

**alcune osservazioni
sulle origini della scienza
moderna**

Un imponente numero di studiosi afferma che la scienza moderna emerse nell'Europa occidentale come risultato della Rivoluzione scientifica, un fenomeno legato indissolubilmente al secolo XVII. E questi stessi studiosi hanno proclamato che la nascita, nel Seicento, della scienza moderna poco o nulla deve al Medioevo. Secondo questa tesi, la filosofia naturale del Medioevo non solo ebbe un ruolo di minima importanza nell'avvento della scienza della prima età moderna, ma costituì il principale ostacolo sulla via della sua affermazione. Dopo tutto, non fu proprio la filosofia naturale aristotelica del Medioevo che Galileo attaccò aspramente quando - nel suo *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* - creò il personaggio di Simplicio, lo stereotipato, ottuso, goffo, ostinato difensore scolastico dell'indifendibile? Per Galileo, la filosofia naturale della scolastica era la nemica della nuova scienza che egli cercava di costruire insieme con altri studiosi. Nel corso del secolo XVII le idee di Galileo ottennero sempre nuovi consensi, e, alla fine del Seicento, la nuova scienza, ormai trionfante, sembrava non avere alcun debito nei confronti di quasi cinque secoli di filosofia naturale medievale. L'aristotelismo era ormai in rotta.

Ma questa interpretazione è fuorviante, perché deprecabilmente incompleta. La sua incompletezza rappresenta un potente ostacolo a una migliore comprensione dello sviluppo della scienza nella prima età moderna. L'attacco allo scolasticismo da parte della nuova schiera di filosofi naturali e di scienziati dei secoli XVI e XVII fu del tutto giusto. Nel secolo XVI era necessario criticare lo scolasticismo tradizionale, benché i filosofi naturali della scolastica avessero dato notevoli contributi al pensiero scientifico. [Infatti] i loro contributi di analisi su vari aspetti, cinematici e dinamici, del movimento furono straordinari, e lo stesso Galileo non poté aggiungervi molto di nuovo. Di grande importanza furono anche le loro sofisticate discussioni sulla possibile rotazione della Terra intorno al suo asse, e Copernico non vi aggiunse molto di suo. Le idee medievali sull'esistenza di altri mondi, e soprattutto quelle sullo spazio vuoto infinito, ebbero un ruolo importante - che non ha avuto il suo giusto riconoscimento - nell'elaborazione del modello del cosmo costruito dalla nuova scienza.

1. I prerequisiti contestuali che resero possibile la Rivoluzione scientifica.

La creazione, nel Medioevo, di un ambiente sociale idoneo a consentire lo sviluppo, nel secolo XVII, di una Rivoluzione scientifica esigeva la presenza di almeno tre condizioni fondamentali: 1) la traduzione in lingua

latina dei testi greco-arabi di scienza e di filosofia naturale; 2) la creazione delle università medievali; 3) l'emergere di filosofi teologico-naturali.

1. 1. Le traduzioni.

Il primo, indispensabile, prerequisito per il futuro sviluppo della Rivoluzione scientifica fu la traduzione in lingua latina della scienza e della filosofia naturale greco-arabe nei secoli XII e XIII. Data l'importanza delle opere tradotte, grande è il debito dell'Occidente nei confronti della civiltà islamica per quanto riguarda le conquiste della scienza occidentale. Alcuni secoli prima, gli studiosi islamici avevano tradotto in arabo gran parte della scienza greca e vi avevano aggiunto molto di originale, creando quella che è stata convenientemente chiamata la scienza greco-araba (o greco-islamica), il cui nucleo essenziale era costituito dalle opere di Aristotele e dai relativi commenti. Questo ricco patrimonio culturale fu successivamente trasferito all'Occidente. Forse la scienza occidentale avrebbe potuto svilupparsi anche senza il beneficio dell'eredità greco-araba, ma l'avvento della scienza moderna avrebbe indubbiamente subito un ritardo di secoli, o apparterrebbe ancora al futuro.

1.2. Le università.

Un secondo prerequisito della Rivoluzione scientifica fu la creazione dell'università medievale, con la sua struttura associativa e le sue varie attività. Le università sorte nel secolo XIII a Parigi, Oxford e Bologna erano diverse da tutto quanto il mondo avesse mai conosciuto: nulla nell'Islam, in Cina, in India o nelle antiche civiltà sudamericane era paragonabile all'università medievale. È in questa così importante istituzione, e nelle sue inconsuete attività, che vanno ricercati i fondamenti della scienza moderna.

L'università, come sappiamo, fu resa possibile dall'evoluzione della società latina medievale che portò alla separazione della Chiesa e dello Stato, l'una e l'altro disposti a riconoscere la separata esistenza di enti collettivi come le università. Un legame fra lo sviluppo dell'università medievale e la traduzione in latino delle opere greco-arabe è probabile: le università di Parigi, Oxford e Bologna furono create intorno al 1200, poco dopo che quelle traduzioni erano state ultimate. Le traduzioni fornirono alle università emergenti un curriculum di studi già pronto, di cui erano parte essenziale le scienze esatte, la logica e la filosofia naturale. L'inclusione nel curriculum universitario di numerose opere tradotte, e in particolare delle o-

pere di Aristotele, oltre che di opere originali basate sulle traduzioni, permise l'istituzionalizzazione della scienza e della filosofia naturale. Per conseguire il titolo di baccelliere e, successivamente, quello di "maestro delle arti" (*magister artium*) si dovevano seguire corsi di logica, filosofia naturale, geometria, aritmetica, musica e astronomia. Queste discipline formarono la base del curriculum della facoltà delle arti, che fu la più frequentata delle quattro facoltà tradizionali (le altre tre erano medicina, teologia e diritto) di una tipica grande università.

Per la prima volta nella storia, era stata creata un'istituzione per l'insegnamento della scienza, della filosofia naturale e della logica. E per la prima volta un ampio corso di studi superiori, della durata di sei anni, si basava su un curriculum fondamentalmente scientifico, con la filosofia naturale come sua principale componente. Ancor più notevole è il fatto che queste discipline fungevano da curriculum di base per tutti gli studenti e costituivano dei virtuali prerequisiti per l'ingresso nelle facoltà superiori di diritto, medicina e teologia. Esse furono insegnate regolarmente per secoli. Con il moltiplicarsi delle università nel corso dei secoli XIII e XIV, il medesimo curriculum (logica, scienza e filosofia naturale) si diffuse in tutta Europa, fino alla Polonia.

La scienza e la filosofia naturale aristoteliche, introdotte nell'Europa occidentale attraverso fonti greche e arabe furono il fondamento del curriculum di studi delle nascenti università. Ma senza la tacita approvazione della Chiesa e dello Stato quel curriculum non avrebbe potuto essere svolto. Chiesa e Stato permisero, in notevole misura, alle corporazioni universitarie di autogovernarsi, fissando i loro programmi di studio e stabilendo i criteri per l'abilitazione all'insegnamento dei membri delle loro facoltà.

1.3. I filosofi teologico-naturali.

Il terzo e ultimo prerequisito della Rivoluzione scientifica fu l'emergere di una categoria di filosofi teologico-naturali, che non soltanto erano esperti in teologia (i più possedevano il grado di baccelliere o di maestro di teologia), ma avevano in precedenza conseguito il titolo di maestro delle arti e quindi erano reputati esperti anche in quella disciplina. Grande fu la loro importanza. Non solo essi dettero la loro approvazione a un corso di studi di carattere laico nella facoltà delle arti, ma furono, per lo più, convinti che la filosofia naturale fosse un requisito essenziale per una giusta comprensione della teologia. Agli studenti che chiedevano di iscriversi alle scuole di teologia veniva richiesto un alto livello di qualifica-

zione nel campo della filosofia naturale; per dimostrarlo, lo studente che voleva conseguire il grado di maestro di teologia doveva possedere il grado di maestro delle arti.

I teologi godevano di un notevole grado di libertà intellettuale nell'affrontare simili problemi, e raramente consentivano alla teologia di ostacolare le loro indagini relative al mondo fisico. Se vi fu qualche tentazione di costruire una «scienza cristiana», i teologi medievali vi resistettero con successo. I testi biblici non venivano usati per «dimostrare» le verità scientifiche facendo appello all'autorità divina.

I tre prerequisiti sopra esaminati (le traduzioni, le università e i filosofi teologico-naturali) crearono le premesse per la nascita della scienza moderna perché dettero vita un ambiente favorevole agli studi scientifici. Se nessuna traduzione dei testi greco-arabi di scienza e di filosofia naturale fosse stata eseguita nei secoli XII e XIII e gli europei fossero stati costretti a sviluppare il loro discorso intellettuale senza quell'aiuto esterno; se la filosofia naturale non fosse stata a lungo studiata nelle università medievali, nessuna rivoluzione scientifica avrebbe potuto aver luogo nel secolo XVII. Molti dei principali problemi affrontati, e spesso risolti, nel XVI e nel XVII secolo furono ereditati dal Medioevo. Senza questi problemi, e senza la lunga tradizione della filosofia naturale nelle università medievali, non vi sarebbe stato molto da discutere nel secolo XVII. E senza l'appoggio dei teologi e della Chiesa, le università medievali non avrebbero potuto istituire quel curriculum di studi, basato sulla scienza, la logica e la filosofia naturale, che rappresentò il terreno di cultura dell'ininterrotto e profondo interessamento dell'Europa occidentale per i problemi scientifici.

2. *I prerequisiti sostanziali che resero possibile la Rivoluzione scientifica.*

Senza lo sviluppo dei tre prerequisiti contestuali che abbiamo sopra esaminato, è difficile immaginare come, nel secolo XVII, avrebbe potuto avvenire una rivoluzione scientifica. Quei prerequisiti, che ebbero carattere permanente nella società medievale, furono assolutamente necessari, ma non sufficienti, per la nascita della prima scienza moderna. Le ragioni che spiegano il radicarsi della scienza nella società occidentale vanno ricercate, in ultima analisi, nella natura della scienza e della filosofia naturale sviluppatesi in Occidente: è indispensabile, quindi, esaminarne le caratteristiche fondamentali. Che cosa giustifica la tesi secondo la quale il Medioevo contribuì a generare la nuova scienza emersa nel secolo XVII?

2.2. La filosofia naturale: la madre di tutte le scienze.

Nel Medioevo il ruolo della filosofia naturale fu radicalmente diverso da quello delle scienze esatte, perché esso non consisté nella semplice conservazione delle conoscenze greco-arabe, ma nella trasformazione di un'eredità culturale che si sarebbe rivelata estremamente benefica per lo sviluppo della scienza della prima età moderna. Mi riferisco al concetto di filosofia naturale come madre di tutte le scienze. La filosofia naturale da cui nacquero, nel corso di molti secoli, quelle scienze [astronomia, ottica, medicina] si sviluppò nelle università dell'Europa occidentale nel tardo Medioevo. Le filosofie naturali studiate nelle università europee trasformarono la filosofia naturale aristotelica in un gran numero di domande rivolte alla natura su tutta una serie di argomenti che, da ultimo, si cristallizzarono nelle scienze sopra menzionate.

I filosofi naturali del Medioevo si interessavano prevalentemente al modo in cui possiamo conoscere e avvicinare la natura, cioè a quello che potremmo chiamare il metodo scientifico. I risultati cui giunsero rappresentano una parte significativa del patrimonio culturale lasciato in eredità dal Medioevo al mondo moderno. Alcuni riguardavano il campo della matematica. Nell'elaborare la sua nuova descrizione matematica dei movimenti prodotti dall'applicazione delle forze motrici ai corpi resistenti, Thomas Bradwardine si allontanò dal pensiero di Aristotele quando capì che i processi naturali dovevano essere rappresentati da funzioni matematiche valide per tutti i valori, e quindi continue. Gli autori della scolastica introdussero sovente gli infiniti e gli infinitesimi nella natura, e si resero conto che l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo si potevano trattare nello stesso modo in cui vengono trattate le quantità finite.

Il trattamento matematico delle qualità fu caratteristico della filosofia naturale del Medioevo. Benché i problemi fossero, di solito, immaginari e ipotetici, assai comune era l'uso della matematica per risolverli. Nei secoli XVI e XVII il modo di pensare matematico, se non la stessa matematica, risultava ormai incorporato nella filosofia naturale. Il terreno era predisposto per la coerente applicazione della filosofia naturale a problemi fisici concreti, anziché alle supposte variazioni delle qualità.

2.3. Libertà di indagine e autonomia della ragione.

Il Medioevo trasmise all'età successiva non solo il grande corpus della filosofia naturale come si era tradizionalmente evoluta nel corso dei secoli, spesso in forma di questioni, ma anche l'importante eredità di un'indagine

razionale relativamente libera. La tradizione filosofica del Medioevo si era formata nelle facoltà delle arti delle università. Fin quasi dall'inizio, i maestri delle arti lottarono per conquistare il maggior grado possibile di libertà accademica, cercando di conservare e di sviluppare lo studio della filosofia. I maestri delle arti si consideravano i custodi di questa disciplina, e lottavano per il diritto di applicare la ragione allo studio dei problemi del mondo fisico. Facendo leva sulla condizione di autonomia di cui godeva la facoltà, che attribuiva loro numeri, diritti e privilegi, essi riuscirono a ottenere un sorprendente grado di libertà nel corso del Medioevo.

Benché la teologia rappresentasse sempre un potenziale ostacolo allo studio della filosofia naturale, l'opposizione dei teologi a questa disciplina era molto tenue, soprattutto perché la coltivavano anche loro. Alberto Magno, l'eminente teologo medievale, considerava la filosofia naturale come indipendente dalla filosofia. L'ideale della filosofia naturale consisteva nell'usare soltanto argomenti ragionati; la filosofia naturale del Medioevo fu essenzialmente razionale. I filosofi naturali tenevano doveroso usare la ragione, e non ricorrere alla fede, nelle loro argomentazioni. Nicola di Oresme assunse questo atteggiamento quando invocò la ragione per respingere gli argomenti aristotelici favorevoli all'eternità del mondo: «Voglio dimostrare l'opposto – scrisse – secondo la filosofia naturale e la matematica». Lasciando da parte la teologia e la fede, le soluzioni aristoteliche venivano talvolta criticate per la loro inadeguatezza.

Gli scolastici erano consapevoli anche dei propri limiti. Buridano non nascose le sue perplessità a proposito di una difficile questione, quando dichiarò che, «data la quantità delle argomentazioni probabili che si possono addurre per l'una o per l'altra tesi e per la mancanza di argomenti che dimostrino con chiarezza» non avrebbe optato per nessuna delle due soluzioni.

Gli studiosi di filosofia naturale dei secoli XVI e XVII furono i beneficiari dello spirito di libera indagine di cui si erano nutriti i filosofi naturali del Medioevo, anche se molti di loro furono inconsapevoli di tale eredità e ne avrebbero probabilmente negato l'esistenza, preferendo ridicolizzare la scolastica aristotelica e il suo scolasticismo. Tuttavia, l'eredità della scolastica medievale non andò perduta: di lei rimasero lo spirito di libera ricerca, il richiamo alla ragione, le varie interpretazioni dei fenomeni naturali, e il nucleo essenziale dei problemi da essa studiati. La nuova scienza ereditò dal Medioevo anche la profonda convinzione che cercare di scoprire il funzionamento del mondo era un'impresa degna di lode.

3. *Sul rapporto fra scienza medievale e scienza della prima età moderna.*

Nonostante i notevoli risultati di cui abbiamo parlato in questo libro, il periodo medievale nell'Europa occidentale è stato molto sottovalutato, e persino calunniato, quasi che il destino lo avesse scelto come capro espiatorio della storia. Almeno due fatti di grande rilievo, avvenuti nel corso del secolo XVII, furono responsabili di questo stato di cose: lo sviluppo stesso della Rivoluzione scientifica e la condanna di Galileo ad opera della Chiesa cattolica nel 1633. La lunga lotta, condotta nel secolo XVII, per ripudiare la filosofia naturale aristotelica, finì col far apparire quest'ultima come monolitica, rigida, priva di immaginazione e totalmente inadeguata. I suoi sostenitori venivano presentati come individui ottusi e privi di ogni sensibilità, come «parolai» nemici del progresso. L'immagine del filosofo naturale aristotelico e dello scolastico fu quella del vecchio rudere, difensore dell'immobilismo.

Chi dette il maggior contributo alla formazione di questa immagine fu Galileo, il quale, nel suo famoso *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632), offrì un ritratto indimenticabile dell'inettitudine e della testardaggine degli scolastici. Egli creò la figura di Simplicio, un personaggio di fantasia a cui dette il nome del noto commentatore greco delle opere di Aristotele, vissuto nel secolo VI. Benché molti aristotelici accettassero il telescopio come valido strumento scientifico, Simplicio dichiara di non aver «sin qui prestato molta fede all'occhiale nuovamente introdotto, anzi, seguendo le pedate de gli altri filosofi peripatetici miei consorti, ho creduto esser fallacie dei cristalli, quelle che altri hanno ammirate per operazioni stupende». Galileo sottolinea anche la dipendenza servile di Simplicio nei confronti di Aristotele. Per negare che la Terra sia un pianeta orbitante Simplicio si appella ad Aristotele, il quale - spiega Simplicio - mosse obiezioni molto serie, e non risolte, al moto di rivoluzione terrestre: «E poiché ei promosse la difficoltà e non la risolvette, è forza che ella sia, se non d'impossibile, almeno di difficile scioglimento». Col suo genio letterario e artistico, Galileo creò una potente caricatura che fu estesa a tutti i filosofi naturali aristotelici: non solo a quelli del secolo XVII, ma - retroattivamente - anche a quelli vissuti nei Medioevo.

La devastante critica galileiana fu rafforzata da altri autori. Queste dure critiche presentavano i filosofi naturali aristotelici come uomini sciocchi, inetti e risibili. Quale contributo essi avrebbero potuto dare alla nuova scienza? Nessuno, secondo i loro critici: la vera scienza poteva nascere solo dal totale rifiuto della filosofia naturale aristotelica e delle opere dei suoi

difensori. Poiché l'aristotelismo del secolo XVII non veniva distinto da essa, lo scolasticismo medievale era considerato semplicemente una prima versione della stessa concezione generale. In questo modo, tutto lo scolasticismo - dai suoi inizi nel XIII secolo alla sua effettiva conclusione negli ultimi anni del XVII secolo - fu colpito dalla stessa condanna.

La condanna inflitta a Galileo nel 1633 per aver sostenuto il sistema eliocentrico copernicano aggravò enormemente la situazione, perché la Chiesa apparve come l'istituzione che voleva difendere e mantenere in vita l'aristotelismo con mezzi coercitivi. La filosofia naturale aristotelica fu vista, in tutta la sua storia, come la creatura di una Chiesa pronta a sterminare ogni idea scientifica che le fosse sembrata potenzialmente pericolosa. In questo modo, si venne a perpetuare un'idea completamente falsa della filosofia naturale del Medioevo, e i risultati - contestuali e sostanziali - conseguiti nel campo della filosofia naturale durante l'Età media (che ho cercato di descrivere in questo volume) sono stati ignorati da quegli storici i quali hanno giudicato il tardo Medioevo con lo stesso atteggiamento mentale che emerse nel secolo XVII, quando la nuova scienza stava lottando per rovesciare la concezione del mondo aristotelica. La vera natura dei contributi medievali alla scienza del secolo XVII può essere compresa nel modo migliore mediante un'analogia con quanto accadde nel tardo Medioevo. Verso la fine del secolo XIII vi fu, in Italia, una svolta di grande importanza nella storia della medicina, allorché venne autorizzata la dissezione dei cadaveri umani per le autopsie. Di lì a poco, la dissezione dei cadaveri fu introdotta nelle facoltà mediche, dove fu ben presto istituzionalizzata come parte dell'insegnamento dell'anatomia agli studenti. La dissezione umana era stata proibita nel mondo antico, a eccezione dell'Egitto (dove fu vietata nel secolo II d. C.). Non fu mai permessa nel mondo islamico. Perciò la sua introduzione nell'Occidente latino, senza serie obiezioni da parte della Chiesa, fu un fatto di grande rilevanza. La dissezione dei cadaveri continuò a essere praticata soprattutto nell'insegnamento, anche se irregolarmente, sino alla fine del secolo XV; in qualche raro caso fu utilizzata anche nelle ricerche, per far progredire la conoscenza scientifica del corpo umano. La pratica della dissezione umana, e la sua inclusione nell'insegnamento della - medicina durante il Medioevo, contribuirono in modo decisivo ai progressi dell'anatomia realizzati da appassionati e abili anatomisti come Leonardo da Vinci (1452-1519), Bartolomeo Eustachi (1500 ca - 1574), Andrea Vesalio (1514-1564), Gabriele Falloppio (1523-1562) e Marcello Malpighi (1628-1694).

Ciò che la dissezione medievale dei cadaveri fece per lo studio dell'anatomia nei secoli XVI e XVII, lo fecero - per la Rivoluzione scientifica del secolo XVII - le traduzioni, le università, i filosofi teologico-naturali e la versione medievale della filosofia naturale aristotelica. Questi vitali aspetti della scienza medievale aprirono la strada ai successivi ottocento anni di ininterrotto sviluppo scientifico, sviluppo che ebbe inizio nell'Europa occidentale e si diffuse poi in tutto il mondo.

Edward Grant, *Le origini medievali della scienza moderna*, Einaudi, Torino 2001, pagg. 252-303, passim

