sua etnia.

Di nuovo le parti si modificano. C'è chi propende per Porzia e Bassanio, chi per Shylock e lui solo.

Il punto interessante in tutto ciò è che per scegliere da quale parte stare, non si può fare ricorso a una formula matematica, a una regola precisa, a un principio universale. Bisogna mettere dinnanzi alla propria mente i fatti (cercando di coglierli nel modo più esatto possibile) e poi argomentare secondo seguendo un metodo cercando di dare un senso logico a quanto sta accadendo o è accaduto. Ecco, in altri termini si deve giudicare ricorrendo alla Filosofia.

Shakespeare finì di scrivere il *Mercante di Venezia* intorno al 1598. Due anni dopo, Giordano Bruno veniva bruciato in piazza per avere sostenuto che l'universo è infinito e che il suo centro non era la Terra. Questo evento storico può essere assunto come momento simbolico dell'incontro tra filosofia e scienza sotto la nuova luce del metodo scientifico.

Il testo che segue ripercorre alcuni momenti chiave di tale incontro e delle riflessioni attorno al metodo che hanno animato tanto il pensiero scientifico quanto quello filosofico con reciproci e proficui scambi. Per non lasciare simili riflessioni al puro contesto teoretico, mi è sembrato utile preparare un prontuario di episodi, una serie di *note storiografiche* – se così le si può chiamare – che nutrissero la filosofia e la scienza di cui discuto – quella che si svolge tra 1600 e 1800 – con un ingrediente prezioso, cartina tornasole e contesto indispensabile di qualsiasi considerazione sul *metodo* che possa dirsi solida: la Storia e i suoi accadimenti.

## **L'affascinante complessità delle pratiche scientifiche**

### *Filosofi e scienziati*

Il dialogo tra filosofi e scienziati è antico sia in Occidente che in Oriente. Per lungo tempo, la conoscenza della realtà – tanto quella esterna che ci circonda quanto quella interna che ci abita – si è mossa al ritmo di un contrappunto tra modi diversi del sentire e del comprendere che – dovendo applicarsi a sistemi eterogenei e vasti quali sono l'Universo e l'animo umano – vedeva dialogare quella che oggi chiamiamo *scienza* con ciò che definiamo *filosofia*. Si tratta dunque di un sodalizio molto remoto. C'è tuttavia un momento in cui il dialogo tra questi due modi del sapere si è palesato in Occidente e questo periodo inizia con una data emblematica e molto drammatica: il 1600, l'anno in cui venne bruciato a Roma Giordano Bruno.

Bruno venne condannato dalla Santa Inquisizione per la sua filosofia che contemplava le idee di Copernico (secondo cui al centro dell'Universo vi era il Sole e non la Terra) e per aver sostenuto che l'Universo fosse infinito e non limitato come si credeva allora. Questa tragica fine è ricca di significati e di ragioni storiografiche, ma può essere anche assunta a simbolo: un filosofo che muore per avere difeso le idee di uno scienziato; o anche: una persona che muore per aver difeso una filosofia che voleva fare della comprensione della Natura un fatto filosofico, una via per conoscere meglio sé stessi.

Ecco, idealmente possiamo dire che la distinzione tra filosofia e scienza si rende più netto proprio nel corso del 1600 e che essa coincide in qualche misura con l'inizio dell'epoca moderna.

In un mio altro saggio – che si intitola *La fine degli spiriti. La natura come indagine filosofica del Sé* – ho illustrato le ragioni storiografiche e critiche che spiegano perché la scienza possa diventare parte della filosofia; nelle prossime pagine invece, vorrei offrire un piccolo prontuario di note storiografiche che spiegano perché la filosofia può essere d'aiuto alla scienza. Per farlo dobbiamo dunque partire da un interrogativo: cosa intendiamo per scienza?

*Che cosa è la scienza?*

Quando si prova a dire cosa sia la scienza, si finisce spesso con un elenco di tautologie, affermazioni come “la scienza serve per dire cose scientifiche” o “la scienza afferma concetti scientificamente dimostrati”. Non c'è nulla di sbagliato in tali affermazioni, ma esse non dicono nulla riguardo al *come* o al *modo*; né aggiungono un granché rispetto agli attori: chi produce tali *enunciati scientifici*? E del resto non dicono niente neanche riguardo alla tipologia di *oggetti* (tutti gli oggetti possono essere descritti scientificamente?), né sugli approcci (un solo “approccio scientifico” va bene per qualunque “oggetto” e per ogni “scienza”?).

Ci rendiamo conto dunque che le definizioni tautologiche non sono poi così convenienti. Proviamo allora con un approccio più generale. Si potrebbe per esempio dire che la scienza è qualcosa che dovrebbe rivelarci verità scientifiche, cioè un *modo* con cui si costruiscono *enunciati veri e giustificabili*. Resta solo un problema: come si costruiscono gli enunciati veri e giustificabili?



*Il regresso all'infinito*

Proviamo con un caso concreto. Ammettiamo di trovarci dinnanzi a una porta e che io affermi che dietro la porta c'è un monaco tibetano. Perché questa mia affermazione sia un enunciato scientificamente vero (una credenza, cioè una convinzione, vera e giustificata) devo essere convinto di quello che ho detto. Nessun problema. Ne sono convinto. A questo punto devo solo dimostrare che quanto reputo vero non sia una mia fantasia, ma sia qualcosa di obiettivamente dimostrabile.

Se qualcuno mi chiedesse “come fai a essere certo che dietro la porta ci sia un monaco tibetano?” io potrei rispondere “perché lo conosco e ci siamo dati appuntamento esattamente per quest'ora”.

L'interlocutore potrebbe allora chiedermi: “come fai a essere sicuro che sia puntuale?”. E io allora risponderei: “perché ci siamo sentiti al telefono mezz'ora fa”. Il che porterebbe giustamente il mio o la mia interlocutrice a chiedermi: “E se avesse avuto un contrattempo? Come fai a essere sicuro che nel corso degli ultimi trenta minuti non sia accaduto niente che gli abbia impedito di presentarsi all'appuntamento e dunque di trovarsi adesso dietro la porta ad attendere che sia aperta?”. Con un colpo di scena darei la mia risposta: “perché l'ho richiamato cinque minuti fa ed era dietro la porta!”.

“Cinque minuti?”, potrebbe replicare la mia interlocutrice. “Non ti sembrano troppi cinque minuti? Insomma, in cinque minuti sono abbastanza per ripensarci, per doversi allontanare anche per poco, per dover rispondere a un'emergenza e un'infinità di altre cose che possono aver portato via il monaco tibetano per cui adesso lui non si trova più dietro la porta”.

Non mi faccio fregare. Ho la mia risposta pronta: “È vero. Poteva succedere. Ma proprio per questo l'ho poi richiamato due minuti dopo, ovvero tre minuti fa ed era ancora lì”.

“Tre minuti?”, incalza l'interlocutrice.

“Sì, e poi anche due minuti dopo. Ovvero un minuto fa. Era lì.”

“E se poi ci avesse ripensato? Se avesse cambiato idea proprio all'ultimo?”

“Infatti. L’ho richiamato ancora. Proprio 10 secondi fa. Era lì, dietro la porta. Problema risolto”.

“Non del tutto”, potrebbe rispondere la mia interlocutrice. “Chi ti assicura che dieci secondi fa...”

“L’ho richiamato ancora. Ci siamo sentiti due secondi fa!”, potrei rispondere. Ma non servirebbe a nulla. Perché la mia interlocutrice continuerebbe ancora all’infinito: un secondo fa, mezzo secondo fa, un quarto di secondo fa... fino arrivare a chiedermi: “chi ti garantisce che un nanosecondo fa un brontosauro apparso da nulla, improvvisamente materializzatosi nella storia del mondo, non sia passato al volo mangiandosi il monaco tibetano?”

Inutile dare una risposta. Perché qualunque risposta si dia in questo processo di giustificazioni all’indietro, l’interlocutrice avrebbe sempre una frazione di tempo su cui giocare le modalità dei suoi dubbi. E avrebbe ragione. Anche perché questo problema – che gli specialisti chiamano *regresso all’infinito* – non riguarda solo le questioni cronologiche e ciò che può accadere *nel frattempo*, ma riguarda anche le giustificazioni, le definizioni e ogni altro argomento per il quale sia necessario giustificare quanto si presume riguardo un qualche oggetto o un qualche possibile evento. Da cui la domanda: è possibile fermare il *regresso all’infinito*?

### *La soluzione razionalista*

Il primo rimedio al regresso all’infinito viene dalla tradizione razionalista, quell’insieme di studiosi e filosofi che ha trovato nella matematica e nella geometria pura il proprio modo per affermare *enunciati veri e giustificati* riguardo alla realtà.

La loro soluzione contro il regresso consiste nel fare ricorso a alcuni concetti primitivi, assiomi, verità che non richiedono di essere dimostrate. Tali verità iniziali sono infatti autoevidenti. Se facciamo riferimento alla geometria classica, per esempio, le verità autoevidenti

coincidono con gli enunciati formulati dal matematico greco Euclide intorno al 300 a.C. Questi suonano così:

1. congiungendo due punti qualsiasi si ottiene una porzione di retta;
2. ogni segmento può essere prolungato indefinitamente;
3. dato un punto e una lunghezza, è possibile descrivere un cerchio.

Di fronte a un'obiezione del tipo "come fai a essere sicuro che quello che hai davanti sia un cerchio?" non dovrei dare alcuna spiegazione empirica del tipo "perché l'ho disegnato", "perché me lo hanno detto", "perché lo misurato", ma potrei ricorrere alla verità autoevidente "poiché dato un punto e una porzione di retta è sempre possibile tracciare un cerchio".

Più in generale, di fronte a problemi matematici o geometrici, le dimostrazioni risentono del regresso all'infinito (dimostrare quel che si è detto sulla base di altri elementi che a loro volta vanno dimostrati e che chiamano in causa ulteriori elementi che anch'essi richiedono il ricorso a elementi ancor a una volta da dimostrare) che tuttavia a un certo punto si arresta: si arriva alle verità autoevidenti. Da quel punto è possibile fare il percorso al contrario per dimostrare ciò che si voleva dimostrare.

La soluzione matematico-geometrico di tipo razionalista ha tuttavia alcuni problemi. Innanzitutto, gli assiomi euclidei sono auto-evidenti solo se si rimane in un ambiente cartesiano, un ambiente nel quale gli angoli retti valgono novanta gradi. Se ci si sposta in un ambiente sferico o iperbolico, quelle verità auto evidenti diventano all'improvviso false! Inoltre, esse permettono di parlare di un mondo teorico, astratto, ma nel momento in cui devono essere applicate alla realtà circostante richiedono qualcosa di diverso: i sensi.

Ammettiamo che il mio interrogativo non riguardi un cerchio ipotetico, ma un cerchio specifico che si trova nel mondo reale. Ammettiamo che io debba stabilire se la tavola circolare che ho nel mio studio sarà sufficientemente grande da sei persone a cena. Per stabilirlo userò certamente un procedimento matematico (calcolare l'area,

dividere per il numero di invitati, confrontare la superficie con lo spazio occupato dai piatti, e via dicendo) ma proprio per fare tali confronti e simili operazioni dovrò prima procedere a una cosa molto particolare: la misura di tali oggetti.

La misura mi trascina fuori dal mondo esclusivamente *razionale* del processo matematico e geometrico. Non si tratta più di fare semplici calcoli matematici di cui posso essere certo poiché si fondano su principi auto evidenti e su processi razionali altrettanto incontestabili (due più due fa quattro). Se mi trovo costretto a eseguire una misura, se voglio ovvero conoscere qualcosa del mondo reale che mi circonda, devo darmi a un altro approccio, o devo comunque integrarlo nel processo conoscitivo: tale approccio è quello *empirista* a cui è dedicato il paragrafo successivo.

### *La soluzione empirista*

Una soluzione apparentemente più semplice contro il regresso all'infinito che ha gettato nel caos la mia convinzione che dietro una certa porta ci sia un certo monaco tibetano consiste nell'effettuare una operazione abbastanza banale: aprire la porta e guardare.

Tale soluzione va viene detta *empirista* in quanto implica il ricorso ai sensi. In altri termini, contro tutti i dubbi posti dalla mia interlocutrice sul come faccio a essere sicuro nell'affermare perché dietro la porta ci sia qualcosa o qualcuno, potrei rispondere dicendo: semplice, faccio ricorso ai sensi; ovvero, apro la porta e osservo.

Questa soluzione viene applicata in tutti i casi in cui abbiamo bisogno di conoscere qualcosa di *esterno* e – dato il successo della scienza contemporanea – noi siamo in gran parte empiriste e empiristi senza neanche rendercene conto.

Dunque, se qualcuno ci chiedesse cosa sia la scienza e noi volessimo dare una risposta un po' più efficace da quella emersa qualche pagina indietro, probabilmente risponderemmo: *la scienza produce conoscenze*

*oggettive grazie a misure ed esperimenti che possono essere ripetuti per dimostrare se una certa cosa sia vera o meno.*

Benissimo. Eccoci dunque nel chiaro mondo dell'osservazione, della misura, dell'affermazione basata sulla raccolta dei dati, sulla prova empirica, sull'osservazione.

Ci sentiamo più tranquilli? Abbiamo ritrovato un po' di tranquillità dopo le inquietudini generate dal regresso all'infinito?

Bene, allora mettiamo subito in pratica il nostro sistema.

Diciamo che abbiamo una bacinella di acqua e vogliamo sapere se sia calda o fredda. Inutile darsi a tediose dimostrazioni teoriche, inutile tentare di ricorrere ad assiomi veri di per sé o ad affermazioni del tipo "lo so", "mi hanno detto", "è probabile" e via dicendo che ci strascinerebbero nel solito regresso. Basta adottare una soluzione empirica: mettere la mano nella bacinella e dare il responso.

Anzi, già che ci siamo proviamo a rendere più interessante la nostra misura. Prendiamo tre bacinelle: una con acqua calda, una con acqua a temperatura ambiente e una con acqua fredda. Immergiamo la mano destra nella bacinella con acqua calda e la mano sinistra in quella con acqua fredda per circa un minuto.

Successivamente, togliamo le mani dalle bacinelle e immergiamole, una alla volta, nella bacinella con acqua a temperatura ambiente. La mano che era stata nell'acqua fredda percepirà l'acqua come calda, mentre la mano che era stata nell'acqua calda la sentirà fredda.

Quale delle due sensazioni è corretta? Entrambe, oppure nessuna delle due.

I sensi appaiono all'improvviso poco affidabili. Questo possibile loro inaffidabilità è stata oggetto di dibattiti filosofici per secoli. Poi, nel Seicento, un inglese sembrò aver risolto la questione. Si chiamava Francis Bacon, noto in italiano come Francesco Bacone.

*Perché i sensi sono un problema?*

Nel 1620 il filosofo Francesco Bacone ebbe a dire: “duplice è la colpa del senso: o ci inganna o ci abbandona”. Ci inganna quando avvertiamo una cosa in modo diverso da com'è. Ci abbandona quando proviamo a cogliere un fenomeno troppo piccolo, troppo lontano, troppo lieve, insomma, non facilmente percettibile.

Bacone esternava un problema rilevante. E allo stesso tempo offriva tuttavia una soluzione. Egli ritiene che per evitare che i sensi ci si ingannino bisogna fare *tabula rasa* dei pregiudizi e adoperare degli strumenti.

La *tabula rasa* era una tavoletta di cera usata dai romani per scrivere; la cera permetteva di cancellare completamente ciò che era scritto prima di annotare qualcosa di nuovo. Bacone sosteneva che lo scienziato deve azzerare ogni precedente convinzione per osservare i fenomeni naturali con una mente libera e percepire il mondo così come è realmente.

Inoltre, è necessario usare strumenti, che sono il miglior rimedio quando i sensi ci ingannano. È sì vero che i sensi ingannano, ma con gli strumenti questi inganni svaniscono. Nel caso dell'esperimento con le tre bacinelle d'acqua poco sopra descritto, ogni dubbio si dissolve con un termometro: basta immergerlo e leggere la temperatura esatta!

Gli strumenti sono utili anche quando i sensi non sono sufficienti per permetterci di cogliere la realtà. Per esempio, a occhio nudo non possiamo vedere certe stelle molto lontane o i contorni di oggetti troppo piccoli, come batteri. Con binocoli o microscopi, tuttavia, questi scompaiono o quanto meno si riducono. Gli strumenti colmano le lacune dei sensi.

Negli stessi anni di Bacone, Galileo Galilei (1564-1642), estese l'indagine scientifica all'uso degli esperimenti – già auspicati da Bacone –, e insistette sull'importanza della matematica. Anche Leonardo da Vinci aveva detto quasi un secolo prima: “Nessuna indagine umana può essere chiamata vera scienza se non passa attraverso dimostrazioni matematiche”. Gli elementi chiave che portarono alla nascita del metodo scientifico possono essere raggruppati in quattro punti:

1. l'uso di osservazioni precise, grazie anche agli strumenti;
2. l'apertura di spirito, liberare la mente da pregiudizi;
3. ricorrere agli esperimenti per vagliare le ipotesi;
4. avvalersi della matematica, quale linguaggio comune per passare dalle misure alle ipotesi, dagli esperimenti ai risultati.

Il problema dei sensi poteva così dirsi superato: gli strumenti emendavano le loro mancanze e gli esperimenti permettevano di ripetere le osservazioni e la concatenazione degli eventi causa-effetto che portavano alla formulazione di *enunciati veri e dimostrati*. L'analisi storica degli eventi, mostra tuttavia che il problema era stato tutt'altro che risolto, come suggeriscono i prossimi paragrafi.

#### *La chimera della tabula rasa: il caso di Darwin alle Galapagos*

Nel Seicento, il metodo sperimentale rappresentava una vera rivoluzione. Contrapposto alle superstizioni e alle osservazioni superficiali, questo approccio promuoveva uno studio accurato e tentava di superare i limiti dei sensi. Tuttavia, Bacone trascurò un dettaglio: non è possibile eliminare completamente i propri preconcetti, e in realtà non è nemmeno utile farlo.

Lo scienziato deve mantenere uno spirito aperto, pronto a percepire la realtà per quella che è, senza distorcerla con i propri desideri. È inutile cercare prove che la Terra sia piatta se tutto indica che essa sia tonda. Tuttavia, alcune convinzioni preliminari sono necessarie per studiare i fenomeni naturali con competenza. Spesso è proprio il contrasto tra ciò che lo scienziato si aspetta e ciò che scopre che conduce alle scoperte epocali.

Un esempio significativo è quello di Charles Darwin. Insieme ad Alfred Wallace, Darwin scoprì il fenomeno della *selezione naturale*. Durante la sua sosta presso l'arcipelago delle Galapagos durante il suo viaggio scientifico a bordo del *Beagle*, Darwin raccolse alcune tartarughe prelevate da isole diverse. Convinto che fossero tutte uguali – perché

sottoposte allo stesso clima – le conservo tutte insieme. Una sera, durante una cena con il governatore delle Galapagos, Darwin scoprì un fatto sorprendente: le tartarughe non erano uguali. Si distinguevano per i disegni del carapace, il guscio esterno. Il governatore affermò di poter identificare l'isola di provenienza di una tartaruga solo osservando i disegni sul guscio. Questa informazione era in completo contrasto con ciò che Darwin credeva all'epoca. La sua precedente convinzione veniva messa in discussione. Le tartarughe delle isole vicine avrebbero dovuto essere uguali. Se non lo erano, da cosa dipendevano le differenze? Questa riflessione fu l'inizio delle sue teorie sulla selezione naturale.

Dunque, Darwin non partiva da una tabula rasa. Se non avesse avuto aspettative iniziali, non avrebbe trovato nulla di strano nelle differenze tra le tartarughe. Il metodo sperimentale ha molti punti di forza, ma la *tabula rasa* non è uno di questi. Le scoperte spesso nascono proprio dal confronto tra le attese e la realtà osservata.

*Strumenti: l'esempio di Hooke e van Leeuwenhoek*

Dunque, niente tabula rasa. Onestà intellettuale e apertura mentale sì, ma senza pretendere di cancellare tutto il passato. Bacone, in questo, era stato troppo ottimista. Bisogna ricordare che parlava di un metodo ancora in via di sviluppo, basato su esperienze in corso. Anche gli strumenti di allora iniziavano a guadagnare precisione con difficoltà, privi di quel tocco di tecnica che li avrebbe resi più affidabili.

Nonostante ciò, l'idea di ricorrere agli strumenti era corretta. Un esempio eloquente è il microscopio. Il potere d'ingrandimento delle lenti era noto già ai Greci: Plinio e Seneca ne fanno menzione. I primi occhiali furono probabilmente inventati alla fine del XIII secolo, e nel 1284, Salvino D'Armato li avrebbe dotati di montatura. Questo è citato nel romanzo "Il Nome della Rosa" di Umberto Eco, dove Guglielmo da Baskerville stupisce i presenti con un paio di occhiali, suscitando meraviglia e sussurri di "vitrum videndi".



I primi microscopi risalgono alla fine del Cinquecento. In Olanda, Hans e Zacharias Janssen crearono un modello composto da più lenti . I dettagli della costruzione sono andati persi durante i bombardamenti tedeschi del secolo scorso, ma sembra che nel 1590 i due avessero già messo in commercio alcuni modelli. Secondo altre fonti, fu Galileo a inventare il microscopio composto, descrivendolo nel “Saggiatore” (1619-1622) come un “telescopio adattato per vedere oggetti vicinissimi”. Giovanni Faber, nel 1625, coniò il termine “microscopio” per lo strumento che Galileo aveva chiamato “occhialino”, “cannoncino” o “perspicillo”.

Indipendentemente dall’inventore, ciò che conta sono le osservazioni che ne derivarono. Nel 1665, Robert Hooke pubblicò “Micrographia”, descrivendo la struttura del sughero come composta da tante piccole camere, che chiamò “cellule”. Con microscopi più semplici, l’olandese Antoni van Leeuwenhoek riuscì a osservare globuli rossi, spermatozoi, rotiferi e altro materiale biologico a partire dal 1677. I suoi microscopi, oltre 500 costruiti, consistevano in una piastra di metallo con una lente inserita in un foro, e un supporto con ghiera per posizionare con precisione il campione da osservare. Nel 1683, riferì alla Royal Society di aver visto “animalcules” muoversi nell’acqua: la prima osservazione di batteri in vivo!

### *Miopi litigiosi*

Non avevamo detto che qualcosa lasciava ancora a desiderare? Esatto. La tabula rasa si è rivelata una chimera e poco utile, quindi non possiamo riporre tutte le nostre speranze sugli strumenti. Tuttavia, questi ultimi sembrano non deludere le aspettative, come dimostrano gli esempi di Hooke e van Leeuwenhoek al microscopio. Eppure, anche in questo caso un dettaglio è sfuggito. Per capirlo, dobbiamo analizzare

uno dei casi più esemplari di utilizzo di strumenti: Galileo alle prese con il suo prodigioso tubo per l'osservazione degli astri.

Questa storia ci viene raccontata dal filosofo e storico della scienza Paul Feyerabend (1924-1994). Intorno al 1609, Galileo costruisce il suo primo cannocchiale. Lo strumento offre a Galileo risultati straordinari, permettendogli di scoprire i satelliti di Giove. Questa scoperta era rivoluzionaria, poiché significava che la Terra non era l'unico centro di rotazione dell'universo, confermando le teorie di Keplero e smentendo la Chiesa.

Tuttavia, possiamo dire che Galileo fu fortunato. Il suo strumento spesso non funzionava correttamente per gli altri. Se egli riuscì a vedere quel che vide fu davvero un caso fortuito. Ma procediamo con calma.

Il 24 e il 25 aprile 1610, Galileo portò il cannocchiale a casa del suo oppositore, Giovanni Antonio Magini, a Bologna, per una dimostrazione dinnanzi a ventiquattro professori di tutte le facoltà. Horky, ex allievo di Keplero, era fuori di sé per l'agitazione. Scrisse: “il 24 e il 25 aprile non ho mai dormito, né di giorno né di notte, ma ho provato questo strumento di Galileo in mille modi mille volte, tanto nelle cose inferiori come in quelle superiori”. Le cose inferiori erano gli oggetti terrestri; le cose superiori erano gli astri. Ora – scrive Horky – “nelle cose inferiori fa miracoli; in cielo fallisce: alcune stelle fisse si vedono doppie. Di questo mi sono testimoni uomini eccellentissimi; tutti hanno confessato che lo strumento erra. Galileo fu ridotto al silenzio e il lunedì 26 se ne andò malinconicamente di prima mattina... senza neppure ringraziare il signor Magini per il magnifico pranzo”.

Galileo incassa un altro colpo in casa del Monsignor Malvasia. Una memoria del Ducato di Urbino riporta l'episodio: “il matematico Galileo Galilei arrivò qui da Firenze prima di Pasqua. Giovedì sera, nella proprietà di Monsignor Malvasia, fu dato un banchetto in suo onore da Federico Cesi. Erano presenti: La Galla, professore all'Università; il Greco, matematico del cardinale Gonzaga; Piffari, professore a Siena, e altre persone. I convitati vennero apposta per ammirare il funzionamento del telescopio. Purtroppo, pur testando fino all'una di notte, non raggiunsero un accordo su ciò che avevano visto”.

*Perché non funziona?*

Gli strumenti scientifici richiedono una solida preparazione per essere utilizzati in modo efficace. Nessuno degli ospiti a casa di Malvasia riuscì a vedere la stessa immagine. Per quale motivo? Perché gli strumenti, a volte, sono complessi da maneggiare. Gli storici e i filosofi della scienza hanno coniato un'espressione molto azzeccata per descrivere questo problema: gli strumenti sono "intrisi di teoria". Nel caso del cannocchiale, il suo utilizzo corretto richiede numerose conoscenze accessorie per prevedere e correggere gli effetti indesiderati che fenomeni ottici e fisiologici (legati alla visione umana) possono causare senza che l'osservatore se ne accorga. Fenomeni di diffrazione, alterazioni cromatiche, problemi dovuti alla miopia dell'osservatore sono tutti elementi di disturbo di cui, ai tempi di Galileo, non si aveva sufficiente conoscenza. Paradossalmente, per servire la scienza, il cannocchiale aveva a sua volta bisogno di un po' di scienza che lo supportasse. Un "problema metodologico" per il quale nessuno era preparato.

*Piramidi maldestre*

Nel corso del Novecento, storici e filosofi hanno intrapreso un'analisi critica dell'immagine predominante della scienza dei due secoli precedenti, che la descriveva come una "marcia trionfale" o una "piramide" in cui le verità moderne avevano sostituito gli errori del passato. Tuttavia, esempi come quello dell'uso del cannocchiale di Galileo, tra molti altri, indicano che questa concezione è troppo semplificata. La scienza è un complesso intreccio di eventi e avventure, idee e influenze sociali. In alcuni casi, anche la suggestione e la convinzione collettiva giocano un ruolo significativo.

Il caso del cannocchiale di Galileo ne è un esempio lampante. Sebbene molti astronomi del suo tempo trovassero lo strumento inefficace, alla fine molti furono convinti delle sue straordinarie qualità. Il cannocchiale, infatti, consentiva di "ingrandire" oggetti lontani

sull'orizzonte terrestre come nessun altro strumento precedente. Questo fu sufficiente per suscitare l'entusiasmo di molti. Col tempo, la storia avrebbe dimostrato che, nonostante alcune correzioni necessarie, Galileo aveva effettivamente osservato correttamente.

### *La Relazione tra Scienza e Tecnologia*

L'attenzione posta sugli strumenti scientifici solleva una questione fondamentale: viene prima la scienza o la tecnica? Si potrebbe argomentare che la tecnica preceda la scienza, poiché è attraverso i progressi tecnologici che si possono costruire strumenti sempre più sofisticati, consentendo osservazioni progressivamente più precise e attendibili. Negli ultimi cento anni, i progressi tecnologici hanno subito un'accelerazione significativa. Ad esempio, nelle scienze astronomiche e geologiche, sono stati compiuti passi da gigante grazie all'uso delle sonde spaziali: strumenti radiocomandati in grado di esplorare lo spazio, le polveri stellari, gli abissi terrestri e le profondità marine. Questo è solo uno dei molti esempi di come la tecnologia abbia sostenuto il progresso scientifico.

Tuttavia, lo storico Alexander Koyré (1892-1964), contrariamente all'opinione comune, ha difeso l'indipendenza delle idee scientifiche dalla prassi tecnologica, sostenendo che la scienza avanza indipendentemente dal supporto tecnico. Secondo Koyré, "è assurdo pensare che l'introduzione della polvere da sparo e del cannone sia la causa della rinascita di interesse per la teoria del moto dei proiettili durante il XVI e XVII secolo. Allo stesso modo, la geometria non fu inventata dagli Egiziani, che dovevano misurare i campi nella valle del Nilo, bensì dai Greci, che non avevano nulla di significativo da misurare. Così come non furono i Babilonesi, che credevano nell'astrologia e perciò avevano bisogno di calcolare e prevedere le posizioni dei pianeti nel cielo, a elaborare un sistema che spiegasse i movimenti planetari. Furono ancora una volta i Greci, che non credevano nell'astrologia".

Al di là del tono provocatorio di Koyré, è vero che la scienza può svilupparsi anche in assenza di tecnica. Il pensiero intelligente è un processo spontaneo. Tuttavia, è altrettanto vero che il pensiero non è solo “spontaneo” ma anche “onnivoro”. Le influenze della società, gli interessi personali, la sete di potere, il desiderio di giustizia, l’amore per il prossimo e molti altri fattori – in misura maggiore o minore – alimentano la grande locomotiva del pensiero scientifico. Tra questi, anche la tecnologia ha spesso fornito il suo sostegno. Come ha detto qualcuno, poeti, scienziati, tecnici, politici e persone comuni sono tutti chiamati a dare il loro contributo alla conoscenza.

*Céline e il dottor Semmelweis*

Nel 1846, a Vienna, due padiglioni erano dedicati al parto: uno diretto dal dottor Bartch, l’altro dal dottor Klin. Il giovane medico ungherese Ignác Semmelweis lavorava nell’accettazione delle donne incinte presso il padiglione di Klin. Le pazienti, terrorizzate, confidavano di essere lì solo per mancanza di posto presso Bartch, consapevoli che presso Klin si moriva di sicuro: la febbre puerperale uccideva il 96% delle donne. Semmelweis, sconvolto da questa situazione, smise di dormire, preda di un’ossessione. Continuò a riflettere e a prendere appunti finché non giunse a una constatazione: “si muore più da Klin che da Bartch”.

Questa intuizione si rivelò corretta. Mentre nel reparto di Klin l’assistenza era fornita da studenti, da Bartch era affidata a levatrici. Semmelweis decise di condurre un esperimento: scambiò i ruoli tra studenti e levatrici. Il risultato fu immediato: la morte seguì gli studenti nel reparto di Bartch. Klin, infastidito da questi risultati, attribuì la colpa alla decadenza dei locali, ma Semmelweis replicò che nella clinica di Boers, ben più vecchia, la mortalità era inferiore. Gli attriti si inasprirono e, essendo Klin un uomo potente, Semmelweis fu destituito dall’incarico.

Accolto da Bartch, Semmelweis apprese che un suo professore, Kolletchka, era morto in seguito a una puntura durante una dissezione, manifestando sintomi identici a quelli della febbre puerperale. Semmelweis ebbe un'intuizione risolutiva: "sono le dita degli studenti, contaminate durante le dissezioni, a portare le fatali particelle cadaveriche". Immediatamente, impose ai medici di lavarsi le mani con una soluzione di cloruro di calcio prima di operare. I risultati furono straordinari: la mortalità scese allo 0,23%.

Tuttavia, come osservò il filosofo J.S. Mill, "se la geometria fosse in grado di turbare gli uomini, già da tempo la si sarebbe giudicata falsa". Klin mobilitò infatti i docenti di Vienna, creando un movimento contrario a Semmelweis. La Società Medica di Londra non era convinta dei risultati di Semmelweis. Le principali autorità scientifiche dell'epoca gli voltarono le spalle: Tilanus ad Amsterdam ignorò le sue lettere, così come Schmitt da Berlino; Scanzoni e Seyfert di Praga dichiararono che i risultati non erano conformi alle loro osservazioni. Klin accusò Semmelweis di falsificare le statistiche, portando alla sua destituzione.

Anni dopo, si verificò un colpo di scena: Michaelis, un chirurgo che seguiva i metodi di Klin, si suicidò dopo aver realizzato di aver infettato la cugina durante un'operazione, confermando la teoria di Semmelweis. Questo tragico episodio sembrò favorire una svolta, ma fu un'illusione. Semmelweis fu nuovamente boicottato e si diffuse la voce che i lavaggi aumentassero la mortalità. Semmelweis trascorse i suoi ultimi mesi nel delirio e, nell'aprile del 1865, si procurò volontariamente un'infezione mortale con strumenti contaminati. Anni dopo, Pasteur avrebbe confermato la correttezza delle sue intuizioni.

### *L'elemento sociale e l'approccio interdisciplinare*

In conclusione, che cos'è la scienza? La storia del dottor Semmelweis completa il quadro delineato dalla nostra domanda iniziale. Ora possiamo rispondere: la scienza è una pratica, un'attività umana volta a distinguere tra affermazioni vere e dimostrabili e quelle che non lo sono.

In questo modo, ci fornisce una comprensione affidabile delle leggi che governano i fenomeni naturali. Inoltre, ci offre la possibilità di utilizzare tali fenomeni a nostro vantaggio, sia per scopi intellettuali che pratici. Nel primo caso, scopriamo verità che migliorano le nostre capacità di riflessione, arricchiscono il nostro spirito e promuovono il progresso verso una convivenza più pacifica e rispettosa dei diritti di ogni individuo. Nel secondo caso, ci dotano di strumenti con applicazioni immediate: farmaci, tecniche mediche, computer, fonti di energia alternative, e così via.

Per assolvere al suo compito di distinguere tra verità oggettive e presunte, la scienza deve adottare un metodo. Questo metodo si basa su alcuni principi teorici e filosofici, come la necessità di ricorrere alla matematica o la possibilità di ripetere gli esperimenti. Tuttavia, pur fondandosi su questi principi astratti, la scienza rimane essenzialmente una pratica, un'attività umana. In quanto tale, risente di tutti gli effetti sociali e psicologici a cui sono soggetti l'uomo e la collettività. Per questo motivo, quanto più la scienza si avvicina a temi rilevanti per le nostre vite, tanto più ha bisogno di una riflessione collettiva, condotta non sulla base dell'emozione o delle ideologie, ma utilizzando lo strumento critico della ragione. Solo così possiamo analizzare e interpretare la validità dei risultati ottenuti. È necessaria, quindi, un'approccio interdisciplinare alle scienze che offra al loro operato e alle loro conclusioni una lettura eterogenea, ricca e robusta. L'approccio da prospettive diverse non solo permette di cogliere la complessità dei fenomeni, ma offre anche interpretazioni originali e significative che difficilmente emergono restando sempre sotto lo stesso punto di vista. Questo consente anche una distinzione di merito: oltre le apparenze e i luoghi comuni, non esiste una sola scienza. Ve ne sono molte. Gli oppositori di Semmelweis – in buona o cattiva fede – erano sostenitori di una scienza mal condotta, approssimativa e dai risultati deleteri. Pertanto, un ultimo dato: la scienza non è una sequenza impalpabile di formule e numeri che aleggia sopra le nostre teste lasciandoci indifferenti. Come dimostra il caso del dottor Semmelweis, essa riguarda

la vita concreta delle persone e può essere fonte di benessere, ma anche di dolore. Un motivo in più per interessarci alla scienza e per esprimere la nostra opinione.



## Il cielo sopra di noi

### *Copernico, Rheticus e la rivoluzione degli astri*

Il Medioevo è spesso considerato un periodo di superstizioni e oscurantismo, ma fu anche un'epoca che vide emergere pensatori straordinari. “Niccolò figlio di Niccolò, nato a Torun, ha pagato tutto”. Così recita una nota nel registro dell'Università di Cracovia, ricordando quel freddo inverno del 1491 quando Copernico presentò domanda di iscrizione. Situata nel cuore della Polonia, Cracovia ospitava la seconda università più prestigiosa dell'Europa centrale. Dietro le sue spesse porte, era custodita la conoscenza: lettere d'inchiostro colorato decoravano i manoscritti degli studiosi. Fuori, la neve ricopriva ogni cosa nel freddo “inverno della Storia”: il Medioevo. Erano “tempi bui”, come si sarebbe detto in seguito. La piaga della superstizione si diffondeva tra i mercati e le carovane in viaggio, tra gli eretici e i “contagiatori” di giustizia. E non risparmiava nessuno. Che tu fossi un monaco, uno scienziato o una ragazza sorpresa a rubare una mela, il sospetto dell'Inquisizione poteva colpirti: “un eretico! una strega!”. Allora ti attendevano la tortura, l'insulto, il rogo. Era la fine.

Tuttavia, lontano da questi tristi pensieri, la vita continuava, per alcuni perfino in modo moderatamente sereno. E sereno si sarà sentito anche il giovane ventitreenne Nicolaus Copernicus (1473-1543) il giorno in cui, dopo cinque anni di studio, lasciava Cracovia. Durante quel periodo aveva appreso la grammatica, la retorica, la geometria, la musica e l'astronomia. Ora partiva forse con il rimpianto di non aver fatto qualche sforzo in più, poiché lasciava l'università senza aver

conseguito neanche il diploma. Ma non era il caso di lasciarsi prendere dall'ansia. In fondo, la sua carriera era solo all'inizio e quella sua propensione per l'inconcludenza non era poi così negativa: con la testa "tra le nuvole" a volte si vede meglio. Infatti, proprio il suo interesse per le questioni celesti più che terrene lo portò a notare un giorno che l'universo poteva avere un nuovo ordine.

### *Uno studente lunatico*

Lasciata Cracovia, nel 1496, Copernico si trasferisce a Bologna. Qui si dedica allo studio del diritto canonico. Dopo un po' di tempo decide di cambiare indirizzo di studi, preferendo il diritto civile. Poi un piccolo evento imprevisto interviene nel suo percorso: Niccolò va a vivere nella casa di Domenico Maria Novara, un astronomo noto per le sue correzioni agli atlanti di Tolomeo e costretto ad affittare parte della sua abitazione agli studenti per arrotondare il suo modesto stipendio. Copernico sviluppa una forte passione per l'astronomia. Il 9 marzo 1497 effettua la sua prima osservazione a occhio nudo: appena dopo il tramonto, osserva la Luna avvicinarsi alla stella Aldebaran. Da quel momento in poi utilizzerà i movimenti lunari per eseguire una serie di calcoli astronomici.

Tre anni dopo si sposta a Roma, per il Giubileo del 1500. Qui tiene alcune conferenze. Prima di lasciare la città, il 6 novembre 1500, osserva l'eclissi parziale di Luna. L'anno successivo, ancora senza un diploma, decide di entrare nell'ordine ecclesiastico del Capitolo di Warmia e sfrutta una borsa di studio per frequentare i due anni di università che gli mancano: si iscrive a medicina a Padova. Nel 1503 la borsa di studio è esaurita. Copernico, perso tra i suoi interessi astronomici, non ha ottenuto il diploma neanche questa volta. Tenta allora con l'Università di Ferrara: lì si dice che gli esami siano più facili. Finalmente ottiene la laurea. In medicina? No, in diritto canonico!

Rientra allora al servizio dell'ordine di Warmia nella città di Frombork in Polonia e si dedica all'opera della sua vita. Nel 1543,

esattamente dopo quarant'anni, il "De revolutionibus orbium coelestium" viene pubblicato. E nello stesso anno Copernico chiude per sempre gli occhi.

*Rheticus, la voce di Copernico*

Non fu Copernico a rivelare al mondo la teoria copernicana. Fu Rheticus, il suo giovane discepolo. Nell'estate del 1539, un giovane venticinquenne di madre italiana e padre austriaco giunse a Frombork con la determinazione di incontrare il celebre astronomo. Il suo nome era Georg Joachim von Lauchen, noto come Rheticus (1514-1574). Alle sue spalle lasciava un'infanzia segnata da vergogna e paura. Suo padre, Georg Jserin, era stato un medico rispettato fino al giorno in cui fu giustiziato con l'accusa di stregoneria o forse per aver rubato nelle case dei pazienti.

A Frombork, Rheticus studia il manoscritto di Copernico e ne resta affascinato. Pieno di entusiasmo, si affretta a scrivere una lettera al matematico e astronomo Johannes Schoner in cui illustra le teorie del suo maestro. La lettera verrà poi pubblicata nel 1540, con il titolo di "Narratio Prima". Sarà questa "prima descrizione" a divulgare la teoria eliocentrica di Copernico. Quest'ultimo, infatti, forse per timore di provocare reazioni negative da parte delle autorità religiose dell'epoca, non aveva voluto pubblicare la sua opera e insisteva nel descrivere i propri risultati come semplici ipotesi, un metodo pratico per semplificare i calcoli astronomici che non metteva in discussione la cosmologia di Aristotele.

Aristotele, com'è noto, era passato a miglior vita da parecchio tempo, avendo vissuto tra il 384 e il 322 a.C. Tuttavia, la sua concezione dell'universo, la cosmologia, era rimasta profondamente radicata nella mente di ogni studioso e teologo. Nel Medioevo, essa risultava particolarmente funzionale poiché spiegava la volta celeste e confermava al contempo le Sacre Scritture. Per riassumere in poche parole i numerosi volumi che il filosofo aveva dedicato all'argomento,

il sistema aristotelico si poteva sintetizzare così: la Terra è al centro di tutto e ogni cosa nell'universo le orbita attorno. Si trattava quindi di un sistema geocentrico. Inoltre, i cieli erano considerati solidi: sfere concentriche che si muovevano trascinando ciascuna la successiva. Tra queste sfere erano incastonati i pianeti. L'ultima sfera ospitava le stelle fisse ed era la più nobile, poiché mossa direttamente dal volere divino, il Primo Motore.

Il grande Tolomeo, nel II secolo d.C., aveva ripreso il sistema aristotelico e lo aveva diffuso con alcune migliorie. Così, questa concezione era rimasta immutata per quattordici secoli.

### *Il cielo sopra Copernico*

“Il mio maestro vedeva la causa principale di ogni incertezza in astronomia nel fatto che gli studiosi hanno dedicato poco rigore a confermare le loro teorie”. Queste sono le parole di Rheticus, che illustra la grandezza intellettuale del suo maestro: grazie al rigore, Copernico verificò che la descrizione matematica del movimento degli astri è molto complessa se si considera la Terra come immobile e il resto dell'universo in rotazione attorno ad essa, ma diventa improvvisamente più semplice se si eseguono i calcoli mantenendo il Sole fermo e facendo muovere invece gli altri corpi celesti.

Guidato da questi suggerimenti matematici, Copernico giunse a due conclusioni fondamentali che cambiavano radicalmente la visione del cielo: il centro dell'universo non è la Terra, ma il Sole, e, sebbene tutto ruoti attorno al Sole, i corpi celesti possono avere ulteriori centri di rotazione. Una tale concezione era in contrasto con le Sacre Scritture, la cui interpretazione del tempo lasciava intendere che la Terra dovesse essere immobile. Copernico preferì lasciare la sua opera inedita fino agli ultimi giorni della propria vita. Quando il “*De revolutionibus orbium coelestium*” fu finalmente stampato, l'Europa poté conoscere il pensiero del suo autore.

Egli aveva scritto: “E in mezzo a tutto sta il Sole. Chi infatti, in tale splendido tempio, troverebbe posto migliore per illuminare contemporaneamente ogni cosa? Non a sproposito quindi taluni lo chiamano lucerna del mondo, altri mente, altri regolatore. Trismegisto lo definisce il dio visibile, l’Elettra di Sofocle colui che vede tutte le cose. Così il Sole, sedendosi in verità come su un trono regale, governa la famiglia degli astri che gli fa da corona”.

La silenziosa “rivoluzione copernicana” preannunciata da Rheticus aveva finalmente iniziato a diffondersi. E avrebbe trascinato con sé l’intera concezione dell’universo.

*La scienza richiede osservazioni più accurate*

Corre l’anno 1550. Immaginate di essere danesi e di avere uno zio zelante, tanto zelante da sacrificarsi annegando per salvare il re. Immaginate di frequentare l’università a soli tredici anni, un’età precoce anche per l’epoca. Studiate retorica e filosofia senza particolare interesse. Chi siete? Siete Tycho Brahe (1546-1601), l’uomo che, all’alba del Rinascimento e prima ancora di Galileo, comprese l’importanza della precisione nelle misurazioni astronomiche.

All’inizio, non siete ancora un vero matematico, solo uno studente. Ma fate attenzione, perché immaginando di essere Tycho Brahe, potreste presto ritrovarvi con qualcosa in meno, come accadde a lui a soli vent’anni, quando un duello con un nobile danese lo lasciò privo del naso, costringendolo a indossarne uno finto di rame per il resto della vita.

Anni prima, Tycho era partito per studiare all’Università di Lipsia, accompagnato da un precettore incaricato di tenerlo lontano dalle distrazioni e di dissuaderlo dal suo interesse per l’astronomia, affinché si concentrasse sugli studi politico-amministrativi. Ma la passione per le stelle che ardeva nel cuore di Tycho era inestinguibile. Aveva acquistato un piccolo planisfero, non più grande di un pugno, che teneva nascosto tra le sue cose. Di notte, lo utilizzava segretamente per riconoscere gli

astri e misurare la distanza angolare delle stelle con l'aiuto di un compasso.

Negli anni dell'università, Tycho divenne un ottimo collezionista. Iniziò con i libri e poi passò agli strumenti. Acquistò l'"Astronomicum Caesareum", un magnifico testo di astronomia pubblicato nel 1540 a Ingolstadt, nel sud della Germania. Comprò le "Efemeridi" di Stadius, basate sull'eliocentrismo, le "Tavole Alfonsine" e le "Efemeridi" di Carellus. A diciassette anni, nel 1563, osservò l'avvicinamento progressivo di Giove a Saturno. Il 17 agosto, i due pianeti si allinearono. La discrepanza tra questa osservazione e quella calcolata a partire dalle Tavole Alfonsine era di circa un mese. Una differenza che al giovane Tycho sembrava eccessiva: le tavole dovevano essere corrette!

Rinforzato da questo obiettivo e dalla sua passione per le collezioni, Tycho si dedicò all'acquisto di nuovi strumenti astronomici. Nel 1564 si procurò un bastone di Giacobbe, il cui braccio più lungo misurava ben due metri, e acquistò anche un piccolo anello astronomico. A partire dal 1569, iniziò infine a costruire i propri strumenti: prima un mezzo sestante di legno, poi, con l'aiuto del fratello e di alcuni amici, eresse un quadrante con un raggio di 18 metri. Un arsenale per osservazioni di precisione che avrebbe fatto invidia a chiunque!

### *L'osservatorio di Tycho Brahe a Hveen*

“Noi, Federico II, facciamo sapere a tutti che per favore e grazia speciale abbiamo conferito e concesso, e per mezzo di questa presente conferiamo e concediamo al nostro benamato Tycho Brahe, figlio di Otto, di Knudstrup, nostro uomo e servitore, la terra di Hveen con tutti i contadini e servitori di noi stessi e della corona che l'abitano, nonché di tutte le rendite e le tasse che ne provengono e sono donate a noi e alla corona, in possesso, uso e libera tenuta per tutta la sua vita affinché possa seguire i suoi studi di matematica.”

Quando un re come Federico II di Danimarca e Norvegia faceva una proclamazione, la sintesi non era certamente la sua dote principale! In

sostanza, ciò significava: “Caro Tycho, ti regalo un’isola. Costruisci il primo osservatorio astronomico della modernità e io mi farò bello con tutte le altre corone d’Europa.”

Nel 1576, l’isola di Hveen, situata tra la Svezia e la Danimarca, fu trasformata nel centro di osservazione e studio Uraniborg. Brahe vi installò i suoi strumenti e ne costruì di nuovi. Nel sottosuolo creò uno spazio per un deposito di carte, una tipografia per pubblicare i propri risultati, un laboratorio per la fabbricazione degli strumenti e uno per l’alchimia. Era un luogo perfetto, dove il moto degli astri poteva essere finalmente osservato con rigore.

Un dettaglio significativo è che, all’epoca, nessuna lente era al servizio degli astronomi. Il cielo di Brahe era ancora osservato a occhio nudo. E Tycho, per vent’anni, vide a occhio nudo spettacoli celesti straordinari.

#### *Il nuovo osservatorio nei pressi di Praga*

“Gli astronomi devono essere cosmopoliti perché non ci si può attendere che degli ignoranti uomini di stato apprezzino i loro servizi”.

Parole forti, senza dubbio. Ma Brahe aveva i suoi motivi per esprimerle: dopo la morte del re Federico II, suo figlio e successore al trono si era mostrato meno entusiasta nei confronti dei servizi del matematico senza naso. Così, Brahe, dal carattere non esattamente mansueto, decise di cambiare aria. Preparati i bagagli, lasciò l’isola di Hveen con una carovana di venti persone al seguito. Vagò per mezza Europa, fino a quando, nel giugno del 1599, si stabilì a Praga, dove l’imperatore Rodolfo II lo nominò matematico imperiale e gli assegnò un castello per costruire un nuovo osservatorio. È lì che un giovane giunse per diventare suo assistente. Quel giovane, il cui nome un giorno sarebbe stato sulla bocca di tutti, era Johannes Kepler.

Tycho fu preciso o confuso? La domanda è volutamente provocatoria. Essa si riferisce al modello cosmologico di Brahe. L’astronomo danese, infatti, credeva che la Terra fosse il centro di

rotazione delle stelle, ma era anche convinto che il Sole fosse il centro della rotazione dei pianeti. Questo portava a un sistema “a due centri”, intermedio tra quello tolemaico e quello copernicano, che non avrebbe avuto riscontro nei secoli successivi.

Tycho fu un eccellente matematico e un osservatore meticoloso. La sua mente acuta e rigorosa non può essere definita confusa. Tuttavia, sul piano teorico, egli commise un errore. È importante, però, esercitare cautela nei giudizi. Quando si parla del passato, infatti, è facile cadere in un certo tipo di errore: valutare idee e convinzioni antiche con strumenti e conoscenze moderne, dimenticando il contesto dell'epoca. Questo è un errore grave, da cui gli storici della scienza ci mettono spesso in guardia.

In definitiva, la scienza non è una “marcia trionfale” dove chi ha ragione avanza e chi sbaglia resta indietro. Piuttosto, è un complesso intreccio, a cui ciascuno contribuisce con il proprio apporto personale.

### *Gli strumenti medievali per le misure astronomiche e il loro uso*

Cosa fa un astronomo con i suoi strumenti? Misura la posizione degli astri. Questa procedura è utile sia per fini pratici che teorici. Dal punto di vista pratico, conoscere la posizione degli astri consente di determinare la propria posizione sulla Terra: un'informazione cruciale per disegnare carte geografiche o scegliere la rotta durante la navigazione in oceani tempestosi. Sul versante teorico, invece, se si conosce la propria posizione, si può determinare quella degli astri, misurando le loro coordinate astronomiche: altezza sull'orizzonte e angolo rispetto al Nord. Solo così si è in grado di tracciare l'orbita apparente che l'astro compie attorno alla Terra.

La storia delle teorie astronomiche poggia dunque sugli strumenti di misurazione. Per misurare l'angolo rispetto al Nord (detto azimut) basta una bussola: la si punta verso l'astro e si legge l'angolo indicato dalla lancetta. Per calcolare l'altezza dell'astro rispetto all'orizzonte (detta semplicemente altezza), o la distanza angolare fra due stelle, bisogna



avvalersi di strumenti aggiuntivi. Come quelli usati da Tycho Brahe (e da molti altri astronomi). Hanno nomi affascinanti, ma spesso misteriosi: tra ghiere, numeri, rimandi e regole, è necessario un certo spirito d'attenzione per comprenderne il funzionamento. La loro architettura tridimensionale è talmente varia che è quasi impossibile visualizzarne i movimenti senza avere un esemplare davanti. In attesa di una visita al più vicino Museo della Scienza, ecco un piccolo prontuario d'emergenza per farsi un'idea.

**Anello Astronomico.** L'anello astronomico non è un anello da portare al dito, ma un orologio dalle dimensioni troppo grandi per un dito. Il suo nome completo, "orologio solare equinoziale universale", pesa quanto gli esemplari conservati al Museo della Specola di Bologna. Lo strumento è composto da due anelli che ruotano uno dentro l'altro. È noto che, piantando un bastone sotto il Sole in posizione verticale, l'ombra proiettata sul terreno dipende dalla latitudine del luogo, dal giorno e dall'ora. Conoscendo le prime due informazioni, è possibile dedurre la terza. L'anello astronomico, con le sue scale calibrate per le latitudini e il calendario, restituisce l'ora senza bisogno di calcoli. Una volta regolato, lo strumento viene sospeso a un filo e fatto girare finché un raggio di Sole non passa attraverso un foro su una delle sue ruote e cade sulla scala graduata delle ore, indicando l'ora esatta. Simile alle meridiane, questo oggetto era pensato per i viaggiatori, tanto che sul retro era inciso un promemoria con la latitudine delle principali città europee.

**Quadrante.** In una delle stampe a colori che ci sono rimaste, Tycho Brahe è raffigurato accanto all'enorme quadrante da muro con cui calcolava l'altezza degli astri. Strumenti di grandi dimensioni erano preferiti perché riducevano il margine di errore delle misure. Il quadrante, utilizzato anche come strumento portatile, era costituito da un piano metallico a forma di quarto di cerchio, con una scala graduata da 0° a 90° lungo il lato curvo. Ne esistevano due modelli: fisso e mobile. Nel modello fisso, un mirino ruota su un perno centrato sull'angolo retto dello strumento fino a puntare l'astro desiderato.

Poiché la base dello strumento è parallela all'orizzonte, l'angolo indicato dal mirino corrisponde all'altezza dell'astro sull'orizzonte.

Sestante. Il sestante utilizza un sistema di specchi. L'osservatore fa collimare, ovvero coincidere, due riferimenti visivi: uno, attraverso lo specchio mobile, è il cielo o un oggetto celeste; l'altro, attraverso lo specchio fisso, è l'orizzonte. Regolando opportunamente il braccio, l'immagine della parte bassa dell'oggetto celeste viene portata a toccare l'orizzonte. La misura viene presa contemporaneamente all'ora e al giorno. La data e l'ora sono utilizzate per estrarre dalle Effemeridi (tabelle con i valori calcolati di diverse grandezze astronomiche) i dati necessari per il calcolo. La misurazione viene poi trasformata in una posizione mediante varie procedure matematiche.

In conclusione, gli strumenti astronomici, dalla loro progettazione alla loro applicazione, hanno permesso di compiere progressi significativi sia nella pratica che nella teoria dell'astronomia. Essi rappresentano la base su cui si sono sviluppate le teorie che hanno cambiato la nostra comprensione dell'universo.

### *Keplero, Galileo e il nuovo modo di guardare all'Universo*

Tycho Brahe morì nel 1601, sembra per le conseguenze di uno scoppio della vescica avvenuto durante un banchetto. Poiché non sarebbe stato educato lasciare la sala prima che la festa finisse, preferì rimanere malgrado i dolori. Anni prima, quando dirigeva ancora il suo primo osservatorio, un giovane scienziato di nome Johannes Kepler (1571-1630) gli aveva inviato una lettera chiedendo un parere sulle proprie teorie. Mentre la lettera viaggiava verso l'isola di Hveen, altre missive di Kepler raggiungevano illustri scienziati: Galileo a Padova, il matematico Ursus a Praga... Kepler aveva scritto a tutti, desideroso di ricevere consigli da ognuno. Le risposte, tuttavia, non furono copiose. Neppure Tycho rispose, e del resto non avrebbe potuto: la missiva era giunta troppo tardi, quando egli aveva già lasciato l'osservatorio Uraniborg sull'isola di Hveen.

Gli uomini tenaci non si lasciano scoraggiare da ostacoli postali. Armato di buona volontà, Kepler decise di non arrendersi. Raggiunse quindi Tycho nel suo nuovo osservatorio a Praga per parlargli direttamente. Questo fu un momento cruciale per la vita del giovane scienziato e per la storia dell'astronomia. Tuttavia, l'incontro non iniziò nel migliore dei modi. Il matematico Ursus, volendo mettersi in mostra, aveva inserito la lettera ricevuta da Kepler nel suo ultimo libro, in cui tra le altre cose si prendeva gioco di Tycho e lo copriva di insulti. Di conseguenza, Brahe si convinse che Kepler fosse schierato con Ursus contro di lui. Certamente, Kepler non era la persona con cui Brahe avrebbe voluto passare un fine settimana! Nonostante ciò, i due riuscirono infine a parlarsi e, dissipati i malintesi, il 3 febbraio 1600 Kepler divenne assistente di Brahe.

Avvalendosi degli strumenti di precisione del maestro, Kepler poté registrare con accuratezza gli spostamenti di Marte, rendendosi conto che il pianeta descriveva un'orbita fortemente ellittica. Solo un anno dopo, purtroppo, Brahe morì, sfinito da una lunga agonia. Al suo fianco, una mano lo confortava: era quella di Kepler, l'allievo che lo aveva sempre ammirato.

### *La vita di Keplero e i suoi primi successi*

“Concepito il 16 maggio 1571 alle 4 e 37 del mattino. Nato il 27 dicembre alle 2 e 30 del pomeriggio dopo una gestazione di 224 giorni, 9 ore e 53 minuti.” È lo stesso Johannes Kepler, maniaco della registrazione degli eventi, a fornire questi dettagli biografici dei suoi primi istanti di vita a Weil der Stadt, una piccola città tedesca tra il Reno e la Foresta Nera. Figlio di pellettieri caduti in disgrazia, suo padre, Heinrich Kepler, si fece mercenario e vagabondò senza preoccuparsi più della famiglia; sua madre, Catherine Guldenmann, fu cresciuta da una donna poi giustiziata per stregoneria e rischiò di subire la stessa sorte quando venne accusata di confabulare col diavolo.

Gracile, affetto da una forte miopia e da un difetto visivo che lo portava a vedere doppio, Kepler ebbe però una fortuna: nascere nella Germania protestante, dove lo studio era tenuto in alta considerazione. Conventi e monasteri erano stati trasformati in scuole, e borse di studio erano previste per i bisognosi. Così, anche Kepler, figlio di una famiglia disestata, ebbe l'opportunità di farsi strada nella vita. E non gli mancava certo l'entusiasmo. Quando, finiti gli studi, l'università di Tübingen lo propose come matematico per la città di Graz, in Austria, il giovane scienziato partì a piedi per raggiungere il nuovo posto di lavoro. Arrivò sei giorni dopo!

Kepler mostrò presto un talento straordinario per le matematiche e l'astronomia. La sua formazione avvenne in un contesto di forte fermento intellettuale, dove le nuove idee scientifiche circolavano liberamente e venivano incoraggiate. Grazie al sostegno delle borse di studio, Kepler poté frequentare l'Università di Tübingen, dove studiò sotto la guida di Michael Maestlin, uno dei pochi professori dell'epoca a insegnare la teoria copernicana del sistema solare.

L'incontro con le idee di Copernico ebbe un impatto profondo su Kepler, che divenne un convinto sostenitore dell'eliocentrismo. Questa convinzione lo accompagnò per tutta la vita e lo portò a sviluppare le sue celebri leggi del moto planetario, che avrebbero rivoluzionato la nostra comprensione dell'universo.

Quando l'Università di Tübingen lo propose come matematico per la città di Graz, Kepler non esitò a partire a piedi per raggiungere il suo nuovo incarico. Questo viaggio simbolizza la determinazione e la passione di Kepler per la scienza. Arrivato a Graz, iniziò a lavorare come insegnante e astronomo, ma presto le sue capacità lo portarono a incarichi più prestigiosi.

Kepler si dedicò alla scrittura di opere fondamentali, come "Mysterium Cosmographicum" (Il Mistero Cosmografico), dove propose che le orbite dei pianeti fossero determinate da solidi platonici inscritti e circoscritti in sfere. Questa teoria, sebbene in seguito si rivelasse errata, dimostra l'audacia e l'originalità del pensiero di Kepler.

Uno degli incontri più importanti nella vita di Kepler fu quello con Tycho Brahe. Dopo aver cercato invano di contattare Tycho tramite lettere, Kepler decise di raggiungerlo a Praga. Nonostante un iniziale malinteso causato da una lettera di Kepler inclusa in un libro di Ursus, i due scienziati riuscirono a superare le loro divergenze. Kepler divenne l'assistente di Tycho il 3 febbraio 1600, un evento che segnò l'inizio di una collaborazione fruttuosa.

Grazie agli strumenti di precisione di Tycho, Kepler poté raccogliere dati accurati sugli spostamenti dei pianeti, in particolare di Marte. Questi dati furono cruciali per la formulazione delle sue leggi del moto planetario, che avrebbero rivoluzionato l'astronomia.

Purtroppo, un anno dopo, Tycho Brahe morì. Durante la sua lunga agonia, Keplero fu al suo fianco, tenendogli la mano. La morte di Tycho fu una grande perdita, ma Kepler continuò il lavoro del suo maestro, utilizzando i dati raccolti per sviluppare le sue teorie.

Keplero non solo avanzò la comprensione dell'astronomia, ma dimostrò anche che, con determinazione e passione, è possibile superare le avversità e lasciare un segno indelebile nella storia della scienza.

### *L'astronomia nova... Il modello delle orbite ellittiche*

La remunerazione annuale di 200 fiorini non era molto. Il lavoro di Kepler era rispettabile, ma il compenso era modesto. Ancora una volta, Kepler non rimase con le mani in mano. Scoprì che poteva integrare il suo stipendio con 20 fiorini supplementari insegnando astronomia ai giovani nobili interessati a imparare come costruire un calendario con i pronostici celesti per l'anno successivo. Questo stratagemma lo aiutò, ma non risolse completamente i suoi problemi. I suoi insegnamenti all'università erano difficili e gli studenti diminuivano di anno in anno. Il corso tenuto nel 1595 registrò un livello di presenze disastroso. Era necessario fare qualcosa, altrimenti si rischiava l'interruzione delle lezioni.

Keplero doveva attirare un pubblico più vasto e per farlo non aveva che una sola scelta, decisamente pericolosa: affrontare questioni astrologiche. Mentre l'astronomia era una scienza innocua, l'astrologia poteva accendere la miccia dell'Inquisizione. Nell'astrologia non ci si limitava a calcolare l'eclissi di Luna o la latitudine di una città, ma si tornava a discutere di un argomento scomodo: il centro dell'universo.

Keplero aveva idee molto chiare: le orbite dei pianeti non sono circolari, bensì ellittiche. Deformando il moto degli astri, poteva finalmente spiegare i dati osservati con gli strumenti di Tycho Brahe. Come Copernico e Brahe, Keplero era convinto che non tutti gli astri ruotino attorno allo stesso centro. La Luna, per esempio, orbita attorno alla Terra, e questa attorno al Sole. In altre parole, l'universo non ha un solo centro.

Nel 1609, Kepler pubblicò la sua "Astronomia Nova", dove due delle leggi che lo avrebbero reso celebre erano già definite. La terza legge la pubblicò nel 1619, tra le pagine della "Harmonices Mundi". Le sue scoperte non solo spiegavano i dati con una precisione senza precedenti, ma rivoluzionavano anche la comprensione dell'universo. L'anno successivo alla pubblicazione della sua terza legge, nel 1620, sua madre fu accusata di stregoneria. Catherine Guldenmann si salvò solo resistendo in silenzio durante una notte intera di torture. Questa tragedia personale rifletteva le tensioni e i pericoli dell'epoca, in cui nuove idee scientifiche potevano facilmente essere fraintese e perseguitate. Nel 1633, anche Galileo Galilei subì un destino simile, sebbene meno doloroso, per le sue idee astronomiche. Questi eventi dimostrano quanto fosse pericoloso per gli scienziati dell'epoca sfidare le convinzioni tradizionali e proporre nuove visioni del cosmo. Nonostante le difficoltà economiche e i rischi personali, Johannes Kepler non si arrese. Le sue osservazioni precise e le sue teorie innovative gettarono le basi per l'astronomia moderna. Le sue tre leggi del moto planetario rimangono una pietra miliare nella storia della scienza, dimostrando come la determinazione e la passione per la conoscenza possano superare gli ostacoli più insormontabili.

*Roba da artigiani? Galileo alle prese con l'Ottica*

Nel 1609, mentre Keplero pubblicava la sua “Astronomia nova”, Galileo presentava a Venezia il suo “tubo ottico”: il cannocchiale. Qualcosa di nuovo si profilava all’orizzonte. E non erano solamente lune e stelle, ma anche un salario considerevole: 1000 fiorini all’anno. Galileo aveva raggiunto notorietà, e l’eco delle sue scoperte si propagava rapidamente. A chi gli domandava come avesse costruito il suo strumento, Galileo rispondeva: “fondandomi sulla dottrina delle rifrazioni”. Tuttavia, il filosofo della scienza Paul Feyerabend (1924-1994) ha sostenuto che il grande scienziato menti, forse per timore di non essere preso sul serio.

L’unico testo che avrebbe potuto contenere i “principi” menzionati da Galileo era l’*“Ottica”* scritta da Keplero nel 1604. Ma nel 1609, quando l’astronomo toscano presentò il suo cannocchiale alla Repubblica di Venezia, sembra che non l’avesse ancora letto. Questo è provato da una lettera inviata a Giuliano de’ Medici il 1 ottobre 1610, in cui Galileo chiedeva una copia del libro, spiegando di non essere riuscito a trovarla in Italia. Anche quando ne avrà finalmente una copia, Galileo resterà un po’ tiepido nei confronti dei contenuti illustrati. Persino riguardo alla *“Diottrica”* di Keplero, pubblicata nel 1611, Galileo scrisse nel suo diario che il testo gli pareva “così oscuro, che forse nemmeno il suo autore l’ha capito”.

Allora, com’era stato costruito il cannocchiale? Semplicemente: provando e riprovando. Galileo sperimentava con le lenti, mettendole a distanze diverse, cercando in modo “artigianale” la resa migliore. Ma cosa avrebbero pensato i suoi finanziatori se Galileo si fosse presentato come un semplice “carpentiere della scienza”? Meglio fingere di aver inventato il prodigioso strumento attingendo a idee e intuizioni teoriche.

A volte, a qualche scienziato è scappata una piccola bugia per potersi guadagnare la minestra, o forse per poter difendere la bontà delle proprie concezioni. Galileo, con il suo genio e la sua astuzia, comprese l’importanza di presentarsi come un innovatore teorico piuttosto che come un semplice sperimentatore. Questa strategia gli garantì non solo

il sostegno economico, ma anche il riconoscimento e la fama che lo avrebbero accompagnato per il resto della sua vita.

L'invenzione del cannocchiale segnò una svolta fondamentale nella storia dell'astronomia e della scienza in generale. Sebbene ci siano controversie su come Galileo arrivò a costruire il suo strumento, il suo impatto è innegabile. Il cannocchiale permise di osservare il cielo con una precisione senza precedenti, aprendo nuove frontiere alla conoscenza umana e ponendo le basi per le scoperte future. Galileo rimane una figura centrale nella scienza, il cui ingegno e pragmatismo ci ricordano che, a volte, anche le più grandi menti devono ricorrere a piccoli espedienti per avanzare il sapere.

### *Il cannocchiale galileiano*

Come scopriamo dai documenti storici, il cannocchiale non metteva d'accordo i suoi utilizzatori: nessuno riusciva a vedere gli stessi oggetti allo stesso modo. Questo dimostra quanto gli strumenti siano intrinsecamente legati alla teoria. Per usarli correttamente, bisogna conoscere gli inconvenienti e gli "errori" che possono generare. Tuttavia, l'episodio ci rivela anche diverse cose su Galileo. Primo, Galileo fu un uomo appassionato e attento, ma anche fortunato: riuscì a vedere ciò che mille altri non riuscirono a vedere, per parafrasare una lettera di Keplero. Secondo, Galileo non fece tabula rasa delle precedenti convinzioni, nel senso di una totale cancellazione di quanto fino a quel momento creduto. Tuttavia, si dimostrò certamente più curioso e aperto a nuove interpretazioni rispetto a molti altri suoi contemporanei: invece di pensare che il suo strumento potesse errare, preferì credere che i suoi dati e le ipotesi di Keplero fossero plausibili. Terzo, Galileo fu non solo uno scienziato scrupoloso, ma anche un eccellente artefice dei propri strumenti. Sarebbe importante rivalutare questo Galileo artigiano, l'uomo che riuscì a costruire qualcosa di prodigioso, uno strumento che lo issò tra le stelle in un cielo di numeri e meraviglie. Dall'alto, immerso in quell'universo luccicante, Galileo



riuscì a vedere dove nessun altro aveva mai visto. E furono occhi meravigliati su meraviglie per occhi attenti quelli che si aprirono nella notte, in quei giorni di febbricitanti scoperte.

Galileo non fu dunque solo un eccellente scienziato, ma anche un abile artigiano. Senza la sua grande abilità nel costruire strumenti, non avrebbe potuto fare le scoperte che lo hanno reso tanto celebre. Già tra il 1608 e il 1609, Galileo aveva avuto notizia di strumenti ottici in grado di ingrandire gli oggetti che circolavano in Europa. Non ne abbiamo certezza, ma forse riuscì a vedere qualche esemplare di questi aggeggi a Venezia. Qui si mostra tutta l'abilità di Galileo. Il suo merito non è di aver inventato qualcosa di completamente nuovo, ma di aver apportato tante migliorie da rinnovare un dispositivo esistente fino a conferirgli caratteristiche prima inesistenti. Già nel XIII secolo circolavano occhiali per correggere la presbiopia, e verso la metà del XV secolo comparvero i primi occhiali a lenti concave per correggere la miopia. Firenze divenne uno dei centri più importanti per la produzione di occhiali. L'abilità di Galileo nel lavorare il vetro per costruire lenti di qualità, insieme alla paziente fatica nel provare e riprovare, gli permisero – fra la fine del 1609 e l'inizio del 1610 – di aumentare il potere di ingrandimento degli strumenti noti da due o tre volte fino a venti o trenta volte. Galileo divenne così il più abile costruttore di telescopi che l'Europa potesse vantare. E con quei tubi prodigiosi avvistò oggetti sorprendenti: la Via Lattea, la Luna, quattro satelliti attorno a Giove, le fasi di Venere e l'aspetto tricorporeo di Saturno. Quando si dice: delle mani che producono oro.

*Il pittore di lune Le osservazioni ravvicinate di Galileo*

Grazie al cannocchiale, Galileo iniziò a osservare l'universo come mai era stato fatto prima. Il 30 novembre, puntando il suo strumento verso la Luna, ne scoprì la superficie, che sembrava galleggiare nello spazio circostante. Approfittò di questa opportunità per delinearne i

contorni e, grazie alle sue competenze artistiche, creò disegni splendidi destinati a rimanere famosi. Il 2 dicembre era ancora al lavoro, con l'occhiale incollato alla lente e il pennino immerso nell'inchiostro, moltiplicando le sue rappresentazioni. Osservò le cime dei monti che circondano il Mare della Serenità e, il 3 dicembre, individuò il cratere Albategnius. Il 4 dicembre, scrisse a Michelangelo Buonarroti, annunciando la sua intenzione di trasferirsi a Firenze, portando con sé un cannocchiale migliorato. Attraverso la lente del suo straordinario strumento, scoprì altre novanta stelle mai viste prima e realizzò che la Via Lattea è composta da un'infinità di stelle. Il 7 gennaio 1610, il suo entusiasmo rimaneva immutato; puntò il cannocchiale verso il cielo e notò che Giove era accompagnato da tre stelle, e il 13 gennaio ne individuò una quarta. Queste lune sembravano orbitare attorno a Giove, seguendolo nel suo percorso celeste. Il 16 gennaio iniziò a scrivere il "Sidereus Nuncius" e il 19 marzo aveva già pronta una copia da inviare a Cosimo II de' Medici, a cui dedicò i nuovi satelliti, che furono chiamati medicei. Quando l'universo ti rivela i suoi segreti, senti il bisogno di dividerli con qualcuno. Le osservazioni di Galileo dimostrarono non solo la potenza del cannocchiale ma anche la sua abilità nel sfruttarlo per fare scoperte straordinarie. La sua combinazione di competenze scientifiche e artistiche gli permise di comunicare le meraviglie dell'universo in modo comprensibile e accessibile, trasformando la nostra comprensione del cosmo.

*Keplero, Galileo e le lettere sul "messaggero celeste"*

La pubblicazione del "Sidereus Nuncius", il "messaggero celeste", diede l'opportunità per uno scambio epistolare tra Keplero e Galileo. Nonostante la reciproca ammirazione, tra i due vi era sempre una certa diffidenza. Keplero era deluso dal fatto che Galileo non avesse dato abbastanza rilievo nelle sue opere a Copernico e ad altri astronomi, mentre Galileo era preoccupato dai riferimenti mistici presenti nei lavori

di Keplero, come la teoria dei suoni dell'universo esposta nell'"Harmonices Mundi". Tuttavia, ciò non impedì loro di apprezzare il genio dell'altro. Galileo vedeva in Keplero lo studioso che aveva fornito le basi teoriche che dimostravano l'efficacia del cannocchiale; Keplero, dal canto suo, era molto interessato all'esistenza dei satelliti medicei scoperti da Galileo. E si capisce il perché: se questi satelliti esistevano e orbitavano attorno a Giove, come sosteneva Galileo, allora era vero ciò che Keplero stava affermando, ovvero che l'universo non ha un solo centro.

### *Le ipotesi galileiane e gli ecclesiastici illuminati*

Nel febbraio del 1616, le teorie copernicane furono condannate dal Santo Uffizio, insieme a tutte le opere che le difendevano. Il cardinale Roberto Bellarmino consigliò a Galileo di essere cauto e di presentare gli studi copernicani come semplici ipotesi matematiche utili per semplificare i calcoli astronomici. Galileo accettò il consiglio, ma conservò la convinzione che, se avesse spiegato chiaramente alla Chiesa il fondamento delle idee di Copernico, essa avrebbe smesso di considerarle eretiche e ne avrebbe approvato i principi. Galileo era consapevole di poter contare su una certa simpatia negli ambienti papali, dove aveva amici e sostenitori, tra cui Maffeo Barberini, che lo aveva difeso durante l'editto del 1616. Quando, nel 1623, Barberini divenne Papa Urbano VIII, Galileo sentì che le cose stavano volgendo al meglio. Dedicò al Papa il "Saggiatore", l'opera del 1623 sulle comete e il copernicanesimo, e si recò a Roma per rendergli omaggio. Urbano VIII ricambiò l'attenzione, ricevendolo sei volte e fornendogli denaro e sostegno, incoraggiandolo a proseguire le sue ricerche. Galileo percepì che le restrizioni imposte dal Santo Uffizio erano solo formalità e che, con qualche modifica ad hoc, qualunque suo testo poteva evitare le ire dell'Inquisizione. Nel 1632, Galileo, utilizzando la sua consueta tecnica delle piccole correzioni, ottenne l'imprimatur per la sua opera più importante: il "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo

tolemaico e copernicano”. Scritto tra il 1624 e il 1630, il “Dialogo” si presentò ricco di novità, non solo dal punto di vista teorico, ma anche letterario. Era scritto in italiano, una scelta inusuale per l’epoca, poiché i testi scientifici erano generalmente redatti in latino. Inoltre, si presentava sotto forma di dialogo, in stile greco antico. Questa commistione di stile letterario e lingua volgare fu rivoluzionaria. L’opera ebbe una grande diffusione e divenne un modello per molti altri autori. Nel 1624, Galileo si recò a Roma per la consueta presentazione al Papa. Tuttavia, la buona sorte lo stava abbandonando. Urbano VIII, impegnato, affidò la lettura del testo a un’assemblea di censori che travisarono il contenuto, sottolineando i chiari riferimenti al copernicanesimo. Informato della vicenda, Urbano VIII lasciò Galileo al suo destino. Nel luglio del 1632, Galileo fu convocato a Roma. La sorte che aveva colpito la madre di Keplero, il padre di Brahe e molti altri stava per abbattersi su di lui: tortura, rogo? No, Galileo accettò di abiurare. Ecco le sue parole: “Io Galileo, figliuolo del quondam Vincenzo Galileo di Fiorenza, dell’età mia d’anni 70, costituito personalmente in giudizio, e inginocchiato avanti di voi Eminentissimi e Reverendissimi Cardinali [...] 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 si muova. [...] Pertanto volendo io levar dalla mente delle Eminenze Vostre 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 Santa Chiesa. [...] 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 recitala di parola in parola, in Roma, nel convento della Minerva, questo dì 22 giugno 1633”.

Galileo, che aveva sperato di convertire il Santo Uffizio con la ragione, aveva finito per essere “convertito” lui col terrore.

## Alchimia e chimica

### *Aspettando la Chimica*

Se proviamo a bollire un acquario e poi vogliamo tornare indietro e ripristinare le cose come era, la cosa non è semplice. Il problema riguarda – in senso generale – l'entropia, ovvero il grado di ordine degli oggetti: non è facile creare un sistema ordinato partendo da uno disordinato. Come dire, se metti un acquario sul fuoco ottieni una zuppa di pesce; ma se metti una zuppa di pesce in frigorifero, non ottieni un acquario! Nonostante queste evidenti difficoltà, molti pensatori del passato svilupparono una vera passione per le trasformazioni. Va detto che all'epoca non si conoscevano ancora atomi, molecole e leggi chimiche. Chi voleva comprendere l'intima essenza della materia doveva rivolgersi all'alchimia. L'alchimia aveva origini lontane che si perdevano nel mito. Alcuni ne attribuivano la nascita all'Egitto, mentre altri la consideravano una tradizione araba o islamica. Oggi sappiamo che era in realtà una filosofia molto ampia, con scuole di pensiero eterogenee e centri di pratica diffusi sia in Oriente che in Occidente. Secondo gli alchimisti, il mondo era composto da due tipi di sostanze: da un lato c'erano gli elementi che si corrompono facilmente, come il piombo, il ferro, lo stagno, il rame o il mercurio; dall'altro, vi erano due sostanze perfette e incorruttibili: l'oro e l'argento. Attraverso lo studio e la pratica, gli alchimisti credevano che l'uomo potesse governare i principi della trasformazione fino a trasmutare qualsiasi elemento in oro.

L'idea può sembrare ridicola oggi, tuttavia, osservando la storia del pensiero naturalista, si trovano menti eccelse tra gli alchimisti, tra cui Alberto Magno, Ruggero Bacone, San Tommaso d'Aquino, Robert Boyle e perfino Isaac Newton. Evidentemente, c'era qualcosa di estremamente affascinante dietro quel fervente ribollire di elementi perfetti e perfettibili. La promessa di trasmutare materiali comuni in oro e di scoprire i segreti della natura attirava alcuni dei più brillanti pensatori dell'epoca, dimostrando che l'alchimia, con tutte le sue apparenti assurdità, rappresentava un importante tentativo di comprendere e dominare le forze della natura.

Gli alchimisti erano assetati di sapere, cercavano un'elevazione spirituale e conoscitiva che potesse difenderli dal tempo, dalla caducità delle cose e dall'ignoranza. Mentre oggi in massa ci si riversa nei supermercati a comprare beni perfettamente inutili, tentando di riempire quel senso di vuoto che spesso ci angoscia, l'alchimista cercava qualcosa di troppo prezioso per gli scaffali dei saldi di fine stagione: qualcosa in grado di colmare ogni vuoto. Cos'era? Semplice, la pietra filosofale, la "lapis philosophorum", la pietra dei filosofi: un oggetto tanto prodigioso quanto evanescente. Non si sapeva com'era fatta, dove si trovava, né come costruirla. Eppure, chiunque l'avesse posseduta avrebbe avuto accesso alle gioie del sapere e della spiritualità: avrebbe ottenuto l'immortalità, la difesa da ogni malattia, il potere di leggere il futuro e comprendere il passato, distinguere il bene dal male e trasmutare i metalli in oro. La pietra filosofale rappresentava la meta ultima, forse più filosofica che reale, degli alchimisti.

Ispiratore del pensiero alchimista erano soprattutto i libri del "Corpus Hermeticum", una raccolta di scritti attribuiti a Ermete Trismegisto. Ermete era una figura mitica che riuniva in sé le qualità di Hermes (il dio greco del pensiero e della parola) e Thot (il dio egizio della scrittura, della misura, del tempo, della matematica e della geometria). Che fosse esistito realmente o fosse solo un'invenzione poco importava; "Ermes tre volte grande" – questa è la traduzione letterale del suo nome – era per gli alchimisti un ideale da seguire, colui che aveva gettato luce

sulla conoscenza, colui che si era issato sulla piramide del sapere e aveva governato gli elementi contro ogni rovina.

*La storia delle idee va studiata senza anacronismi*

Un facile errore quando si ripercorre la storia delle idee è ridicolizzare concetti e credenze che oggi possono sembrare semplicistiche, obsolete e perfino grottesche. I principi spiritualistici che animavano l'alchimia possono apparire così, ma per comprendere realmente gli avvenimenti storici è necessario considerare il contesto. E il contesto dell'epoca era caratterizzato da magia, forze sovranaturali e fenomeni inspiegabili che affondavano le radici nel mistero e nella fantasia. Bisognerà attendere l'inizio del Seicento, con l'opera di Galileo, le riflessioni di Boyle e Bacone, e il lavoro di molti altri scienziati, affinché il mondo dei fenomeni naturali cominciasse a ricevere spiegazioni razionali e basate su una realtà osservabile e non solo immaginata. Inoltre, per essere precisi, bisognerà aspettare il Settecento, il secolo dei Lumi, affinché il metodo sperimentale elimini ogni ombra mistica e apra la strada a una pratica scientifica solida e continuativa.

Ciò che è importante cogliere della vicenda alchimista, quindi, è che, pur con tutti i suoi rimandi a ideali senza riscontro nella realtà (non è possibile trasformare il piombo in oro!), essa ebbe almeno tre grandi meriti. Il primo fu quello di spingere verso un sempre crescente studio delle forze naturali che governano la materia; il secondo fu l'ideale di una vita dedicata alla conoscenza e al suo utilizzo a favore dell'umanità; il terzo fu la pratica di laboratorio. Questi tre principi sono rimasti persistenti nel corso della storia fino ai nostri giorni. In particolare, il terzo principio sarà decisivo: lo studioso, il filosofo, l'uomo di scienza smetteva di essere soltanto un teorico e iniziava a confrontarsi manualmente con i fenomeni studiati. Questa attitudine contribuirà, nel Seicento, alla nascita del metodo sperimentale.

*Medici alchemici*

La pratica, certo, ma soprattutto la salute. Quando la scienza non era ancora dalla tua parte, le malattie non si limitavano a un semplice mal di gola, a un ascesso dentale o a un pelo incarnito. Molto peggio. Nel Cinquecento, non era raro contrarre la peste, lo scorbuto, un'infezione mortale o qualche pandemia di passaggio, tutte condizioni capaci di portarti alla morte in poche ore. Pertanto, alcuni alchimisti – in particolare quelli arabi e islamici – si dedicarono con grande attenzione alla ricerca di sostanze con proprietà curative.

Gli alchimisti arabi, per esempio, erano estremamente abili nell'uso degli alambicchi. Con questi strumenti, riuscivano a manipolare le sostanze liquide per estrarne lo “spirito”, il respiro vitale che legava ogni elemento, che in realtà era l'alcol distillato. L'alcol possedeva proprietà che apparivano straordinarie e incoraggiavano la ricerca di una pozione capace di rendere immortali: applicato sulle ferite, infatti, eliminava le infezioni, salvando il paziente dalla morte. Il più famoso alchimista arabo fu Jâbir ibn Hayyân, noto come Geberus. Vissuto intorno al VII secolo d.C., Geberus perfezionò gli alambicchi e i processi di distillazione, estraendo così molte sostanze benefiche. L'efficacia dei distillati fu ampiamente riconosciuta, tanto che ne venne autorizzato l'uso per scopi medici, nonostante il Corano proibisse fermamente il consumo di bevande alcoliche.

L'alchimia araba ebbe dunque importanti implicazioni e diede vita a una pratica artigianale che potremmo definire laboratoriale, non solo nel campo della medicina. Nella città di Bagdad, per esempio, fiorì una ricca produzione di carta. Per fabbricarla, si lavorava un impasto di canapa e gelso, a cui venivano aggiunti allume e colla. Questo metodo era, ancora una volta, frutto delle ricerche degli alchimisti. Su quei fogli di carta, il sapere alchemico cominciò a viaggiare lungo le vaste distanze che separano Oriente e Occidente, ispirando menti, stimolando giornate e accendendo le notti insonni di coloro che, un giorno, avremmo chiamato “chimici”.



*Le allegorie alchemiche di Palazzo Vecchio*

Filosofia, spiritualità, medicina e longevità: è facile comprendere perché una figura colta e profonda come Cosimo de' Medici si appassionò all'alchimia. Questo interesse è testimoniato dalle allegorie alchemiche di Palazzo Vecchio, che Cosimo commissionò all'artista Giovanni Stradano, e dalla sua attenzione per il Corpus Hermeticum di Ermete Trismegisto. Nel 1438, giunsero a Firenze il patriarca di Costantinopoli Gennadio II e l'imperatore di Bisanzio Giovanni VIII. Al loro seguito, la città dei Medici accolse più di seicento eruditi ed ecclesiastici provenienti da ogni parte del mondo, per partecipare al Concilio che doveva sanare la dolorosa separazione causata dallo scisma d'Oriente, che aveva allontanato la chiesa cattolica da quella ortodossa.

In quei giorni ricchi di incontri e conversazioni, si diffusero anche notizie su testi preziosi e ormai perduti, tra cui il Corpus di Hermes. Una copia di questa preziosa collezione di scritti si trovava a Bisanzio ed era stata curata intorno all'anno mille da Michele Psello, filosofo, storico, teologo e funzionario statale di grande fama. Nel 1460, si verificò un evento straordinario: il monaco Leonardo da Pistoia consegnò a Cosimo una raccolta di scritti che aveva scoperto in Macedonia tempo prima. Era la copia del Corpus Hermeticum appartenuta a Psello.

Cosimo chiamò immediatamente il suo fidato traduttore, Marsilio Ficino, che in quel periodo stava traducendo un libro di Platone. Gli ordinò di sospendere ogni lavoro su Platone e di dedicarsi al Corpus. Ficino completò la traduzione nel 1463 e, come ricompensa, ricevette una villa presso Careggi. Cosimo morì l'anno successivo: troppo tardi, o forse appena in tempo, per vedere i preziosi insegnamenti alchemici giungere sotto i suoi occhi.

*I principi di Paracelso. La scienza medica deve essere al servizio di tutti*

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, noto come Paracelso o più semplicemente Paracelso, era un uomo di vasta erudizione e molteplici passioni: filosofo, botanico, medico, alchimista e astronomo. Le sue riflessioni sulla materia contribuirono a una revisione della dottrina greca dei quattro elementi, che fino ad allora aveva dominato la cultura filosofica e speculativa. Secondo Paracelso, oltre ai quattro elementi descritti da Anassimene di Mileto (aria, acqua, fuoco e terra), il cosmo contiene sostanze spirituali: mercurio, zolfo e sale. Ciascuno di questi elementi ha una proprietà specifica. Il mercurio rappresenta la trasformazione, lo zolfo il legame tra materia e agenti trasformanti, e il sale la fissazione delle sostanze trasformate. Inoltre, Paracelso associava queste entità spirituali a parti del corpo umano: lo spirito è fatto di mercurio, l'anima di zolfo e il corpo di sale.

Sebbene la teoria dei tre elementi di Paracelso possa sembrare insoddisfacente oggi, la sua morale medica è tutt'altro che trascurabile. Paracelso fu un infaticabile sostenitore dei doveri del medico e un critico severo del malcostume nella professione. Credeva che "ogni medico dovrebbe essere ricco di conoscenze, e non soltanto di quelle contenute nei libri; i suoi pazienti dovrebbero essere i suoi libri". Condannava con veemenza quei "ciarlatani, corrotti e scellerati buffoni" che praticavano la medicina vendendo rimedi senza curarsi della loro efficacia. Denunciava la loro avidità e ostentazione: "Così si sono procurati catene e anelli d'oro, girano in vesti di seta ed esibiscono apertamente di fronte al mondo la loro vergogna, quasi fosse un onore e si addicesse perfettamente a un medico". Li considerava "ladri e assassini" e affermava che "La medicina è un'arte che va esercitata con grande coscienza e grande esperienza, nonché con grande timor di Dio; infatti, chi non teme Dio uccide e ruba a più non posso; chi non ha coscienza non può neppure vergognarsi di se stesso".

Questi principi sono forse ingenuità del passato? O, al contrario, conservano ancora una cocente attualità in alcuni casi?

*La (quasi) fine dell'alchimia*

Stelle e movimenti astrali non preclusero l'interesse per le trasformazioni, poiché l'alchimia suscitò interesse anche tra gli astronomi. Tycho Brahe, ad esempio, possedeva un laboratorio alchemico all'interno del suo osservatorio. Nonostante portasse con sé una nebulosa di idee forse troppo fantasiose, l'alchimia contribuì a diverse scoperte empiriche, soprattutto nel campo delle trasformazioni degli elementi. Alambicchi sempre più complessi permisero di isolare un gran numero di distillati, e la scoperta di sostanze come l'acido muriatico, l'acido solforico e l'acido nitrico accese l'interesse di studiosi e appassionati.

Alle soglie del Settecento, alcune novità stavano per integrare l'alchimia nel rigoroso metodo scientifico: dopo un opportuno lavaggio, l'alchimia ne sarebbe uscita ripulita da ogni superstizione, arricchita solo dalle scoperte realmente fondate. L'Illuminismo, il movimento politico e culturale nato in Inghilterra e sviluppatosi in Francia all'inizio del XVIII secolo, si stava diffondendo rapidamente in tutta Europa. I suoi principi fondamentali erano libertà, uguaglianza sociale, laicismo, razionalità e spirito scientifico. Spinta da questo vento razionalista e antidogmatico, anche l'alchimia – la dottrina delle trasformazioni – subì a sua volta una trasformazione: da quel momento in poi, sarebbe diventata chimica.

*Robert Boyle*

La realtà è sempre più complessa delle ricostruzioni a posteriori. La nascita della chimica non coincise in modo netto con l'avvento dell'Illuminismo, né fu immediatamente priva di elementi intrisi di mitologia. Tuttavia, i tempi erano ormai maturi per accogliere critiche costruttive. Un esempio significativo è rappresentato da Robert Boyle, una delle personalità che darà vita alla Royal Society. Settimo di quattordici figli, Boyle nacque in Irlanda il 13 ottobre del 1627. Suo padre era Lord Treasurer, tesoriere nei territori colonizzati

dall'Inghilterra. Il giovane Robert ebbe così modo di studiare con i migliori educatori, ricevendo lezioni private di greco, latino e francese, per poi essere allievo dell'Eton College, la prestigiosa scuola fondata dal re Enrico VI nel 1440.

Completati gli studi, Boyle decise di intraprendere un lungo viaggio. Nell'inverno del 1641 soggiornò a Firenze per approfondire alcuni dei paradossi logici sollevati da Galileo, risiedendo a pochi passi dalla casa del grande scienziato toscano. Tornato in patria, era ormai preso da una forte passione scientifica. Si dedicò allo studio e iniziò a coltivare un interesse per l'alchimia, apprezzandone soprattutto gli aspetti sperimentali e pratici.

Nel 1661 pubblicò il suo capolavoro "The Sceptical Chymist", in cui criticava sia la teoria dei quattro elementi sia l'ipotesi delle tre essenze spirituali (mercurio, zolfo e sale) sostenuta da Paracelso. Secondo Boyle, la materia era più complessa, costituita da atomi e aggregati che si formano a seguito degli urti. Il libro conteneva molti dati e osservazioni, ma il senso complessivo si poteva riassumere facilmente: la chimica doveva emanciparsi dall'alchimia e fondare le proprie verità sugli esperimenti, già utilizzati da Galileo con grande successo.

### *Quel genio di Newton*

Mentre Boyle si muoveva tra esperimenti e scetticismi, qualcun altro si interessava a questioni non lontane dalle sue: Isaac Newton. Nato in Inghilterra il giorno di Natale del 1642, Newton non ebbe un'infanzia felice come quella di Boyle. La madre lo abbandonò ai nonni per potersi riposare, un evento che contribuì forse a fare di Isaac una delle intelligenze più acute ma tenebrose del suo tempo. Si dice che nella sua vita rise una sola volta, quando un suo studente gli chiese se fosse importante studiare Euclide. Ciononostante, la sua carriera accademica fu ricca di soddisfazioni grazie al suo straordinario talento, che applicò a una moltitudine di temi: con Leibniz condivise l'elaborazione del calcolo infinitesimale e a lui si devono notevoli avanzamenti nel campo

dell'ottica e della chimica. Nel suo “De motu corporum in gyrum”, Newton espose complessi studi sulle traiettorie degli astri e formulò matematicamente le leggi di Keplero, rileggendole in termini di forza di gravità.

Newton fu anche uno degli iniziatori della chimica, per la quale nutriva un profondo interesse dovuto anche allo studio dell'alchimia, che – non c'è da stupirsi – fu una delle sue costanti passioni. I suoi esperimenti in laboratorio gli permisero di evidenziare l'importanza delle reazioni chimiche. Newton sosteneva che per capire il loro funzionamento, la pratica risultava più efficace della teoria. Bisognava provare, tentare, sperimentare. E nel corso di questi esperimenti, si rese conto di un dato a suo avviso incontrovertibile: le forze chimiche non sono uniformi, ma variano sia in intensità che negli effetti. Questo lo rende diverso dalla forza che tiene in equilibrio gli astri, la quale, oltre a essere più intensa, è anche omogenea. Questa convinzione fu poi riassunta nella sua legge di gravitazione universale, con la quale fornì una spiegazione scientifica a quei movimenti celesti che lo stesso Keplero aveva descritto senza tuttavia spiegarne l'origine.

La mente geniale di Newton si stava quindi muovendo tra i più eterogenei e intricati dilemmi del mondo naturale, dal movimento degli astri alle reazioni chimiche. Il suo approccio illuminato ed entusiasta gettò le basi per la futura ricerca scientifica. Le ricerche da lui avviate fornirono spunti fondamentali a coloro che, anni dopo, riuscirono a comprendere la meccanica interna dei fenomeni chimici.

*Scambi epistolari tra geni . I rapporti tra Boyle e Newton*

Ogni epoca ha le proprie menti eccelse. Tuttavia, nei tempi in cui non esistevano telefoni né SMS, quando si voleva comunicare qualcosa di significativo, si doveva farlo con carta e calamaio. Così, l'amicizia tra Boyle e Newton si sviluppò principalmente attraverso le lettere che si scambiavano. L'argomento principale delle loro conversazioni, inutile dirlo, era l'alchimia. Boyle sosteneva di aver scoperto una tecnica per

estrarre il “mercurio filosofale” dal “mercurio comune”. Newton lo rimproverava per la leggerezza con cui diffondeva certe notizie, argomenti delicati che conveniva mantenere riservati. La differente riservatezza riguardo alle scoperte alchemiche fu perfino fonte di qualche piccolo dissapore, a cui tuttavia la solida amicizia tra i due riuscì a resistere.

Nonostante ciò, quando Boyle morì, tutti i suoi scritti furono ereditati dai filosofi John Locke e dai fisici Dickinson e Coxe, secondo le sue disposizioni, che escludevano Newton dalla lista degli eredi. Poco dopo, Newton si rivolse a Locke chiedendogli se potesse fornirgli copie di due ricette alchemiche scoperte da Boyle: quella per preparare la “terra rossa” e quella per estrarre il “mercurio filosofale”. Non c’è che dire, questi scienziati erano davvero affascinati dalla pietra filosofale.

La corrispondenza tra Boyle e Newton non solo riflette la profondità del loro impegno scientifico, ma anche l’intensa curiosità che li spingeva a esplorare i misteri della natura attraverso l’alchimia. Nonostante le divergenze e i piccoli dissapori, la loro collaborazione epistolare rappresenta un esempio di come le grandi menti del passato abbiano lavorato insieme per cercare di svelare i segreti dell’universo, anche quando le loro idee sfioravano il confine tra scienza e mito.

### *Piromane? Datti al Flogisto!*

Non tutti gli alchimisti furono lungimiranti. Almeno uno di loro formulò una serie di teorie così infondate che oggi ci lasciano increduli. Si chiamava Johann Joachim Becher (1635-1682) e, per quanto possa sembrare brutale e anacronistico dirlo, non ne indovinò una. Quando parlava di fossili, li definiva “scherzi della natura”; quando trattava di minerali, era convinto che potessero essere usati per diventare invisibili. Non esitava a criticare apertamente gli altri: nel 1680 scrisse alla Royal Society chiedendo di revocare il premio conferito all’orologiaio tedesco Christiaan Huygens per l’applicazione del pendolo alla misura del tempo. Quando poi si dedicava alla chimica, le sue teorie diventavano

ancora più stravaganti, essendo fermamente convinto dell'esistenza del flogisto.

Secondo la teoria da lui ideata, ogni materiale infiammabile conteneva un principio di infiammabilità, o principio solforoso, che egli chiamava flogisto. Becher sosteneva che, quando il flogisto si liberava dalla materia che lo conteneva, si verificava la combustione. Con tutta la comprensione per il contesto storico e per gli sforzi dello studioso, una volta tanto possiamo forse fare un'eccezione ed essere un po' politically incorrect: la verità è che, come scienziato, Johann Joachim Becher non brillava certo per accuratezza e rigore.

Questo esempio illustra come, nonostante gli sforzi e le buone intenzioni, non tutte le teorie alchemiche abbiano retto alla prova del tempo. Mentre alcune idee alchemiche hanno contribuito a importanti scoperte empiriche e alla nascita della chimica moderna, altre si sono rivelate completamente errate. Tuttavia, anche i fallimenti come quelli di Becher hanno giocato un ruolo nel processo di eliminazione delle false teorie, contribuendo indirettamente al progresso scientifico.!

### *Il peso del fumo*

La chimica può rallegrarsi. Mentre gli alchimisti continuavano a formulare teorie non sempre corrette, una personalità attenta e dal forte senso pratico nasceva in Francia: Antoine-Laurent de Lavoisier, chimico con una forte inclinazione per le misure. Lavoisier è spesso citato come il primo a introdurre il metodo quantitativo in chimica. Tuttavia, gli storici della scienza hanno recentemente criticato questa visione, evidenziando che strumenti come la misura, il calcolo e la bilancia erano già utilizzati dagli scienziati dell'epoca e che la quantità era considerata importante anche in ambito farmaceutico. Nonostante ciò, Lavoisier possedeva una percezione della precisione che lo distingueva dai suoi predecessori; ciò che a loro sembrava accurato, a lui risultava approssimativo.

Questo è uno dei motivi per cui la teoria del flogisto era stata accettata. Chiunque sapeva che un pesante tronco di legno, bruciando, lasciava solo un piccolo mucchio di cenere, suggerendo una perdita di materia, come previsto dalla teoria di Becher: il flogisto era svanito e la materia sembrava diminuita. Al contrario, un pezzo di ferro arrugginito si espande, dando l'impressione che la materia aumenti. Tuttavia, se la teoria del flogisto poteva spiegare la diminuzione di materia nelle combustioni, non forniva una spiegazione chiara per l'aumento di volume dei metalli arrugginiti.

Nei suoi primi esperimenti, Lavoisier utilizzò le comuni attrezzature presenti nei laboratori di chimica, ma successivamente mise a punto strumenti sempre più sofisticati e precisi. Le sue bilance, ad esempio, fornivano misure con errori minimi, da 5 a 0,1 mg. Ancora una volta, scienza e tecnica si trovarono a viaggiare insieme per fornire risposte precise a domande complesse. La domanda specifica era: davvero durante la combustione una parte della materia svanisce? Per rispondere, Lavoisier lavorò in ambienti isolati, lasciando che la combustione avvenisse all'interno di un'ampolla ermetica. Misurando il peso dell'ampolla prima e dopo la combustione, constatò che il peso rimaneva invariato: la materia non si distruggeva, ma si trasformava in gas. Questo esperimento portò alla formulazione della sua legge della conservazione della massa: la somma delle masse delle sostanze che intervengono in una reazione chimica è pari alla somma delle masse delle sostanze che si ottengono dalla reazione.

La scienza è fatta così: un misto di acume teorico e abilità pratica. Da un lato servono idee innovative, come quella di Lavoisier di procedere con misure rigorose, dall'altro è necessaria una mano capace di realizzare e utilizzare strumenti precisi. A Lavoisier va il merito di aver ben interpretato entrambe le anime della scienza. Durante la sua vita, Lavoisier lavorò anche come funzionario dello Stato, contribuendo, tra l'altro, a rinnovare il sistema metrico dei pesi e delle misure. Un dato biografico che non gli sarà perdonato durante la Rivoluzione: considerato un burocrate, sarà condannato e ghigliottinato in piazza a soli 51 anni. Il matematico Lagrange commenterà così l'episodio: “il



tribunale rivoluzionario ha avuto bisogno di un solo istante per far cadere la testa di Lavoisier, ma alla Francia potrebbe non bastare un secolo per produrne una simile”.

## La scoperta della diversità

### *Scienza e tecnica. I sistemi per determinare la longitudine*

All'inizio del Settecento, la navigazione era ancora estremamente rischiosa a causa di una significativa lacuna scientifico-tecnologica. Nel suo libro "Longitudine", Dava Sobel racconta una storia toccante: di ritorno da Gibilterra, dopo aver sconfitto la flotta francese, l'armata dell'ammiraglio Clowdisley Shovell non ha più idea di dove si trovi. Dodici giorni di nebbia avevano, per così dire, confuso le acque. L'ammiraglio minimizza la situazione e si rassicura: "grossomodo siamo qui". Non vuole gettare l'equipaggio nel panico. Alla fine sentenza: "sì, mi oriento perfettamente: timoniere, rotta a dritta". Un marinaio grida: "ma comandante, da quella parte ci sono le isole di Scilly!". Ha giusto il tempo di pronunciare queste parole che si ritrova il cappio al collo per ammutinamento.

Quella notte del 22 ottobre 1707, l'aria comincia a farsi sinistra. Privo di ogni indizio visivo da cui dedurre la posizione, l'ammiraglio procede a tentoni. Qualche ora dopo, tre delle sue navi si schianteranno sulle coste rocciose delle isole Scilly. Moriranno 200 marinai. E non solo. Giunto sano e salvo su una spiaggia vicina, anche l'ammiraglio non farà una bella fine: una donna lo ucciderà per rubargli l'anello che porta al dito. Con un po' di fantasia possiamo oggi immaginare i fantasmi di quell'equipaggio, galleggianti e nervosi nel mare dei naufraghi. Con aria contrariata sembrano domandare a Clowdisley: "ammiraglio, ma com'è che si è confuso?"

Questa tragedia illustra la gravità della mancanza di metodi precisi per determinare la longitudine in mare, una problematica che rendeva ogni viaggio un'impresa estremamente pericolosa.

*Latitudine, longitudine*

A causa della longitudine. Ecco perché Clowdisley si era confuso, un errore che costò la vita a duecento marinai e a un povero ammutinato! All'epoca, infatti, si riusciva a misurare solo la latitudine, che si deduceva dall'altezza massima del Sole quel dato giorno: il Sole infatti raggiunge altezze massime differenti in base alla latitudine e al giorno dell'anno. La longitudine, invece, era molto più difficile da determinare. Per misurarla, era necessario un orologio e una meridiana: l'orologio segnava l'ora di Greenwich, il meridiano zero, mentre la meridiana indicava il mezzogiorno astronomico. Lo scarto tra l'ora fornita dai due strumenti permetteva di stimare la longitudine: man mano che ci si spostava verso est dal meridiano zero, lo scarto aumentava di un'ora ogni 15° di longitudine.

Il problema, tuttavia, risiedeva negli strumenti di bordo. Gli orologi disponibili all'inizio del Settecento perdevano minuti facilmente e i movimenti della nave contribuivano a peggiorare il loro funzionamento. Già una settimana dopo la partenza, era impossibile sapere con esattezza che ora fosse a Greenwich. Un dramma per i marinai e un disastro economico per le corone e i mercanti. La corsa per risolvere il problema della longitudine attraversò tutto il Settecento, un secolo in cui scienza e tecnologia compirono enormi progressi in molti campi, rendendo la vita di tutti più sicura e comoda.

Il racconto della tragedia della flotta di Clowdisley Shovell evidenzia l'urgenza di trovare una soluzione precisa per la determinazione della longitudine. La storia di questa sfida è un esempio di come la necessità di superare ostacoli pratici abbia spesso guidato l'innovazione scientifica e tecnologica.

*La soluzione di Galileo*

Ancor prima dell'inizio del Settecento, il problema della longitudine era ben noto. Naviganti, mercanti e sovrani comprendevano pienamente quanto fosse facile perdere navi e denaro in mare. Anche Galileo era consapevole di questa difficoltà e, già nel 1612, si era reso conto che i satelliti di Giove potevano essere utilizzati per determinare la longitudine. Giove e le sue "lune" formano un sistema solare in miniatura, i cui corpi celesti cambiano posizione l'uno rispetto all'altro a seconda della longitudine dalla quale vengono osservati. Il segretariato di Stato del Granduca di Toscana comunicò l'idea dello scienziato pisano ai reali di Spagna, cercando di stimolare il loro interesse e ottenere fondi per proseguire le ricerche. Tuttavia, la proposta non suscitò grande entusiasmo e, anche quando Galileo nel 1616 trattò direttamente con la corona spagnola, non riuscì a raggiungere un accordo.

Le perplessità degli spagnoli erano giustificate. Usare il cannocchiale in mare non era facile. I movimenti dell'imbarcazione rendevano impossibile puntare lo strumento in cielo con precisione. L'unico a non sembrare preoccupato da tutto questo dondolio era proprio Galileo, che propose di mettere l'osservatore sopra un giroscopio, un dispositivo fisico rotante immerso in un cuscino di olio capace di annullare il movimento dell'imbarcazione. L'idea aveva il suo fascino, ma era difficile da realizzare nella pratica e fu quindi bocciata. Solo nel 1852, Foucault riuscì a realizzare un dispositivo basato su principi simili.

Galileo aveva dunque una soluzione geniale, ma poco pratica, per determinare la longitudine. Il suo approccio, sebbene innovativo, si scontrò con le limitazioni tecniche e pratiche dell'epoca. Questa storia evidenzia come le grandi idee scientifiche spesso debbano attendere i progressi tecnologici per essere realizzate.

*Un premio ambito*

Nel maggio del 1714, una delegazione di mercanti e marinai di tutto il regno d'Inghilterra si presentò alle porte del palazzo di Westminster per chiedere al Parlamento di risolvere il problema della longitudine, al fine di rendere più sicura la navigazione. Nel giugno dello stesso anno, il Parlamento invitò Isaac Newton (1642-1727), il più autorevole astronomo dell'epoca, a esprimersi sulla questione. Nella sua risposta scritta, Newton affermò che esistevano solo due modi per determinare la longitudine: l'osservazione degli astri o l'uso di un orologio sufficientemente preciso. Tuttavia, un tale orologio ancora non esisteva. Newton spiegò che i movimenti dell'imbarcazione, i cambiamenti climatici e le variazioni della forza di gravità alle diverse latitudini rendevano impossibile la costruzione di un orologio del genere.

Nonostante questa lacuna tecnologica, Newton non era eccessivamente dispiaciuto. In una lettera del 1721, scrisse che gli avanzamenti scientifici non potevano essere lasciati nelle mani “degli orologiai o degli esperti di navigazione, né di gente che non sa trovare la longitudine neanche a terra”, ma piuttosto alle menti “degli astronomi più abili”. Tuttavia, il Parlamento decise di non dare troppo peso al giudizio di Newton e, alcune settimane dopo, bandì un premio per risolvere il problema. Ogni arte e scienza era invitata a partecipare. La posta in gioco era alta: 20.000 sterline per chi avesse trovato un sistema per determinare la longitudine con un errore massimo di mezzo grado.

Venne nominata una giuria, la Commissione per la Longitudine, composta da scienziati, ufficiali e uomini di stato, che avrebbe giudicato le proposte sotto l'egida delle università di Oxford e Cambridge e con la supervisione dell'autorevole Royal Society, la Società reale di Londra per l'avanzamento delle scienze naturali. La commissione rimase attiva fino al 1828 e, durante la sua esistenza, stanziò complessivamente 100.000 sterline per raggiungere il proprio obiettivo. Questa iniziativa dimostrò l'impegno del governo britannico nel finanziare la ricerca scientifica e tecnologica, contribuendo significativamente al progresso in questi campi.

*Una corsa contro il tempo*

Il concorso indetto dal Parlamento inglese nel 1714 per risolvere il problema della longitudine lanciò l'Inghilterra in una frenetica corsa. Vincere 20.000 sterline significava vivere da nababbo per il resto della propria vita. Alcuni partecipanti furono talmente galvanizzati dalla possibilità di arricchirsi che inviarono proposte che nulla avevano a che fare con la longitudine, come sistemi per purificare l'acqua a bordo o nuovi modelli di vele. Tuttavia, tra di loro, qualcuno ebbe un'idea veramente appropriata. John Harrison (1693-1776), un falegname figlio di falegname nato nel villaggio di Barrow-on-Humber, 250 km a nord di Londra, fu quel qualcuno.

Harrison frequentava la parrocchia sin dalla tenera età e imparò a suonare la viola. La sua attitudine alla musica lo rendeva un ospite fisso quando c'era da accordare l'organo della chiesa o da intonare le campane. Un giorno, intorno al 1712, un ecclesiastico in visita gli prestò gli appunti delle lezioni del matematico Nicholas Saunderson dell'Università di Cambridge. John lesse gli appunti e si appassionò, passando le sere a lume di candela a ricopiare il manoscritto parola per parola, aggiungendo anche disegni e note. Ne ottenne un cofanetto di principi e schemi che chiamò "Le Meccaniche di Mr. Saunderson", e che utilizzò per costruire il suo primo orologio.

Nel 1714, il Parlamento di Londra bandì il premio sulla longitudine e Harrison sperò in cuor suo di poter partecipare. Sant'Agostino scrisse che non si può parlare del tempo senza ammettere che esso tende a non esistere. Impalpabile, leggero e sottile, il tempo sembrava ancora nel Settecento in grado di sfuggire alle meccaniche degli orologi. Come avrebbe fatto dunque un giovane squattrinato e senza alcuna formazione scientifica a costruire un dispositivo in grado di misurarlo con precisione? La risposta ha dell'incredibile, soprattutto perché il giovane John usò un materiale del tutto insolito per costruire i suoi orologi: il legno.

Nel 1720, dopo sette anni di lavoro, John aveva solo alcuni progetti preliminari per un orologio in grado di vincere il premio. Tuttavia, riuscì a farsi ricevere da Edmond Halley, amico di Newton, astronomo reale

e membro della Commissione per la Longitudine. Halley non era un esperto di meccanica e il candidato non aveva referenze, ma lo inviò comunque da George Graham, celebre orologiaio e membro della Royal Society, che poteva meglio giudicare le ipotesi meccaniche di Harrison. John era terrorizzato all'idea che Graham potesse rubargli il progetto, ma non aveva alternative.

Rileggendo oggi i suoi diari, sappiamo cosa pensò Harrison dell'incontro che seguì: all'inizio Graham si mostrò rude, ma alla fine manifestò ammirazione per le soluzioni meccaniche adottate da John. Dopo dieci ore di conversazione, i due erano ancora a parlare, tanto che Graham finì con l'invitare John a cena. Quando a notte inoltrata si congedarono, Graham saluterà il giovane Harrison incoraggiandolo, augurandogli ogni bene e prestandogli persino i soldi per continuare il lavoro.

Il primo orologio di precisione di Harrison, chiamato H-1 e costruito tra il 1730 e il 1735, vedeva al suo interno una scelta accurata dei legni più indicati: rondelle di quercia, alberi e pignoni in bosso, cuscinetti in guaiac (una pianta aromatica tropicale dal legno durissimo e oleoso). Il vantaggio del legno non era solo economico: poiché rilascia spontaneamente sostanze oleose, non si rende necessaria alcuna manutenzione per ungerli dall'esterno. Certo, non era quel che si dice un orologio da viaggio: pesava quaranta chili, ma riusciva a mantenere i propri errori nell'ordine dei tre-quattro secondi al mese. Harrison preferì comunque non reclamare il premio. Decise invece di dedicarsi a migliorie e modifiche, costruendo nuovi modelli che sottopose alla Commissione.

Nel 1772, cinquantanove anni dopo la costruzione del suo primo orologio e quattro anni prima di morire, John ricevette finalmente da re Giorgio III il premio di 20.000 sterline per l'orologio più sorprendente che si fosse mai visto: l'H-4. Il tempo era passato per le mani di John Harrison. E lui era riuscito ad afferrarlo.

Il Settecento, il "secolo dei Lumi", rischiarò la vita delle persone avvalendosi della luce della scienza e della tecnica. Il sapere scientifico venne suddiviso in settori sempre più specifici, come testimonia la

monumentale opera curata da Diderot e D'Alembert tra il 1751 e il 1772: quasi trenta volumi del "Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri", passato alla storia come "Encyclopédie". Durante il Settecento, la ricerca scientifica acquistò sempre più rigore e largo spazio fu dato alle applicazioni pratiche delle nuove scienze. Studi sui materiali, sulla meccanica e sui sistemi di trasmissione del movimento resero possibile la costruzione di strumenti sempre più precisi. Per incentivare la loro produzione, molti paesi istituirono apposite scuole per la formazione di un'élite di artigiani di precisione, come il Conservatoire d'arts et métiers di Parigi.

L'H-1, il primo prototipo di orologio marino costruito da Harrison, misurava 67,3 cm di altezza e pesava circa 40 kg. Per resistere alle interferenze dovute ai movimenti dell'imbarcazione, era fornito di due bilance mobili interconnesse, e i cambi di temperatura erano compensati grazie all'uso di materiali con coefficienti di dilatazione opposti. L'H-2, costruito nel 1739, misurava 68,6 cm di altezza e pesava circa 40 kg. Sebbene Harrison trovò un errore nei suoi disegni e decise di non testarlo in mare, lo tenne in prova per parecchio tempo, portandolo in giro per la casa per simulare i movimenti della nave. L'H-4, di concezione totalmente diversa dai precedenti, fu ultimato nel 1759. Con un quadrante di 13,2 cm e un peso irrisorio rispetto ai modelli precedenti, questo cronometro fu imbarcato su una nave diretta in Giamaica, che, dopo due mesi di viaggio, giunse a destinazione registrando un errore sul tempo universale di soli cinque secondi.

### *Nel 1700 le scienze si preparano a una grande riforma interna*

Il secolo dei Lumi vide i porti affollarsi di capitani di lungo corso, marinai in cerca di fortuna e naturalisti inviati dalle Corone, tutti pronti a imbarcarsi verso paesi sconosciuti e remoti, come le spiagge del Nuovo Mondo. I regnanti europei mandavano i propri scienziati a esplorare i confini della Terra, per conoscerne le risorse, le popolazioni e la geografia. La corsa alla conquista delle colonie faceva spiegare le



vele, sfidando tempeste e pirati. Tuttavia, queste esplorazioni non si limitavano al Nuovo Continente. Luigi XIV, per esempio, finanziò una spedizione nell'Impero Ottomano per scoprire quali risorse naturali potesse offrire. Nel 1736, l'Accademia delle Scienze di Parigi inviò il naturalista Pierre Louis Maupertuis in Lapponia. Ma fu soprattutto in mare che la grande epoca delle spedizioni scientifiche prese il suo corso.

Questa tradizione non cessò presto. Ancora Darwin e Wallace, a metà dell'Ottocento, si trovarono imbarcati in cerca di esemplari naturalistici. Comandati da capitani coraggiosi come Bougainville, Cook e Baudin, le navi europee si spingevano alla scoperta di un mondo molto più vario di quanto non si fosse mai immaginato. Le grandi spedizioni scientifiche del XVIII secolo aprirono nuove frontiere del sapere, permettendo ai naturalisti di catalogare una vasta gamma di specie animali e vegetali, studiare culture diverse e mappare territori sconosciuti.

Queste missioni erano spesso sostenute da prestigiose istituzioni scientifiche e accademiche, che vedevano in esse un'opportunità unica per ampliare la conoscenza umana. I risultati di queste spedizioni non solo arricchirono le collezioni dei musei europei, ma fornirono anche dati fondamentali per lo sviluppo di nuove teorie scientifiche. Le spedizioni di Bougainville, Cook e Baudin, in particolare, furono cruciali per il progresso della geografia, dell'etnografia e della biologia, segnando un'epoca in cui l'esplorazione e la scienza si intrecciavano strettamente..

### *La spedizione di Lapérouse*

Spinto dal desiderio di competere con l'Inghilterra, che grazie alle traversate e alle scoperte del capitano Cook aveva individuato nuovi paesi ricchi di risorse, il governo francese incaricò il comandante Lapérouse di esplorare l'oceano Pacifico. L'intera spedizione fu organizzata nei minimi dettagli, impiegando ben quattro mesi per i preparativi: selezionare il miglior equipaggio, gli strumenti necessari, gli scienziati più qualificati e i disegnatori più abili. L'Accademia delle

Scienze di Parigi desiderava un resoconto meticoloso. Sia i naturalisti che gli ufficiali avrebbero redatto diari dettagliati, e i disegnatori li avrebbero assistiti nella realizzazione di tavole che spesso raccontano più delle parole.

Entusiasti e coraggiosi, gli equipaggi delle due navi che componevano la spedizione, la *Boussole* e l'*Astrolabe*, lasciarono il porto di Brest il primo agosto del 1785. La rotta prevista fu seguita senza difficoltà: doppiarono Capo Horn, costeggiarono il nord-ovest dell'America, passarono per le Hawaii, poi le Filippine, il Giappone e la "Tartaria" (cioè il nord della Cina e la Siberia). Il 9 dicembre 1787, le navi giunsero in Polinesia e il 26 gennaio dell'anno successivo raggiunsero l'Australia, fermandosi a Botany Bay. L'Australia era ben collegata alla Francia e il comandante poté inviare notizie sull'andamento delle ricerche. Il 7 febbraio un dispaccio informò che le due navi stavano ripartendo e che tutto procedeva per il meglio. Questo sarà l'ultimo contatto.

Da quel momento, la spedizione non diede più notizie di sé. L'Assemblea costituente francese ordinò l'invio di soccorsi, ma ogni ricerca si rivelò vana. Solo molti anni dopo, il capitano inglese Peter Dillon scoprì al largo dell'isola di Vanikoro, nell'arcipelago delle Salomone, alcune curiose sporgenze sul fondale marino. Erano i resti della spedizione di Lapérouse, naufragata per ragioni che non conosceremo mai.

Questa tragica vicenda evidenzia la pericolosità e le incertezze legate alle grandi spedizioni scientifiche del XVIII secolo. Nonostante la scomparsa di Lapérouse, le sue esplorazioni e quelle di altri coraggiosi navigatori contribuirono enormemente alla conoscenza geografica e naturalistica dell'epoca, spingendo i confini del sapere umano e stimolando ulteriori scoperte.

*La classificazione del vivente*

Se Lapérouse lasciò incompiuta la sua spedizione a causa di una sorte avversa, lo stesso non si può dire per molti altri intrepidi capitani. Il comandante James Cook (1728-1779) portò a termine due missioni di grande importanza, anche se durante la terza fu giustiziato da una popolazione indigena contro cui aveva ingiustamente aperto il fuoco. Decisamente più fortunato fu il comandante francese Nicolas Baudin (1754-1803), che completò numerose spedizioni senza riportare alcun danno. Dagli oceani Pacifico e Indiano riuscì a portare in patria esemplari vivi di animali e piante, lo stesso fece anni dopo, in compagnia del botanico Antoine-Laurent de Jussieu, di ritorno dalle Antille. Il variegato mondo naturale che giungeva a bordo delle navi doveva essere classificato e ordinato, non solo nelle stanze e nelle teche dei musei di storia naturale, ma anche nei pensieri e nelle teorie dei naturalisti. Nel 1707, il filosofo tedesco Leibniz scrisse una lettera al suo amico matematico Pierre Varignon per ribadire un'idea che lo tormentava da tempo: "natura non fecit saltus", la natura non compie salti. Leibniz riteneva che il creato fosse ordinato lungo una scala in cui le specie più semplici precedevano quelle più complesse, in una progressione continua e interconnessa.

Questa visione divenne nel corso del Settecento un'immagine celebrata e diffusa. Il naturalista ginevrino Charles Bonnet (1720-1793) la utilizzò per illustrare le sottili distinzioni tra gli organismi, affermando che tra il grado infimo e quello supremo della perfezione corporea o spirituale vi è un numero quasi infinito di gradi intermedi. Secondo Bonnet, la serie di questi gradi compone la catena universale che unisce tutti gli esseri, lega tutti i mondi e abbraccia tutte le sfere, con un solo Essere fuori da questa catena: colui che l'ha creata. Per Bonnet, non ci sono salti nella natura; tutto è graduato, con il polipo che lega il vegetale all'animale e lo scoiattolo volante che unisce l'uccello al quadrupede.

Tuttavia, il problema della classificazione non era così semplice da risolvere. Intorno al 1721, il naturalista toscano Antonio Vallisneri (1661-1730) scoprì una verità in grado di sfasciare i pioli della scala e mandarne in frantumi l'armonica progressione: in alcuni punti, essa

perdeva la sua linearità. La classe degli insetti, per esempio, poteva collegarsi “parimenti con gli animali di tutti i regni”: gli insetti acquatici suggerivano una linea di giunzione con i pesci, quelli volanti con gli uccelli, e così via. Perso il suo ordine, la natura si dissolse in un indefinito caos, rimettendo i naturalisti di fronte a un puzzle: era necessario trovare una nuova immagine per descriverne l'organizzazione. Così, tra il 1750 e il 1751, il naturalista italiano Vitaliano Donati (1717-1762) e lo svizzero Carl von Linné, più noto come Linneo (1707-1778), proposero un nuovo modo di pensare la natura. I due scienziati individuavano nei rapporti di somiglianze e differenze tra le varie specie una disposizione a mappa, in cui ogni specie si trovava circondata da tutte quelle che le somigliavano per un qualunque carattere, come la forma del corpo o la consistenza dei tessuti, la presenza di antenne o altro ancora. Certo, gli accostamenti non erano sempre perfetti: a volte si trovava un buco, una casella che sembrava rimanere vuota. Ma non c'era da preoccuparsi. Dato che i velieri e i naturalisti di mezza Europa stavano riportando in patria quintali di nuovi organismi fino a quel momento sconosciuti, era facile pensare che presto i buchi sarebbero stati riempiti. La natura aveva ritrovato il suo ordine, almeno per il momento.

### *Alberi carichi di teoria*

Sì, fu solo un momento. La mappa non rappresentava il modo corretto di interpretare la natura. Sebbene le specie mostrino spesso affinità con più di un'altra, le relazioni non sono sempre possibili. Molti dei vuoti continuarono a rimanere tali, nonostante il regno animale si arricchisse di nuovi esemplari grazie all'impegno dei naturalisti. Con il tempo, si comprese che la natura seguiva un corso diverso: quello della ramificazione. Da una specie ancestrale ne derivavano altre, e da queste, a loro volta, si generavano nuove specie, e così via. L'immagine della natura non poteva essere una scala, poiché da una singola specie ne scaturivano spesso più d'una; ma non poteva essere neanche una

mappa, dove ogni progressione temporale andava perduta. Certo, la natura aveva seguito un percorso che si era mosso dagli organismi più semplici a quelli più complessi; tuttavia, il suo percorso si era spesso biforcuto, come i rami di un albero. Lo storico della scienza Giulio Barsanti ha recentemente chiarito il problema: se la scala rappresentava la visione di chi credeva che Dio (o la natura) avesse fatto una sola scelta precisa, e la mappa rappresentava la visione di chi riteneva che la natura procedesse in tutte le direzioni senza una scelta precisa, l'albero simboleggiava una via di mezzo. L'albero rappresentava la visione di chi intuiva che la natura aveva operato alcune scelte particolari, dettate dalla necessità di adattarsi all'ambiente. Da questa concezione emergeva un mondo vivente determinato da un lento processo evolutivo, da un progressivo adattamento all'ambiente, imposto costantemente dal "tempo" e dal "divenire" agli organismi biologici, sospingendoli e incalzandoli verso un'incessante propensione al futuro. Ma perché questa immagine dell'albero prendesse piede, bisognava aspettare ancora un po'. Per considerarla valida, i naturalisti dovevano prima abbracciare una teoria ben più radicale: l'evoluzione degli esseri viventi.

### *La monumentale conoscenza di Buffon*

L'evoluzione era ancora lontana dall'essere accettata come verità. All'inizio del Settecento, le scienze naturali erano strettamente legate ai precetti religiosi, che sostenevano che il mondo fosse stato creato da Dio e che tutte le specie fossero sempre state le stesse. Se alcune specie non erano più visibili, come suggerivano i fossili, ciò era dovuto a calamità naturali che le avevano eliminate (diluvi e piogge di meteoriti) o al fatto che si nascondevano in luoghi del mondo ancora inesplorati. A sconvolgere la visione religiosa della natura settecentesca contribuì un uomo illustre e influente: George Louis Leclerc, conte di Buffon (1707-1788). Intendente del Giardino del Re di Parigi (oggi Jardin des Plantes), amministratore abile, membro dell'Accademia delle Scienze e autore di un'opera monumentale dedicata alla natura, Buffon fu l'uomo

che convinse la Corona francese a finanziare maggiormente le scienze naturali. Grazie ai fondi che riuscì a ottenere, il Giardino del Re divenne un centro di fervente attività intellettuale, riempiendosi di studiosi capaci e giovani talentuosi, scelti dallo stesso Buffon tra le migliori menti scientifiche del paese. L'intera istituzione attraversò un periodo di intenso scambio culturale. Non a caso, quando Buffon morì agli albori della Rivoluzione Francese, uno dei suoi allievi pronunciò queste parole nel suo elogio funebre: "La cultura scientifica ha influenzato l'arte fornendole oggetti nuovi. Perché nella natura troviamo oggetti la cui bellezza sarà eterna."

Buffon, durante la sua vita, guardò con occhio critico alle eterne bellezze della natura. Egli contribuì a laicizzare la natura, affrontando diverse questioni bibliche. Innanzitutto, stimò l'età della Terra non in 6000 anni come indicato nelle Sacre Scritture, ma in 74.000 anni, che considerava più probabili. Inoltre, si oppose al "catastrofismo", sostenendo che la Terra e i suoi abitanti fossero il risultato di condizioni ambientali che avevano agito gradualmente. La creazione (che l'arcivescovo James Usher aveva calcolato essere avvenuta il 23 ottobre 4004 a.C.) e il diluvio universale (che William Whiston aveva stimato essere avvenuto il 18 novembre 2349 a.C.) non dovevano essere considerati fenomeni determinanti per la storia della Terra. Infine, Buffon parlò dei fossili, affermando qualcosa di rivoluzionario: non erano mostri o avanzi di pasti come alcuni pensavano, ma resti di specie estinte. Bisognava considerare la possibilità che le specie si fossero lentamente modificate nel tempo. Le scienze naturali stavano per essere attraversate da un'idea fulminante: la trasformazione degli organismi viventi.

### *L'elemento geologico: nasce lo studio della Terra*

Sembra che sia stato Ulisse Aldrovandi (1522-1605), talentuoso naturalista bolognese, a usare per la prima volta il termine "geologia" nel 1603. Nel suo museo di storia naturale, Aldrovandi raccolse minerali

e rocce di grande interesse scientifico. Tuttavia, prima di lui, molte menti brillanti erano già state attraversate da “pensieri geologici”. Aristotele, ad esempio, aveva osservato che le rocce cambiano colore e aspetto nel corso del tempo. Teofrasto, suo successore alla scuola dei peripatetici greci, approfondì queste idee e si dedicò a un intenso lavoro di classificazione dei minerali, descrivendone durezza, aspetto e capacità elettriche, arrivando a sostenere che alcune pietre producono scariche se colpite l’una contro l’altra. Eppure, non fu certo lui a chiudere il discorso sulle classificazioni dei minerali. Già intorno al 77 a.C., Plinio il Vecchio dedicava cinque volumi della sua *Naturalis Historia* al mondo inorganico, trattando di malleabilità, reperibilità e altre proprietà che riempirono le pagine del suo trattato, diventando un punto di riferimento per artigiani, mercanti e uomini di scienza.

Per arrivare ai giorni di Aldrovandi, bisogna considerare il lavoro svolto nei laboratori di molti altri naturalisti. Prima di diventare una scienza autonoma, la geologia faceva parte del bagaglio culturale e delle ricerche di ogni studioso della natura. Comprendere come si fosse generata la Terra, se essa fosse in trasformazione e se avesse influenzato la vita delle piante e degli animali, fu una questione fondamentale a partire dal Seicento. Negli anni successivi, queste domande avrebbero creato sconvolgimenti in molte discipline. In molti, infatti, si domandavano: possiamo essere certi della solidità della Terra che calpestiamo?

### *Mineralogia, stratigrafia e topografia*

Se il Seicento fu il secolo in cui la parola “geologia” venne pronunciata per la prima volta, il Settecento fu quello che diede vento alle sue vele. Il continuo via vai di geografi e naturalisti, spinti al largo e verso paesi remoti a bordo delle spedizioni scientifiche commissionate dalle corone d’Europa per conoscere usi, ricchezze e caratteristiche dei territori ancora inesplorati, portò lo studio delle rocce su nuove spiagge. Furono anni in cui si avvertì l’esigenza di studiare la Terra in modo

scientifico e sistematico, classificando non solo le sue sostanze minerali, ma anche la successione temporale che le aveva trasformate. L'impresa non fu facile. Diverse discipline condividevano il proprio sapere per aiutarsi reciprocamente. La zoologia collaborava con la mineralogia per studiare la successione dei fossili e comprenderne l'origine; la descrizione geografica delle coste sfumava nella produzione di mappe che tenevano conto anche della fisica dei luoghi: oltre a tracciare i contorni di una regione, offrivano infatti una descrizione del tipo di rocce che la componevano e delle piante presenti.

L'impresa richiedeva nuove competenze. Nacque così la stratigrafia, la branca della geologia che studia la datazione delle rocce e i rapporti reciproci fra unità rocciose distinte. Un "sentore stratigrafico" era già stato avvertito alla fine del XVII secolo, quando Niccolò Stenone, naturalista di Copenaghen, nel 1669 pubblicò un trattato in cui chiariva il principio degli strati geologici: i piani sedimentari si trovano, via via che si scende verso il basso in una sezione di roccia, in una successione precisa nella quale i livelli superiori sono più recenti e quelli inferiori di formazione più antica. Cavalcando il passaggio tra Settecento e Ottocento, William Smith (1769-1839) fece della stratigrafia una vera scienza. Ingegnere inglese di nascita, Smith era consulente "topografo" per ditte scavatrici di canali. Il suo compito era fondamentale: il topografo è colui che traccia la mappa dei luoghi, studiando la zona e determinando il percorso migliore per evitare rocce troppo dure o eccessivamente friabili.

Fu così che la sua esperienza si "stratificò" giorno dopo giorno. Riprendendo i concetti già annunciati da Stenone, Smith constatò che, procedendo con gli scavi dall'alto verso il basso, il suolo presenta piani di rocce di età crescente, ognuno caratterizzato dalla propria composizione geologica e dai fossili. Seguendo queste passioni minerali, Smith tracciò nel 1819 la prima Carta geologica dell'Inghilterra, del Galles e di parte della Scozia. Questo merito, tuttavia, gli costò dieci anni di prigione: le invidie che si era attirato lo lasciarono solo e pieno di debiti. Finché un giorno il re, riconoscendo i suoi meriti, ordinò la sua immediata scarcerazione.



*Le spedizioni scientifiche di von Humboldt e Bonpland*

Il Settecento fu anche il secolo delle grandi spedizioni scientifiche. Velieri e navi lasciavano i porti europei alla volta del Nuovo Continente: le Americhe. Tra gli uomini che contribuirono a rendere questa storia straordinaria, spicca una coppia di inseparabili amici: Alexandre von Humboldt (1769-1859) e Aimé Bonpland (1773-1858). Nel 1802, i due amici e studiosi tentarono di scalare il vulcano Chimborazo in Ecuador, considerato all'epoca il più alto del mondo. Tuttavia, raggiunta la quota di 5875 metri, furono costretti a fermarsi a causa della mancanza di ossigeno. A quelle altezze, infatti, l'atmosfera si fa troppo rarefatta e respirare diventa estremamente difficile. Humboldt e Bonpland furono viaggiatori appassionati e instancabili. A loro si devono carte geologiche e botaniche di vertiginosa bellezza, in cui minerali e piante sono meticolosamente segnati secondo la loro disposizione stratigrafica. Le loro esplorazioni e le loro mappe hanno lasciato un'impronta indelebile nella storia delle scienze naturali, contribuendo a una comprensione più approfondita della geologia e della botanica del Nuovo Mondo.

*Il talento di Lamarck. La prima teoria evoluzionistica coerente*

Quando, nel 1793, Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaliere di Lamarck (1744-1829), entrò a far parte del corpo docente del Muséum del Jardin des Plantes di Parigi, potrebbe essersi sentito un po' disorientato. E non tanto per la materia che doveva insegnare, ossia Insetti, Vermi e altri Animali Microscopici, quanto per la sua formazione: era infatti un botanico appassionato di conchiglie, non un esperto di vermi. Nato nel 1744 a Bazentin, una città nel nord della Francia, da giovane Jean-Baptiste si era trovato di fronte alla prospettiva di una carriera ecclesiastica. Nel 1768 lo ritroviamo in seminario, un luogo che però abbandonerà presto per studiare medicina. A Parigi, dove si reca per i propri studi, si lascia appassionare da interessi molto vari: si occupa di chimica, fisica e mineralogia. Soprattutto, diventa un

eccellente collezionista di conchiglie, tanto che nel giro di qualche anno la sua collezione diventa meta di visita per importanti naturalisti europei.

Nel 1778, Lamarck termina il manoscritto del suo primo libro dedicato alle scienze naturali: “Flore françoise”. È una guida per l'identificazione delle piante rivolta agli appassionati di botanica, che riscuote un immediato successo. La possibilità di riconoscere le piante che si incontrano nei boschi e nelle campagne appassiona la nobiltà e la borghesia francese. Il libro piace molto anche al patriarca delle scienze naturali, Buffon. Sotto la sua protezione, Lamarck ottiene un posto di botanico all'Accademia delle Scienze. In questo modo, la necessità di diventare medico viene meno, permettendo a Lamarck di dedicarsi interamente alle sue passioni naturalistiche.

#### *Un botanico di ampie vedute*

Buffon non avrebbe potuto scegliere un allievo migliore di Lamarck. Quest'ultimo era uno studioso di ampie vedute, quello che oggi verrebbe considerato con una certa condiscendenza come un “polimata”. E sebbene non con disprezzo, anche i suoi contemporanei lo guardavano con un po' di sospetto, soprattutto i suoi colleghi parigini. Nei primi anni all'Accademia delle Scienze, Lamarck si dedicò alla redazione di un trattato sulle interrelazioni tra i vari campi delle scienze naturali, intitolato “Ricerche sulle cause dei principali fatti fisici”. In sostanza, desiderava liberarsi dell'immagine di semplice botanico e ottenere il riconoscimento della comunità scientifica come un teorico di valore. Così, nel 1780, sottopose il manoscritto a una commissione dell'Accademia per una valutazione. Tuttavia, la risposta non arrivò mai: la comunità scientifica scelse il silenzio come modo per esprimere il proprio dissenso. Le iniziative di Lamarck erano percepite come fuori luogo, poiché si avventurava in ambiti in cui non aveva competenze riconosciute, cosa che i suoi colleghi consideravano un segno di presunzione. Lamarck, però, non si arrese. Nel 1793, divenuto professore al Muséum, tentò nuovamente di confrontarsi con la

comunità scientifica pubblicando diversi scritti, tra cui un saggio sulle “Influenze della Luna sull’atmosfera terrestre”, in cui sosteneva la possibilità di studiare il clima da una prospettiva fisica per formulare previsioni meteorologiche. Ancora una volta, la reazione della comunità scientifica fu il silenzio. Convinto di essere vittima di una cospirazione, Lamarck, preso dalla rabbia, espresse un commento piuttosto duro: “Ho contro l’ostinazione di quelli a cui non piacciono idee nuove”. Sebbene comprensibile, il risentimento di queste parole apparve eccessivo agli occhi dei suoi contemporanei. Sulle pagine del celebre *Journal de physique*, il ricercatore Louis Cotte rispose in modo tagliente: “Già l’italiano G. Toaldo si è occupato dell’argomento sostenendo un’influenza della Luna sui fenomeni atmosferici. Lamarck farebbe meglio a studiare più attentamente la storia della meteorologia per evitare di ripetere ciò che è già stato detto e utilizzare il suo tempo per il progresso della scienza”. Come si sarà sentito Lamarck leggendo queste parole?

*Gli agenti che intervengono sugli organismi viventi*

Forse i colleghi non apprezzarono certe esternazioni di Lamarck in veste di teorico, ma il Lamarck naturalista fu sempre altamente considerato. Le sue lezioni attiravano studenti da tutta Europa, grazie alla sua reputazione di studioso infaticabile e prolifico. Tra il 1794 e il 1799, la sua produzione accademica fu inarrestabile. Ad esempio, Lamarck rivoluzionò la sistematica, articolando la “grande catena degli esseri” in una struttura ramificata ad albero. In questa nuova visione, l’uomo non occupava più la posizione culminante come obiettivo della “marcia della natura”, ma rappresentava solo uno dei suoi possibili stadi. Lamarck introdusse anche la distinzione tra “vertebrati” e “invertebrati”, considerandola più efficace rispetto a quella del collega Cuvier, basata sul colore del sangue, e a quella aristotelica, che distingueva tra “animali con sangue” e “animali senza sangue”.

In ambito geologico, Lamarck superò il suo maestro Buffon, sostenendo che l'età della Terra dovesse essere estesa a “milioni di anni”. Secondo lui, i cambiamenti geologici erano lenti e gradualmente, provocati da agenti naturali misurabili empiricamente. Non vi erano state catastrofi che avessero annientato le specie del passato, e i fossili non erano resti di “mostri”, ma le vestigia di specie che si erano trasformate in altre, adattandosi al nuovo ambiente.

Lamarck utilizzò anche le conoscenze acquisite in campo medico e psicologico. Vedeva l'organismo come un sistema di organi influenzato dall'ambiente, non più guidato da un'entità incorporea (l'anima) né dominato da una struttura anatomica (il cervello). L'organismo era piuttosto il risultato di un complesso intreccio di interazioni tra tutte le sue parti e tra queste e numerosi agenti esterni. Queste erano le premesse della sua teoria evolutiva.

### *La meccanica dei trasformisti*

La prima teoria evolutiva coerente nella storia delle scienze naturali. Il 1800 fu un anno decisamente significativo per le scienze naturali. Durante la sua lezione inaugurale all'inizio dell'anno accademico al Muséum, Lamarck espresse per la prima volta la sua idea di trasformazione delle specie. Questo discorso, pubblicato l'anno seguente, fu ulteriormente sviluppato nel saggio “Recherches sur l'organisation des corps vivants” (1802) e nella celebre “Philosophie zoologique” (1809). Secondo Lamarck, le specie si trasformano le une nelle altre sotto l'influenza dell'ambiente, che può agire in due modi: modifica direttamente gli organismi più semplici, gli “apatici” (polipi, vermi, ascidie ecc.), alterandone l'anatomia e la fisiologia in relazione alla composizione dell'acqua e dell'aria; oppure, nel caso degli animali “sensibili” o “intelligenti” (pesci, rettili, uccelli, mammiferi), l'effetto è indiretto, causato dai “bisogni indotti”.

Nel 1809, Lamarck scriveva: “Conclusione ammessa fino a oggi: la natura (o il suo Autore), creando gli animali, ha previsto tutte le possibili

circostanze nelle quali si sarebbero trovati a vivere e ha dato a ogni specie un'organizzazione costante, nonché una forma determinata e invariabile che le costringe a vivere nei luoghi e nei climi dove le troviamo e a mantenere le abitudini che le sono proprie. Mia alternativa conclusione: la natura, producendo successivamente tutte le specie di animali, ha complicato gradualmente la loro organizzazione. A causa dell'influenza delle circostanze sulle abitudini, e in seguito alle influenze delle abitudini sullo stato delle parti, e anche su quelle dell'organizzazione, ogni animale può ricevere delle modifiche suscettibili di diventare molto consistenti e di dar luogo allo stato in cui troviamo gli animali. Si può avere, in storia naturale, una considerazione più importante e a cui dare più attenzione di quella che ho ora esposto?"

Lamarck propose dunque una visione dinamica e interattiva della natura, in cui le specie non sono entità fisse, ma soggette a continua evoluzione in risposta alle pressioni ambientali. Questa teoria rappresentò una svolta fondamentale nella comprensione dei processi biologici e influenzò profondamente il pensiero scientifico successivo.

*Le tre leggi della trasformazione nelle parole di Lamarck*

Lamarck spiegava la trasformazione degli organismi secondo tre principi. Ecco come egli stesso li enuncia: "1) ogni cambiamento appena considerevole (e che poi si mantenga) delle circostanze in cui viene a trovarsi ogni razza animale opera in ciascuna di queste un reale cambiamento dei bisogni; 2) ogni cambiamento dei bisogni degli animali richiede da parte loro l'esecuzione di altre azioni per soddisfare i nuovi bisogni, e quindi altre abitudini; 3) ogni nuovo bisogno, poiché richiede nuove azioni per essere soddisfatto, esige dall'animale che lo prova sia l'uso più frequente di certe parti di cui prima faceva minor uso (ciò che le sviluppa e le ingrossa considerevolmente), sia l'uso di nuovi organi che i bisogni fanno nascere insensibilmente in lui attraverso sforzi del suo senso interno." Da cui, Lamarck poteva trarre le sue celebri leggi che governano la trasformazione: Prima legge. "In ogni animale che non

abbia raggiunto il termine del proprio sviluppo, l'uso più frequente e sostenuto di un qualsiasi organo rafforza a poco a poco quell'organo, lo sviluppa, lo ingrandisce e gli conferisce un potere proporzionale alla durata dell'uso: mentre la mancanza costante di uso lo indebolisce progressivamente, lo deteriora, e finisce per farlo scomparire." Seconda legge. "Tutto ciò che la natura ha fatto acquisire o perdere agli individui mediante l'influenza delle circostanze cui la propria razza si trova da lungo tempo esposta, e di conseguenza per effetto dell'uso predominante di quel tal organo, o per la mancanza costante di uso di quel tal altro, essa lo conserva mediante la riproduzione nei loro discendenti." Dopo quasi due secoli di tentativi, dopo le opere di Benoit de Maillet, Maupertuis, Bonnet, Robinet e molti altri prolifici studiosi, Lamarck aveva finalmente formulato la prima teoria coerente della trasformazione. Che tuttavia era ancora una volta... sbagliata!

#### *Nascita della Biologia e presagi ecologisti di Lamarck*

Nel corso inaugurale del 1800 al Muséum, Lamarck non solo annunciò che le specie si trasformano le une nelle altre, ma proclamò anche la nascita della biologia. Un termine già utilizzato da Theodor Roose come sinonimo di fisiologia, ma a cui Lamarck diede per la prima volta il significato con cui lo intendiamo oggi: la "teoria che indaga quale sia stata l'origine dei corpi viventi e quali siano le principali cause della loro diversità". Sebbene la teoria evoluzionistica di Lamarck si sia rivelata in gran parte errata nel tempo, le sue intuizioni hanno trasformato radicalmente il modo di concepire la natura.

Si conclude così questa disamina storiografica di episodi che hanno animato lo studio del vivente, tra Sei e Ottocento. Nella seconda metà del XIX secolo, Charles Darwin darà alle stampe la prima edizione dell'*Origine della specie*, il testo in cui esponeva le sue idee evoluzionistiche. La prima edizione apparve infatti nel 1859. In un certo senso le idee di Darwin giungevano in ritardo (aveva pubblicato prima

in fretta e furia uno *sketch* riassuntivo) poiché già il naturalista Alfred Wallace aveva avuto modo di esternare un modello di trasformazione simile, soprattutto per ciò che riguardava il concetto di *selezione naturale*.

In realtà Darwin lavorava già da molti anni alla sua idea di trasformazione delle specie, quell'insieme di modelli esplicativi che oggi coincide con il termine darwinismo. E tuttavia aveva atteso a lungo prima di pubblicare le proprie idee. Perché? Perché temeva di fare la fine di Lamarck, di essere osteggiato dalla comunità scientifica. Questo, ancora una volta, dimostra quanto la scienza e la società siano intimamente legate e come una influenzi l'altra e viceversa. Per fortuna, Darwin riuscì ad avere l'appoggio di alcuni colleghi che ben lo conoscevano. Soprattutto, Charles Lyell, grande patriarca della Geologia inglese e membro della Royal Society. Le cose si rimisero a posto e sia Darwin che Wallace furono riconosciuti, a pari merito, per la scoperta della selezione naturale.

Da grande, scrivendo la sua autobiografia, Darwin spiegò che vi era stato un filosofo che lo aveva accompagnato in tutti gli anni precedenti rendendo possibili le sue scoperte: questo filosofo era Bacone, lo stesso Bacone da cui abbiamo preso le mosse in queste pagine all'inizio del volume. In effetti, sappiamo dai suoi appunti preparatori per il viaggio, che Darwin portò con sé gli *Essays* di Bacone e ci sarebbe da dire molto su quel viaggio burrascoso durato quattro anni e sulle vicissitudini tra Darwin e Wallace. Ma questa è un'altra storia che speriamo di poter raccontare un'altra volta.