

Il cammino della scienza

La scienza: un tragitto di piccoli passi e grandi "rivoluzioni"

Misurare i campi, pesare le merci, orientarsi nei viaggi, curare le malattie. Ma anche scoprire simmetrie nascoste nei numeri, formulare ipotesi sull'origine dell'universo, comprendere il segreto della vita. Per un verso la scienza nasce da esigenze pratiche, per un altro dalle grandi domande filosofiche che l'uomo porta dentro di sé.

Per la civiltà europea la culla della scienza è in Mesopotamia e in Egitto e poi nella rielaborazione e negli approfondimenti della Grecia; qui l'uomo viene considerato parte integrante della natura: l'idea di base è quella che tutto il cosmo sia animato e partecipi alla vita. Superata a poco a poco tale logica animistica, si profila progressivamente l'**approccio scientifico**, che dà significato al concetto di **scoperta** e lo correla ad una **metodologia di ricerca** e non più a concetti di carattere magico. In tale quadro originario, le scienze della vita iniziano con il medico **Ippocrate di Coo** (460 ca. – 370 ca. a.C.), il primo interprete di un approccio sistemico della scienza. Egli, pur criticando la credenza nelle rivelazioni di origine magica, ritiene che l'uomo sia capace, sulla base di un metodo razionale, di accedere alla scoperta dei segreti cosmici; questa concezione della scienza è fondata su una centralità attiva dell'uomo nell'approccio conoscitivo.

Su un altro fronte il filosofo **Platone** (427-347 a.C.), allievo di Socrate (470/469-399 a.C.), ritiene che per risolvere adeguatamente qualsiasi problema sia necessaria la garanzia di una conoscenza (*epistémè*) che sollevi sopra le passioni e gli interessi particolari, ossia sopra la semplice opinione (*dòxa*). Platone quindi si chiede se esista un sapere diverso e superiore rispetto alle interpretazioni soggettive, in polemica contro alcuni pensatori precedenti. I **Sofisti**, "coloro che sanno", sostenevano infatti che fosse impossibile un sapere vero e proprio rispetto all'essenza delle cose. Secondo Platone questi filosofi sono incapaci di distinguere **retorica**, arte del discorso persuasivo (fondato solo su credenze prive di ogni valore scientifico, mutevoli e soggettive) da **dialettica**, ossia arte di saper ragionare. Per Platone, infatti, la dialettica usa un metodo analogo a quello matematico e riconduce sempre le premesse del discorso alla loro correttezza scientifica. Platone approfondisce dunque la polemica socratica contro i Sofisti, assertori della pura opinione, ma approfondisce soprattutto l'insegnamento della ricerca nella realtà di un fondamento oggettivo e reale che consenta di parlare di scienza.

Il primo filosofo ad affrontare l'argomento orientandosi ad uno studio oggettivo della scienza è **Aristotele** (384-321 a.C.), discepolo di Platone, che studia a fondo il pensiero del maestro. Nello scritto *Sulla filosofia* egli costruisce una cosmologia essenzialmente teologica, che ipotizza come motore immobile dell'universo una Mente, intelligenza pura e fine ultimo cui tutto tende. La problematica fondamentale di Aristotele è quella di cogliere e di proporre le condizioni che permettono la scienza. Scienza vera è quella che ha per oggetto ciò che non può essere diversamente da quello che è e consiste non in una mera constatazione di cose (del *che*), ma nella scoperta delle condizioni necessarie della loro essenza (del *perché*). La scienza dunque consiste in una ricerca delle cause e dei principi primi.

Sulla scia degli insegnamenti aristotelici, riprende impulso lo studio della natura, in una ricerca dei diversi modi razionali con cui spiegare gli aspetti della realtà. Nascono le **scienze particolari**, o, meglio, si organizzano; ciò avviene soprattutto ad **Alessandria** ed ha notevole influenza su tutta la nuova cultura che si forma tra il IV e il I sec. a.C.

Nell'ambito strettamente romano, invece, le scienze rispondono ad altre esigenze e, in particolare, si delineano o come enciclopedie atte a formare i funzionari dello Stato, o servono all'applicazione diretta in senso ingegneristico: costruzione di opere architettoniche, ponti, strade, macchine belliche.

Ad Alessandria vive anche Claudio **Tolomeo** (II secolo d.C.); accanto alla sua opera più celebre, *Sintassi matematica dell'astronomia* (più nota, dal sec. XII, con il titolo di *Almagesto*, che deriva dalla latinizzazione del titolo della versione araba), vanno ricordati lavori come *Ipotesi sui pianeti*, *Fasi delle stelle fisse*, *La guida geografica*, *Ottica*, *Acustica*. Il **sistema tolemaico** è la risposta più ingegnosa e completa, dal punto di vista matematico e geometrico, che l'antichità abbia dato al problema di giustificare l'insieme dei moti dei corpi celesti. Entro i limiti delle osservazioni condotte prima dell'invenzione del telescopio, effettuate quindi con rudimentali strumenti di misura, Tolomeo si distacca, infatti, dalla fisica aristotelica per quanto riguarda la specifica dottrina astronomica: egli considera all'estremità del cielo una sfera delle stelle fisse con all'interno i pianeti dell'universo (Saturno, Giove, Marte, Sole, Venere, Mercurio, Luna); la Terra, posta al centro dell'universo (**concezione geocentrica**), è una sfera piena, priva di qualsiasi moto di traslazione poiché, secondo Tolomeo, se avesse un moto di rivoluzione o di rotazione, esso proietterebbe in aria uomini e cose. **Tolomeo offre quel sistema matematico del cosmo (sistema tolemaico) che resta valido fino alla nascita della moderna astronomia copernicana.**

La diffusione nel Medioevo delle dottrine aristoteliche, anche nella versione riproposta dai filosofi arabi (si vedano soprattutto le opere di Avicenna, 980-1037, e Averroè, 1126-1198), e la loro crescente penetrazione negli ambienti intellettuali dell'Occidente, allarmano i custodi dell'ortodossia, le autorità ecclesiastiche, che iniziano una lunga serie di condanne e divieti che non arrestano tuttavia l'influenza del pensiero greco-arabo. Nel 1210 il Concilio provinciale parigino vieta, sotto pena di scomunica, la lettura degli scritti fisici di Aristotele e dei suoi commentatori; cinque anni dopo, tale divieto è esteso anche alla *Metaphysica* e a tutti gli altri libri di fisica o scienza naturale. Le condanne valide a Parigi non lo sono però altrove; così, in altri luoghi, si legge e si discute pubblicamente Aristotele.

La reazione della suprema autorità ecclesiastica non si fa attendere e nel 1228 papa Gregorio IX scrive ai maestri di teologia parigini, accusandoli di aver varcato i confini posti dai Padri¹, e di aver ridotto la teologia a scienza filosofica. Ma questo non impedisce la lettura e il commento di Aristotele in forma sempre più aperta e sistematica, nonostante i nuovi interventi di Innocenzo IV (1245), e Urbano IV (1263): il grande lavoro di assimilazione delle dottrine aristoteliche nella cultura filosofica e teologica dell'Occidente si è già quasi interamente compiuto e sta per produrre i suoi risultati più decisivi nelle università, creazione della civiltà cittadina.

1. I Padri della Chiesa vengono raggruppati secondo un ordine cronologico che riflette il grado di sviluppo del pensiero cristiano da essi rappresentato. Il "Periodo delle origini" (sino al concilio di Nicea del 325), comprende i Padri apostolici, cioè un gruppo di scrittori che ebbero relazioni con gli apostoli e i cui scritti hanno perciò grande importanza per la conoscenza delle origini cristiane. Il "Periodo aureo", sino alla morte di sant'Agostino nel 430, comprende, tra gli altri, san Giovanni Crisostomo, sant'Ambrogio, san Girolamo, sant'Agostino stesso, massimi esponenti del pensiero cristiano occidentale, che diedero un contributo decisivo alla sistemazione della dottrina teologica. Il "Periodo della decadenza", a partire dal VI sec., comprende gli scrittori che non portarono contributi nuovi ma conservarono e spiegarono ulteriormente la dottrina teologica tradizionale (san Gregorio Magno e san Giovanni

Il secolo XIII assiste a tutta una serie di tentativi di risolvere i grandi dualismi in cui era venuta a trovarsi la cultura medievale, tra cui quello tra fede e ragione. In tale contesto si inserisce la figura di **Tommaso d'Aquino** (1221-1274) il cui sistema teologico-filosofico (**tomismo**), teso a conciliare il pensiero aristotelico e la religione cristiana dei Padri, incontra nella Chiesa non poche resistenze (soprattutto da parte della scuola francescana). Tommaso, infatti, presta molta attenzione alle nuove problematiche culturali che l'Occidente cristiano sta elaborando, in particolare alla diffusione delle traduzioni latine degli scritti di Aristotele e dei commentatori arabi.

Nel secolo XIV, i suddetti dualismi esplodono e non trovano più alcuna soluzione: in particolare sono accantonate le sintesi metafisiche e diventano oggetto di sempre maggiore attenzione altri aspetti della filosofia aristotelica, quali la logica e la fisica. Ciò porta ad una più evidente contrapposizione tra fede e filosofia, con quest'ultima ridotta quasi interamente a pura scienza della natura. La crisi della metafisica aristotelica è anche determinata dal diffondersi del nominalismo di **Guglielmo di Ockham** (1280-1349 ca.), che preclude qualsiasi possibilità di impiegare la logica nello studio della realtà: se infatti gli universali, cioè i concetti, sono semplici nomi, come sostiene Ockham, nella realtà non esistono più forme e principi universali e tutto si riduce solo ad una molteplicità di individui, di cui l'unica conoscenza possibile è quella empirica, propria della fisica, cioè di una considerazione non filosofica, ma scientifica, della natura. Da un lato ciò porta alla fine della metafisica e quindi alla rinuncia a qualsiasi sostegno razionale della fede, dall'altro lato ne risulta favorito lo sviluppo della logica e della fisica; nel secolo XIV vengono infatti elaborate alcune teorie scientifiche nuove, in gran parte autonome rispetto alle matrici aristoteliche, e a volte anche in polemica nei confronti di esse. Si può parlare così, con riferimento soprattutto a queste teorie, di una vera e propria **scienza medievale**, che si colloca a metà strada tra la fisica aristotelica e la fisica moderna.

Il prototipo dello "scienziato moderno" è, senza dubbio, **Leonardo da Vinci** (1452-1519). Pittore, scultore, ingegnere, matematico e fisico, come altri autori rinascimentali egli ritiene che l'uomo, con le armi della scienza e della tecnica, possa avvalersi della natura a proprio favore. La fisica moderna ha inizio con Leonardo poiché egli è il primo a sostenere che la sapienza è figlia dell'esperienza, anticipando così le basi stesse del metodo galileiano. Nel periodo compreso fra la pubblicazione del *De Revolutionibus* (1543) dell'astronomo polacco **Niccolò Copernico** (1473-1543) e quella dei *Principi matematici* (1687) di **Isaac Newton** (1642-1727) si diffonde un nuovo modo di studiare la natura e di intendere la funzione della scienza, che prende il nome di "**rivoluzione scientifica**". Il carattere fondamentale di questo processo di trasformazione è il **nuovo modo di esaminare la natura** (avviato durante l'Umanesimo) che comporta, di conseguenza, la nascita di un accurato **metodo** per studiarla. La natura ora viene, infatti, completamente svincolata dalla metafisica e concepita come un ordine oggettivo, estraneo a fini e bisogni umani, e causale, poiché ogni suo evento si verifica secondo cause, ovvero leggi precise, che sta al ricercatore identificare (grazie anche all'uso di strumenti di indagine sempre più sofisticati).

I nuovi scienziati stabiliscono la veridicità delle proprie ipotesi su base sperimentale: ciò significa che, invece di affidarsi ad asserzioni tramandate dalla tradizione, sviluppano l'osservazione sistematica dei fenomeni; ogni ipotesi formulata deve essere poi giustificata tramite plurime successive verifiche. Tale approccio conoscitivo porta al superamento della distinzione tra sapere *teorico* e sapere *pratico*.

Da un punto di vista strettamente cosmologico, che più direttamente interessa gli scienziati sopra citati, è da notare come Copernico superi lo schema aristotelico-tolemaico dell'universo che era ancora il punto di riferimento delle speculazioni filosofiche del XV secolo: egli opera un radicale spostamento nell'universo fisico (pone al centro del sistema il Sole e non più la Terra: è la **concezione eliocentrica**) e induce un altrettanto innovativo "spostamento" nel mondo delle idee, che scalza l'uomo da una centralità ormai data per certa. Si parla dunque di "rivoluzione" anche perché, grazie ai contributi di **Galilei**, **Bacone** e **Cartesio**, gradualmente muta l'im-

A. ORIGINI E SVILUPPI DELLA SCIENZA NEL MONDO CLASSICO

Tra i regni ellenistici che nascono dopo la morte di Alessandro Magno, ricopre un ruolo di primaria importanza quello d'Egitto, la cui capitale culturale era Alessandria. Qui Tolomeo I (366-283 a.C. circa), chiama alla sua corte uomini illustri per cultura e fonda un vasto edificio, detto *Museo*, che ospita anche una ricca Biblioteca. Ad Alessandria affluiscono molti filosofi aristotelici, tra i quali Stratone di Lampsaco. Nel III secolo a.C. e nella prima metà del II si educano presso il Museo, oltre a Stratone ed al suo scolaro, il grande astronomo Aristarco di Samo, Euclide, i medici Erofilo di Calcedonia ed Erasistrato di Coo, Archimede di Siracusa e Apollonio di Perge, il geografo e matematico Eratostene di Cirene e stimati tecnici e ingegneri come Ctesibio e il suo scolaro Filone di Bisanzio. A differenza dei colleghi ateniesi, che indagano l'uomo e le sue possibilità di conoscenza e d'azione, i filosofi della scuola alessandrina preferiscono volgersi allo studio dei modi con cui l'uomo può organizzare la propria conoscenza del mondo fisico: essi, cioè, si impegnano in organiche raccolte di osservazioni empiriche, integrano invenzione e dimostrazione, scienza e tecnica (si pensi al "metodo" di Archimede) e determinano gli specifici campi d'azione delle scienze particolari (matematica, geometria, medicina, astronomia, geografia, meccanica, ecc.). Anche per questo motivo alcuni studiosi hanno ipotizzato che la nascita della scienza moderna vada retrodatata di duemila anni, e che Euclide e Archimede siano solo i due esponenti di maggior spicco in questa vasta schiera di raffinati scienziati. Pensatori della scuola di Alessandria come Eratostene di Cirene (III sec. a.C., il primo a fornire una misura straordinariamente vicina alla reale lunghezza del meridiano terrestre), o Aristarco di Samo (IV-III sec. a.C., ideatore dell'astronomia eliocentrica), solo per citarne alcuni, giungono a un elevato livello di elaborazione teorica e di pratica sperimentale. Purtroppo, anche a causa del generale disinteresse dei conquistatori romani verso la cultura scientifica e tecnologica alessandrina, la maggior parte dei testi originali di questi scienziati è andata perduta.

Molte delle loro teorie e delle loro ricerche sono riprese da autori dell'epoca imperiale; così nel II secolo d.C. Tolomeo, il più celebre astronomo dell'antichità, utilizza i dati dei suoi predecessori, come gli studiosi dei secoli seguenti si riappropriano delle teorie scientifiche ellenistiche riportate alla luce dal ritrovamento di manoscritti greci, arabi e bizantini importati in Italia dal crescente flusso di traffici commerciali e culturali.

Scienza è conoscenza dell'universale

Aristotele

Capire cosa Aristotele intenda per *scienza* è fondamentale, poiché il suo pensiero sarà punto di riferimento fino al XVII secolo. Aristotele distingue le scienze in *teoretiche* (teoriche), *pratiche* (concernenti le azioni e i comportamenti dell'uomo) e *poietiche* (relative alla produzione di oggetti, cioè alla tecnica; dal greco *poiên*: "fare, produrre"). Le scienze teoretiche si articolano a loro volta, a seconda del proprio oggetto, in *filosofia prima* (o, come verrà detta molti secoli dopo Aristotele, *metafisica*), *fisica*, *matematica*.

Il passo riportato spiega come, secondo Aristotele, unico elemento comune alle singole scienze è che esse prescindono necessariamente dalla *sensazione*. La sensazione è infatti acquisizione di dati particolari, che variano di volta in volta a seconda delle caratteristiche delle realtà osservate e a seconda dei momenti; la sensazione non può, quindi, dare la conoscenza di ciò che è universale, che si estende, cioè, a tutti i casi e che si verifica ovunque e sempre. Poiché, dunque, la scienza è scienza dell'universale e si svolge mediante dimostrazioni di concetti universali, non può fondarsi sulla sensazione, che è conoscenza del particolare.

Per esemplificare il proprio pensiero, Aristotele offre qui un esempio di *esperimento intellettuale*: egli, capovolgendo la prospettiva consueta, ipotizza un'eclissi "terrestre" vista dalla Luna; conclude sostenendo che, anche in questo caso, per quanto eccezionale sia la situazione simulata, una singola osservazione mai sarebbe in grado di spiegare *perché* (e un *perché in generale*, valido sempre e ovunque) quel fenomeno dell'eclissi si verifichi. In ogni caso, conclude Aristotele, la *caccia* all'universale parte proprio dall'esperienza, dall'osservazione ripetuta di casi particolari, in altri termini dall'*induzione*. Ma l'universale può esser raggiunto solo con l'intervento di una funzione superiore al senso, l'intelletto.

Non è possibile [elaborare una] scienza attraverso la sensazione¹. Infatti, anche se la sensazione si rivolgesse a una certa proprietà e non a un oggetto determinato, tuttavia sarebbe necessariamente la sensazione di un oggetto determinato, in qualche luogo e nel momento attuale. È impossibile avere la sensazione dell'universale e di ciò che è in tutti
5 gli oggetti: esso, infatti, non è né un oggetto determinato né esiste nel presente, altrimenti non sarebbe universale. Infatti diciamo universale ciò che è sempre e ovunque. Poiché, dunque, le dimostrazioni sono universali e non è possibile avere sensazioni degli universali, è chiaro che non è neppure possibile avere scienza mediante la sensazione; anzi è
10 evidente che, anche se fosse possibile percepire che nel triangolo la somma degli angoli interni è eguale a due retti, ne dovremmo cercare la dimostrazione e non ne avremmo ancora la scienza, come invece affermano alcuni. Infatti la sensazione si rivolge necessariamente all'oggetto individuale, mentre la scienza è conoscenza dell'universale. Perciò, anche se, trovandoci sulla luna, vedessimo la Terra che ostacola il passaggio della luce solare, non conosceremmo ancora la causa dell'eclissi; avremmo, piuttosto, la sensazione
15 che in quel momento c'è l'eclissi, ma non ne potremmo percepire assolutamente il perché, in quanto la sensazione dell'universale non è possibile. Tuttavia, quando avessimo osservato di frequente un tale avvenimento, potremmo, dopo aver orientato la nostra ricerca verso l'universale, raggiungere la dimostrazione. In effetti l'universale diviene chiaro attraverso il ripetersi di più casi individuali. E l'universale è prezioso perché
20 mostra la causa [...].

da *Analitici secondi*, I, 28, 87a 38b4, in *Filosofia*, Atlas, Bergamo, 1998

1. sensazione: per Aristotele il termine ha il significato globale che la psicologia moderna attribuisce a "percezione", indica cioè la conoscenza sensibile di un oggetto intero.

Lavoro sul testo

1. Rispondi, in non più di dieci righe per ciascuno, ai seguenti quesiti a risposta singola riguardanti il brano:
 - a. Che cosa sostiene Aristotele a riguardo della *sensazione*?
 - b. Perché la scienza è definita come *conoscenza dell'universale*?
 - c. Qual è il senso del paragone proposto dall'autore?
 - d. Spiega con parole tue la seguente frase: *l'universale diviene chiaro attraverso il ripetersi di più casi individuali*.
2. Aristotele, pur asserendo che la scienza è conoscenza dell'universale, cioè conoscenza per concetti, afferma che i concetti si formano dall'esperienza, precisamente dalla sensazione, attraverso il processo chiamato "induzione". Cerca informazioni dettagliate inerenti questo termine ed il suo significato, poi esponilo oralmente alla classe, avvalendoti anche di esempi che possano più efficacemente illustrare l'accezione del termine in campo filosofico.
3. Rifletti su quanto hai letto nel presente testo e – se ti è possibile – cerca sull'argomento altri passi dell'autore; dopo avere raccolto il materiale necessario, scrivi il seguente saggio breve (max 3 colonne di foglio protocollo):
Aristotele e la nascita della scienza

Il punto forse più alto raggiunto dal sapere scientifico nell'atichità è costituito dal pensiero di Ippocrate (470 a.C. – 420 a.C.) e dalla sua scuola di medicina, fiorita a Coa. È soprattutto il suo metodo di indagine ad avere influito sugli sviluppi della medicina e, in misura rilevante, sulla riflessione filosofica. Contro l'atteggiamento, puramente empirico-descrittivo ed elencativo, dei medici di Cnido e contro quello di segno opposto, cioè ancorato a principi e ad ipotesi troppo astratti, delle scuole mediche di Crotone e di Agrigento, Ippocrate punta, infatti, a un metodo di ricerca medica nel quale trovino posto, nello stesso tempo, l'esperienza e il ragionamento.

Secondo Ippocrate, i ragionamenti compiuti senza alcun sostegno dell'esperienza raramente possono essere utili. Solo quelli tratti dall'osservazione dei fatti sono idonei ad affrontare i problemi della diagnosi e della cura delle malattie con possibilità di esito positivo.

Alcuni storici della scienza, avendo constatato che le opere ippocratiche appartengono a periodi diversi e lontani tra loro (sostenendo, inoltre, tesi non sempre congruenti) e nell'impossibilità di attribuire con sicurezza ad Ippocrate le idee che a lui tradizionalmente vengono ascritte, ritengono più corretto parlare sempre e solo di testi "ippocratici". Di questo *Corpus hippocraticum* fa parte anche l'opera intitolata *L'antica medicina* che è quasi sicuramente di Ippocrate e presenta particolare interesse per la rivendicazione dell'autonomia e della specificità della medicina rispetto alla filosofia. Di essa si riportano i paragrafi iniziali.

- Quanti si sono accinti a parlare o a scrivere di medicina, fondando il proprio discorso su un postulato, il caldo o il freddo o l'umido o il secco o quale altro abbiano scelto, troppo semplificando la causa originaria delle malattie e della morte degli uomini, a tutti i casi attribuendo la medesima causa, perché si basano su uno o due postulati, costoro
- 5 sono palesemente in errore su molte cose e persino nelle loro affermazioni¹, ma soprattutto sono da biasimare perché sbagliano intorno ad un'arte di fatto esistente, della quale tutti fruiscono nelle circostanze più gravi e molto ne onorano i buoni praticanti e professionisti. Vi sono in effetti medici dappoco, altri molto superiori: ora, se la medicina non esistesse affatto e nel suo ambito nulla si fosse indagato né scoperto, ciò non sarebbe
- 10 possibile, ma tutti, a proposito di essa, sarebbero parimenti sprovvisti di esperienza e di scienza, e dal caso sarebbe governato tutto quanto riguarda i malati. Ora però non è così, e, come in tutte le altre arti i professionisti differiscono molto fra loro per abilità manuale e per valore intellettuale, lo stesso avviene anche nella medicina². Perciò io non ho davvero ritenuto che ad essa occorresse un nuovo postulato alla stregua delle cose
- 15 inespugnabili e inesplicabili, per le quali è necessario, se qualcuno s'accinga a parlarne, servirsi di un postulato, ad esempio le cose celesti o sotterranee; se qualcuno pronunciasse giudizi intorno ad esse e alla loro condizione, né a lui stesso che parla né a chi lo ascolta sarebbe chiaro, se essi siano veri o no. Non vi è infatti alcun punto di riferimento grazie al quale raggiungere la certezza³.
- 20 Ma la medicina da gran tempo ormai dispone di tutti gli elementi, e il principio e la via son stati scoperti, grazie ai quali in lungo corso di tempo sono state fatte molte ed egregie scoperte, e il resto nel futuro sarà scoperto, se qualcuno, in grado di farlo e a conoscenza di quanto già è stato scoperto, da questo prendendo le mosse porterà avanti la ricerca. Chi invece, scartato tutto ciò e rifiutatolo, lungo un'altra via e secondo un altro
- 25 schema s'accinge alla ricerca e asserisce di aver trovato qualcosa, si è ingannato e s'inganna: perché è impossibile. E per quali necessarie ragioni sia impossibile, io cercherò

1. Quanti... affermazioni: Ippocrate qui polemizza contro i medici che si sono lasciati influenzare dalla filosofia, in particolare Empedocle (che parla delle proprietà fondamentali dei quattro elementi, *caldo, freddo, umido e secco*), e si sono eccessivamente legati ai postulati teorici.

2. Ora... medicina: Ippocrate rivendica l'autonomia della medicina come "arte" (*techné*), cioè come sapere organizzato, ed insiste sulla sua precisa finalità pratica.

3. Perciò... certezza: Ippocrate polemizza contro le scuole filosofiche che pretendono di fare a meno dell'esperienza.

di dimostrarlo dichiarando e dimostrando che cosa è l'arte. Da ciò risulterà chiaro che sono impossibili scoperte ottenute per altre vie che questa⁴. Soprattutto mi sembra che si debba, parlando di quest'arte, discutere di cose note ai profani: non d'altro infatti si
 30 deve far questione e discorso se non dei mali che costoro stessi subiscono e soffrono. Per essi – che son sprovveduti – non è certo facile comprendere i loro propri mali, come sorgano e cessino e per quali ragioni s'accrescano o scemino, ma se da altri tutto ciò è stato scoperto e viene esposto, allora riesce agevole; perché ciascuno, ascoltando, nul-
 35 l'altro fa se non ricordare ciò che è accaduto a se stesso. Chi poi mancasse la presa sulla comprensione dei profani e non conducesse gli ascoltatori in tale disposizione, sulle cose stesse mancherebbe la presa⁵.
 E per tutte queste ragioni la medicina non ha alcun bisogno di postulati.

da *L'antica medicina*, in *Opere*, a c. di M. Vegetti, Utet, Torino, 1965

4. Da ciò... questa: la medicina è una scienza autonoma prima di tutto perché possiede propri principi e un proprio metodo (la "via").

5. Chi poi mancasse... la presa: per Ippocrate la medicina scientifica si basa soprattutto sull'*anamnesi* (che significa

"ricordo", termine ancora oggi in uso) e cioè il racconto che gli ammalati fanno dell'origine e dello sviluppo della propria malattia. Ancora una volta Ippocrate rimarca la necessità di partire dall'esperienza.

Lavoro sul testo

- Formula cinque domande in modo tale che le risposte colgano gli aspetti salienti del brano proposto; riporta poi qui di seguito i suddetti quesiti e preparane una esauriente risposta orale:
 -
 -
 -
 -
 -
- Come si è visto, l'attualità del pensiero di Ippocrate sta nel connubio da lui proposto tra *ragionamento* ed *esperienza*. Identica vocazione empirica lo fa propendere verso una precisazione dell'ambito della medicina, che deve acquisire una propria delineata fisionomia, svincolata da astratte speculazioni filosofiche. Ricerca nel brano proposto le parti che meglio evidenziano gli aspetti scientifici "moderni" della medicina ippocratica, trascrivile e a fianco di ciascuna di esse poni un tuo breve commento.
- Dopo esserti adeguatamente documentato, esprimi, in un saggio breve di circa 40 righe, i tuoi pareri in merito all'attuale medicina e agli esperimenti genetici, soprattutto quelli relativi alla clonazione.
- Avvalendoti dei libri a disposizione nella biblioteca scolastica, o dei mezzi informatici, rintraccia informazioni sulla medicina ippocratica e su "altre" medicine (come, ad esempio, lo sciamanesimo o la medicina tradizionale cinese) ed abbozza una scaletta che ti serva da base per una relazione orale che le raffronti.

Proposte di lavoro

1. Nella concezione aristotelica la natura è nettamente divisa in due realtà, celeste e terrestre (o “sublunare”). La prima va dai cieli più lontani fino alla Luna; la seconda comprende l’intera regione sublunare con la Terra, che si colloca al centro dell’universo. Mondo celeste e mondo sublunare differiscono per due aspetti essenziali: l’elemento da cui sono formati e il tipo di movimento che li caratterizza. Aristotele ritiene poi che ad ogni astro appartenga una propria forma, cioè una vera e propria anima o intelligenza divina. Tale idea, per la quale il cielo è “il luogo degli dei”, appartiene a buona parte della cultura greca ed il pregiudizio circa la differenza costitutiva dei cieli verrà superato solo con la scienza moderna, in quanto fino al Seicento viene accettato supinamente sulla base dell’autorità dell’*Ipse dixit*, principio che ritieni indiscutibili le affermazioni dei “grandi”.

Informati adeguatamente sull’argomento, quindi scrivi ed intitola un saggio breve (max 4 colonne, da destinare ad un fascicolo di documentazione scolastica) che analizzi la responsabilità dell’*Ipse dixit* sugli sviluppi o sui ritardi della scienza.

2. Archimede (Siracusa, III sec. a.C.) avrebbe formulato molte delle sue più alte teorie prendendo le mosse da esigenze pratiche, come la richiesta fattagli da Gerone di Siracusa di accertare se una corona da lui commissionata fosse stata realmente fatta in oro o di realizzare di strumenti bellici per la difesa di Siracusa (i celebri specchi ustori che avrebbero concentrato i raggi del sole sulle navi romane per bruciarle). *Scienza e tecnica* sono dunque per Archimede strettamente connesse: la tecnica realizza la scienza, la rende utile, la impegna al servizio dell’uomo, ma essa deve fondarsi sul sapere scientifico, non solo sulla pratica, e il sapere scientifico richiede un metodo rigoroso dove invenzione e dimostrazione si integrino.

Ricerca nella biblioteca scolastica o comunale ulteriori informazioni sul pensiero di Archimede, e poi immagina di potergli rivolgere una intervista immaginaria, incentrata sulla sua concezione dello scienziato nella società. Elabora il tuo lavoro in forma di articolo di giornale.



3. Galeno (I sec.d.C.), dopo Ippocrate, fu senza dubbio uno dei medici più importanti dell’antichità. Medico dei gladiatori, gli si attribuiscono scoperte di somma importanza, riferite, tra l’altro, in dettagliate descrizioni delle ossa e dei muscoli. Sul piano teorico, Galeno recupera la concezione finalistica e quella delle cause di origine aristotelica, mentre dalla più antica tradizione ippocratica riprende la teoria dei quattro umori, che determinano i vari tipi di temperamento (sanguigno, flemmatico, collerico o malinconico) a seconda della loro prevalenza. In realtà l’opera di Galeno è estremamente problematica e sorge da un continuo dibattito tra la tesi estrema dell’empirismo, che giungeva a negare la possibilità di fondare una scienza medica, e l’esigenza di cogliere, attraverso l’esperienza stessa, le condizioni che permettono di dominare e ordinare i dati dell’esperienza.

Ricerca informazioni sul pensiero di Galeno e quindi tratta, in circa 40 righe, il seguente argomento:

Ippocrate e Galeno: due studiosi a confronto.

Ippocrate, Galeno e Avicenna conversano di argomenti zoologici.
Dall’*Hortus sanitatis*, Magenza, 1491.

B. DAL MEDIOEVO ALLA SCIENZA MODERNA

Nel Medioevo, l'**età carolingia** offre grande impulso alla cultura e al tentativo di dare risposte al **problema della conoscenza del mondo**. Il maggiore filosofo dell'epoca, **Giovanni Scoto Eriugena** (IX sec.) interpreta la natura e il mondo come espressioni della volontà divina.

Dopo l'anno Mille, con l'accresciuto potere delle città, si formano grandi scuole che divengono punti di riferimento culturale: in questi centri, destinati a trasformarsi in università, filosofia e teologia sono le discipline imprescindibili, ma discreta importanza assumono anche le discipline scientifiche del quadrivio (aritmetica, geometria, musica, astronomia) soprattutto nella celebre **scuola di Chartres**, fra i cui esponenti si ricorda **Teodorico di Chartres** (XI sec.), noto per la sua interpretazione della creazione in modo meccanicistico¹. Anche **Ugo di San Vittore** (XI sec.) si occupa di scienza, e si propone di dimostrare la perfetta congruenza di ragione e fede, sapere sacro e profano.

Nel XIII secolo si risveglia l'interesse per la filosofia naturale grazie alla diffusione dell'aristotelismo, dapprima osteggiato dalla Chiesa come eretico, poi recuperato in senso cristiano. In questo periodo si sviluppano le università, nelle quali emergono filosofi in parte precursori del metodo scientifico, che sostengono l'importanza dell'osservazione sperimentale e la differenza tra ciò che può essere verificato e ciò in cui si crede per fede. **Tommaso d'Aquino** (XIII sec.) s'interessa del problema scientifico commentando Aristotele; ciò gli determina un'accoglienza ostile presso i suoi contemporanei: alcune sue tesi sono addirittura condannate nel 1277 dall'autorità ecclesiastica di Parigi e di Oxford perché ritenute pericolose per la dottrina tradizionale; soprattutto è contestato l'**ileomorfismo** che egli ha desunto da Aristotele e che interpreta l'uomo come *sinolo*, ossia insieme di materia-corpo e forma-anima. Un altro teologo significativo dell'epoca è l'inglese Roger Bacon (**Ruggero Bacone**), che nella sua *Opus maius* ordina le scienze in modo da costituire una completa giustificazione razionale del Cristianesimo; pur non essendo un vero sperimentatore, egli sostiene l'importanza dell'esperienza, che è anche illuminazione divina.

Notevole per gli sviluppi successivi è il pensiero dell'inglese **Giovanni Duns Scoto** (XIII sec.), perché distingue fra scienza e fede; la sua formazione ed il suo insegnamento presso le università di Oxford e Parigi avvengono in un periodo di forti tensioni dottrinali: in seno alla Chiesa la scuola francescana segue il tradizionale neoplatonismo di Agostino, mentre la scuola domenicana, sul versante opposto, difende l'aristotelismo moderato di san Tommaso. Duns Scoto rifiuta di allinearsi con una delle due correnti e tenta piuttosto di conciliarne le istanze.

Il Trecento inizia con una presa di posizione teocratica da parte di Bonifacio VIII: il suo programma, inteso a restaurare la supremazia pontificia nel campo spirituale e in quello temporale, causa una profonda crisi della Chiesa. Importante pensatore di questo secolo è **Guglielmo di Ockham** che riprende il pensiero di Duns Scoto e sostiene che la conoscenza può essere solo empirica, ma non esclude la possibilità di un'**intuizione dell'intelletto** che apra la via ad una conoscenza, relativa, di ciò che non è sensibile o materiale.²

1. Dio crea i quattro elementi (aria e fuoco che costituiscono il Cielo, acqua e terra che costituiscono la Terra) disponendoli in sfere concentriche; la sfera di fuoco ruotando illumina l'aria e provoca la distinzione fra giorno e notte, successivamente fa vaporizzare l'acqua separandola dalla terra sulla quale il suo calore crea la vita e origina la comparsa dell'uomo a immagine e somiglianza di Dio.

2. A Guglielmo di Ockham si deve un'anticipazione del principio d'inerzia (egli disse, infatti, che affinché un corpo si muova non è necessario un motore e citò ad esempio il proiettile che continua a muoversi dopo che è stato lanciato) e della relatività galileiana del movimento (sostenne che le determinazioni spaziali come alto, basso, centro sono relative all'universo in cui vengono determinate).

Seguaci di Ockham sono il francese **Giovanni Buridano**, vissuto fra XIII e XIV secolo, e **Nicola Oresme**, i maggiori esponenti della riflessione scientifica di questo periodo ed entrambi docenti all'università di Parigi. Buridano elabora la teoria dell'*impetus*, che spiega l'accelerazione di caduta dei gravi mediante l'acquisizione, da parte dell'oggetto cadente, di una serie di *impeti* che si aggiungono alla sua gravità. Oresme è ricordato soprattutto per aver approfondito la relazione fra spazio e tempo e per aver introdotto nelle rappresentazioni grafiche un sistema di coordinate precursore di quelle cartesiane: egli rappresenta graficamente il moto in relazione a due assi ortogonali che chiama *Longitudo* e *Latitudo*. Tali risultati, che precorrono sia il principio galileiano di conservazione del moto, sia lo stesso principio di inerzia di Newton, anticipano i moderni concetti di energia cinetica e potenziale. Notevole è anche l'attenzione che i due studiosi prestano alla **semantica** dei termini: **nelle opere sia in latino sia in volgare** francese, essi testimoniano l'approfondimento delle proprietà dei termini e l'analisi del rapporto tra parola, concetto e realtà. Inoltre, grazie all'opera di questi studiosi, si diffonde gradualmente l'idea che la scienza sia un mezzo indispensabile per realizzare un **dominio umano sulla natura** finalizzato alla produzione di dispositivi utili all'uomo. Così, sviluppo scientifico e sviluppo tecnico vengono tendenzialmente considerati in parallelo (anche se non identificati) e ritenuti, soprattutto, fattori indispensabili al **progresso umano**, la cui idea si diffonde progressivamente nella cultura, anche se si affermerà compiutamente solo nel secolo successivo.

La "scienza" nel Medioevo

Nicola Oresme

La scoperta più originale di Nicola Oresme (o "di Oresme", dalla località di nascita, in Francia: 1325-1382) è invece la relatività del movimento, che legittima l'ammissione del moto della Terra di contro all'immobilità sostenuta dalla fisica aristotelica e dall'astronomia tolemaica. Oresme si avvicina a quelle che sarebbero state, due secoli più tardi, le concezioni copernicana e galileiana dell'astronomia e della fisica: egli afferma che la prova di tipo empirico tradizionalmente portata a sostegno dell'immobilità della Terra (ossia l'apparenza del moto celeste) non aveva alcun valore in quanto poteva essere spiegata ugualmente bene mediante l'ammissione del moto della Terra. I sensi testimoniano il movimento, ma rimane da dimostrare che cosa sia in movimento, se la volta celeste o la Terra. Il brano riportato mostra appunto quanto, anche nel Medioevo, l'efficacia del sistema tolemaico non fosse tale da impedire l'elaborazione di ipotesi alternative.

[...] Suppongo inoltre che il moto locale non possa essere percepito dai sensi se non nello stesso modo in cui si percepisce una diversa disposizione di un corpo rispetto a un altro corpo. Per esempio, se un uomo si trova su una nave chiamata a, la quale sia mossa di moto regolare, velocemente o lentamente, e se quest'uomo non vede altro che un'altra nave chiamata b, la quale si muova con moto esattamente uguale a quello di a, nella quale egli si trova, dico che sembrerà a quest'uomo che nessuna delle due navi si muova. E se a è immobile e b si muove, gli sembrerà che a muoversi sia b; e se a si muove e b è immobile, ancora gli sembrerà che a sia immobile e che b si muova. E così, se per un'ora a restasse immobile e b si muovesse, e nell'ora successiva e converso¹ si muovesse a e b restasse immobile, quest'uomo non potrebbe percepire questo mutamento o variazione, ma avrebbe continuamente l'impressione che a muoversi fosse b, e ciò risulta dall'esperienza. E la causa è che questi due corpi a e b sono tra loro sempre nella stessa disposizione reciproca, che a si muova e b sia in quiete o, e converso, che b si muova e a sia in quiete. E nel IV libro della *Perspectiva* di Witelo² si dice che non si può percepire un movimento se non attraverso la percezione del fatto che un corpo è disposto diversamente rispetto a un altro. Dico dunque che se, delle due parti del mondo suddette, quella superiore fosse oggi mossa di moto diurno, come è, e quella inferiore no, e domani avvenisse, al contrario, che a muoversi di moto diurno fosse quella inferiore, e l'altra, ossia il cielo, no, ecc., noi non potremmo affatto percepire questo mutamento, ma tutto sembrerebbe essere a un modo, per quanto riguarda ciò, oggi e domani. E a noi sembrerebbe sempre che la parte in cui ci troviamo fosse in quiete e l'altra sempre in moto, così come a un uomo che si trovi su una nave in movimento sembra che a muoversi siano gli alberi fuori della nave. E similmente se un uomo fosse in cielo, supposto che esso fosse mosso di moto diurno, e se quest'uomo, portato in volta dal cielo, vedesse chiaramente la terra e percepisce distintamente i monti, le valli, i fiumi, le città e i castelli, gli sembrerebbe che la terra fosse mossa di moto diurno, così come sembra del cielo a noi che siamo in terra. E similmente, se la terra fosse mossa di moto diurno e il cielo no, ci sembrerebbe che la terra fosse in quiete e il cielo in moto, come può facilmente immaginare chiunque abbia buon intelletto. E da ciò emerge chiara la risposta alla prima esperienza, ossia che il sole e le stelle ci sembrano tramontare e sorgere e il cielo ruotare a causa del moto della terra e del mondo elementare in cui noi abitiamo.

da *Il libro del cielo e del mondo*, in M. Clagett, *La scienza della meccanica nel Medioevo*, trad. di L. Sosio, Feltrinelli, Milano, 1972

1. e **converso**: al contrario.

2. **Witelo**: studioso polacco del XIII secolo che s'interessò d'ottica nell'opera qui citata, *Perspectiva*.

Lavoro sul testo

1. Riscrivi in forma abbreviata e semplificata, utilizzando un linguaggio e un lessico contemporaneo, il brano di Oresme.
2. Sintetizza oralmente i concetti espressi nel passo riportato.
3. Se non la prima, questa di Oresme è sicuramente una delle più vivaci illustrazioni della relatività nella percezione del movimento. Argomentazioni simili a quelle di Oresme servono da introduzione all'indagine di Albert Einstein. Approfondisci la tua conoscenza del pensiero di Oresme rintracciando informazioni in proposito su un buon manuale filosofico o su Internet; cerca quindi notizie sul pensiero del fisico Albert Einstein (1879-1955) ed elabora i risultati della tua analisi in una relazione dal titolo *Relatività: esposizione divulgativa*.

I grandi mutamenti intervenuti nel campo delle scienze a partire dalla “Rivoluzione copernicana” hanno spinto a identificare il pensiero moderno con la nuova immagine del mondo fornita dalla scienza dell'epoca. Soprattutto l'epistemologia contemporanea ha fatto di questo momento cruciale della storia della cultura umana un oggetto privilegiato di indagine e di discussione, vedendo proprio nella discontinuità dello sviluppo scientifico verificatasi in questa fase – più ancora che nella cultura umanistico-rinascimentale – l'avvento della *modernità*.

La stessa idea di *scienza* assume aspetti del tutto nuovi: quella di un sapere soggetto a verifiche sistematiche, fondato su un saldo impianto matematico, affidato ad audaci teorie e ipotesi unificanti dell'universo, ma capace anche di sostituirle con altre in grado di fornire risposte più esaurienti.

La fase di svolta è unanimemente individuata nella sostituzione dell'eliocentrismo al geocentrismo operata da Copernico, ma la rivoluzione astronomica ha oltrepassato il suo pensiero, che si muove, per molti versi, ancora in un contesto tradizionale di idee. Si legga il seguente pensiero dello storico e filosofo della scienza Thomas Kuhn:

Copernico viene spesso definito come il primo astronomo moderno, in quanto fu il primo a sviluppare integralmente un sistema fondato sul moto della Terra. Ma, come dimostra il testo del *De Revolutionibus*, altrettanto opportunamente lo si potrebbe definire come l'ultimo grande astronomo tolemaico. L'astronomia tolemaica era molto di più di un'astronomia basata unicamente sull'immobilità della Terra ed è soltanto in funzione della posizione e del moto della Terra che Copernico rompe con la tradizione tolemaica. La struttura cosmologica, in cui fu inserita la sua astronomia, la sua fisica terrestre e celeste e perfino gli accorgimenti matematici che egli usò per far sì che il suo sistema potesse fornire previsioni adeguate alla realtà, appartengono tutti alla tradizione che gli scienziati antichi e medievali avevano costruito.

da *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale*,
Einaudi, Torino, 1975

La vera rivoluzione sta infatti nella successiva matematizzazione dei modelli astronomici, nell'introduzione di nuovi strumenti di osservazione come il telescopio, nella inedita considerazione unitaria della fisica celeste e di quella terrestre.

Il brano che segue, tratto dalla lettera dedicata a papa Paolo III e premessa da Copernico alla propria opera *Le rivoluzioni dei corpi celesti*, mostra l'intento dell'autore di tranquillizzare il pontefice circa il contenuto esclusivamente *scientifico* del proprio lavoro.

- Con sufficiente sicurezza posso pensare, Santissimo Padre, che non appena alcuni avranno appreso che in questi miei libri scritti sulle rivoluzioni delle sfere del mondo si attribuiscono al globo terrestre alcuni movimenti, subito proclameranno a gran voce che io devo essere messo al bando insieme con tale opinione. Né, per la verità, le mie cose mi piacciono al punto ch'io non voglia ponderare ciò che altri su di esse giudicherà. E quantunque sappia che le riflessioni del filosofo sono lontane dal giudizio del volgo, perché è suo studio ricercare la verità in tutte le cose, nella misura in cui ciò è consentito alla ragione umana da Dio, nondimeno penso che si debbono fuggire le opinioni affatto estranee alla rettitudine. Così, quando fra me e me pensavo quanto assurdo avrebbero valutato questo ἀκρόαμα [discorso] coloro che fanno confermata dal giudizio di molti secoli l'opinione che la Terra sta immobile in mezzo al cielo, quasi posta a centro di esso, se al contrario avessi asserito che la Terra si muove, a lungo esitai se dare in luce i miei commentari scritti a dimostrazione di tale movimento, oppure se non fosse meglio seguire l'esempio dei pitagorici e di alcuni altri che erano soliti tramandare i misteri della filosofia soltanto a congiunti ed amici non per iscritto, ma oralmente [...].
- 15 Mentre, dunque, andavo valutando fra me e me queste cose, il disprezzo, che dovevo temere per la novità e l'assurdità di questa opinione, per poco non mi spinse ad abbandonare affatto l'opera compiuta. Ma gli amici me ne distolsero, sebbene esitassi a lungo ed anche riluttassi. [...]

20 Ma forse la Tua Santità non si meraviglierà tanto che io ardisca dare in luce le mie riflessioni, dopo che mi assunsi per elaborarle tanto lavoro che non dubitai di confidare anche per lettera i miei pensieri sul movimento della Terra bensì si aspetterà soprattutto di udire da me come mi venne in mente di osare d'immaginare – contro l'opinione universalmente accolta dai matematici, e quasi contro il senso comune – qualche movimento della

25 Terra. Così non voglio nascondere alla Tua Santità che nient'altro mi mosse a pensare a un altro modo di calcolare i movimenti delle sfere del mondo, se non che compresi che i matematici non sono fra loro stessi concordi nell'indagarli. [...]

Pertanto, dopo avere a lungo riflettuto su questa incertezza dell'insegnamento delle matematiche a proposito della ricostituzione dei movimenti delle sfere dell'orbe, fui

30 preso da irritazione per il fatto che nessun calcolo sicuro dei movimenti della macchina del mondo – creata per noi dal migliore e più perfetto artefice – fosse noto ai filosofi, che pure avevano scrutato con tanta cura le minime cose di questo mondo. Perciò mi assunsi l'impresa di raccogliere i libri di tutti i filosofi,¹ che potessi avere, al fine di indagare se mai qualcuno avesse opinato che i movimenti delle sfere del mondo fossero

35 diversi da quelli che ammettono coloro che insegnano matematiche nelle scuole. E trovai così innanzi tutto in Cicerone che Niceto aveva pensato che la Terra si muovesse. Poi anche in Plutarco trovai che altri ancora erano della stessa opinione, e per rendere accessibili a tutti le sue parole, pensai di trascriverle qui:

“Altri pensano che la Terra sia ferma, ma Filolao il Pitagorico ritiene che si muova ruotando intorno al fuoco con un cerchio obliquo, alla stregua del Sole e della Luna. Eraclide Pontico ed Ecfanto il Pitagorico fanno pure muovere la Terra, ma non attraverso lo spazio, bensì a guisa di ruota, da occidente a oriente, intorno al suo stesso centro”².

Di qui, dunque, imbattutomi in questa opportunità, presi anch'io a pensare alla mobilità della Terra. E quantunque assurda apparisse tale opinione, tuttavia poiché sapevo che ad

45 altri prima di me fu concessa la libertà di immaginare alcuni circoli per indicare i fenomeni degli astri, pensai che anche a me sarebbe stato facilmente permesso sperimentare se, posto un certo movimento della Terra, si potessero trovare più ferme dimostrazioni, di quel che fossero le loro, nella rivoluzione degli orbi celesti. Pertanto, supposti i movimenti che più avanti nella mia opera attribuisco alla Terra, trovai finalmente, dopo

50 molte e lunghe osservazioni che se si rapportavano alla circolazione della Terra i movimenti delle altre stelle e si calcolavano per la rivoluzione di ogni stella, non solo ne conseguivano i fenomeni di esse, ma anche gli ordini e le grandezze delle stelle e di tutti gli orbi, e lo stesso cielo così si connette che in nessuna sua parte può trasporci qualcosa senza che ne derivi confusione nelle altre parti e nella sua totalità. Perciò anche nel

55 seguito dell'opera seguì quest'ordine, e nel primo libro descrivo tutte le posizioni degli orbi con i movimenti che attribuisco alla Terra, affinché questo libro contenga quasi la costituzione generale dell'universo. Negli altri libri, poi, rapporto i movimenti delle altre stelle e di tutti gli orbi alla mobilità della Terra, affinché di lì si possa dedurre in quale misura sia possibile salvare i movimenti e le apparenze delle altre stelle e degli orbi, se si rapportano al movimento della Terra. E non dubito che gli ingegnosi e dotti matematici mi approveranno se – come la filosofia innanzi tutto richiede – vorranno conoscere e ponderare non superficialmente, ma a fondo ciò che porto in quest'opera a dimostrazione di queste cose.

60

da *Le rivoluzioni dei corpi celesti*, a c. di A. Koyré, trad. di C. Vivanti, Einaudi, Torino, 1975

1. Perciò... filosofi: il tentativo di Copernico di recuperare la tradizione si inserisce nella generale tendenza degli scienziati di affermare il carattere rivoluzionario delle proprie affermazioni collegandole ai risultati già esistenti, al

fine di farle accettare con maggior facilità.

2. E trovai... stesso centro: Copernico si riferisce al pensiero di vari filosofi e astronomi dell'antichità.

Lavoro sul testo

- Rispondi ai seguenti quesiti riguardanti il testo di Copernico:
 - Quale atteggiamento dimostra Copernico nei confronti delle tradizionali ipotesi riguardanti l'immobilità terrestre? (max 10 righe)
 - Con quale registro si rivolge al pontefice? (max 8 righe)
 - Perché l'autore distingue il lavoro dei matematici da quello dei filosofi? (max 10 righe)
 - Qual è il significato dell'ultima frase riportata nel brano? (max 10 righe)
- Copernico parte da una constatazione oggettiva (*l'incertezza nell'insegnamento delle matematiche*) e ne desume la scarsa "scientificità" di quanto asserito da alcuni matematici. Decide quindi di compiere un passo indietro e di recuperare la tradizione filosofica, al fine di agevolarci il cammino collegando le proprie affermazioni agli illustri risultati già esistenti.
Sottolinea nel testo le parti che evidenziano questo atteggiamento, trascrivile quindi sul quaderno e poni un tuo personale commento a fianco di ciascuna di esse.
- Copernico mantiene alcuni fondamentali aspetti dell'astronomia tolemaica, ad esempio l'idea che l'universo sia un sistema *chiuso*, nel quale il Sole si colloca *al centro*, sia cioè un universo finito e non infinito, come aveva affermato in precedenza Cusano; egli conserva anche l'idea che vi siano delle sfere cristalline celesti e che il Sole debba essere al centro del sistema per poter meglio illuminare il cosmo. Né va dimenticato che, pur attribuendo il movimento alla Terra, egli lo descrive come movimento *circolare* e non ellittico, come dimostrerà più tardi Keplero. Dopo aver approfondito la conoscenza del suo pensiero proponi alla classe un lavoro di gruppo che analizzi l'argomento ed allarghi il discorso ad altri scienziati "eliocentrici", quali, ad esempio, Giordano Bruno.

Natura e metodo

Francesco Bacone

La questione del metodo diviene centrale nella riflessione filosofica del XVII secolo. *Metodo* è termine che deriva dal greco e che letteralmente significa "la strada" (*odòs*) "attraverso cui" (*metà*). All'etimologia fa riferimento il significato di metodo come insieme di procedimenti miranti a un fine. Cartesio (René Descartes, 1596-1650) pone, al suo famoso *Discorso sul metodo*, il sottotitolo: "per ben condurre la propria ragione e trovare la verità nelle scienze". Nel XVII secolo, in cui la questione della conoscenza diviene centrale, il compito del metodo sta nel guidare il processo conoscitivo verso la certezza. A determinare la necessità di impostare in modo nuovo la questione del metodo è anche la crisi dell'Aristotelismo, che per secoli aveva rappresentato per il sapere dell'Occidente un modello indiscutibile. A fondamento dei nuovi metodi si trovano i due principi d'autorità del sapere: la ragione e l'esperienza. Prevale la sola ragione nel metodo di Cartesio, mentre sono presenti, in vario modo, la ragione e l'esperienza in quelli di Bacone, Galilei e Newton.

A sottolineare ulteriormente la discontinuità fra vecchia e nuova immagine della scienza contribuisce il meccanicismo teorizzato da Cartesio, cioè l'idea che la realtà sia costituita – essenzialmente – da materia estesa soggetta a movimento e matematicamente determinabile. La natura viene rappresentata come se fosse stata "scritta" in lingua matematica da Dio, oppure come un immenso *orologio*, costituito da meccanismi che interagiscono causalmente l'uno sull'altro, in base a funzioni matematicamente determinate (e dalla scienza determinabili).

Ma a costruire tale immagine del mondo è soprattutto la dinamica di Galileo Galilei (1564-1642), che studia le leggi del movimento. Grazie ad essa, vengono liquidate l'immagine finalistica della scienza platonico-aristotelica, l'indagine sulle "essenze" ultime delle cose e l'idea rinascimentale della natura animata:

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

da *Il sagggiatore*

Il metodo sperimentale è concretamente impostato da Galilei e da Newton più che da Francesco Bacone (Francis Bacon, 1561-1626). In quest'ultimo, infatti, è l'osservazione sensibile ad assumere un rilievo centrale e non l'esperimento. Il metodo induttivo di Bacone risulta, inoltre, ancora impigliato in una concezione qualitativa – e non quantitativa – della natura. Nei seguenti passi, tratti dal *Novum organum*, il capolavoro di Bacone, si possono individuare: l'idea baconiana di *conoscenza scientifica* della realtà e l'esigenza di impiegare – per renderla possibile – adeguati procedimenti di metodo; la critica dell'*anticipazione della natura* (cioè una forma di affrettata generalizzazione, nella quale si effettuano "salti" indebiti nei passaggi che i procedimenti empirico-osservativi richiederebbero); l'idea di *interpretazione della natura* (che dai particolari della realtà arriva ai concetti generali passando gradualmente per una successione di fasi in cui vengono selezionati e valutati solo alcuni fatti e, alla fine del processo, viene avanzata un'ipotesi provvisoria sulla forma della realtà).

L'uomo, ministro e interprete della natura, tanto fa e intende quanto ha osservato dell'ordine della natura, con l'osservazione della cosa o con l'opera della mente; non sa, né può niente di più¹.

5 La mano nuda e l'intelletto abbandonato a se stesso servono poco. Per compiere le opere sono necessari strumenti e mezzi d'aiuto, sia per la mano che per l'intelletto; e come gli strumenti meccanici servono ad ampliare o regolare il movimento delle mani, così gli strumenti mentali estendono o trattengono il movimento dell'intelletto².

10 La scienza e la potenza umana coincidono, perché l'ignoranza della causa preclude l'effetto, e alla natura si comanda solo ubbidendole: quello che nella teoria fa da causa nell'operazione pratica diviene regola³.

15 La logica che corre nelle scuole serve a stabilire e fissare gli errori che derivano dalla cognizione volgare, più che [servire] alla ricerca della verità; ed è perciò più dannosa che utile. Il sillogismo non si applica ai principi delle scienze, e si applica inutilmente agli assiomi medi: è uno strumento incapace di penetrare nelle profondità della natura. Esso costringe il nostro assenso, non la realtà. Il sillogismo consta di proposizioni, le proposizioni di parole, e le parole sono come le etichette e le insegne di nozioni. Pertanto, se le nozioni stesse, che stanno a base di tutto, sono confuse e arbitrariamente astratte dalla realtà, nessuna certezza c'è in ciò che si costruisce su di esse. Perciò la nostra speranza è tutta riposta nella induzione vera⁴.

20 Due sono, e possono essere, le vie per la ricerca e la scoperta della verità. L'una dal senso e dai particolari vola subito agli assiomi generalissimi, e giudica secondo questi principi, già fissati nella loro immutabile verità, ricavandone gli assiomi medi: questa è la via comunemente seguita. L'altra dal senso e dai particolari trae gli assiomi risalendo per gradi e ininterrottamente la scala della generalizzazione, fino a pervenire agli assiomi generalissimi: questa è la vera via, sebbene non sia stata ancora percorsa dagli uomini⁵.

1. L'uomo... più: l'uomo viene definito *ministro e interprete della natura*; *ministro*, cioè colui che può governarla, ma solo se ne fa *interprete*. Solo chi conosce la natura può dominarla. Ma per conoscere i *segreti* della natura e utilizzarli ai fini del progresso umano, occorre disporsi in un atteggiamento di *ascolto* di ciò che la natura ha da dire.

2. Per compiere... intelletto: gli strumenti dell'uomo baconiano sono *l'osservazione* e *l'esperimento*. Il metodo è *organon*, strumento indispensabile per le produzioni della mente, così come indispensabili sono gli strumenti meccanici per le produzioni della mano: e come questa da sola è incapace di estendere gli effetti dei suoi atti, così la mente, senza un metodo adeguato capace di regolarla, "serve a poco". Ma il vecchio *Organon* aristotelico non è più uno strumento adeguato per l'intelletto; più che un mezzo d'aiuto, è diventato un impedimento, un freno per lo sviluppo della potenza dell'intelletto.

3. quello... regola: l'uomo baconiano aspira a un sapere volto a trasformare la realtà, ma Bacone sollecita anche un atteggiamento di *umiltà scientifica* di fronte ai problemi complessi della conoscenza della natura.

4. La logica... vera: la *logica tradizionale* – aristotelica – serve, al più, a cogliere la contraddittorietà delle proposizioni, ma non a ricercare e a scoprire la verità. È improduttiva. Il *sillogismo*, ad esempio, ha a che fare con un tipo di conoscenza verbalistica, incapace di cogliere la realtà delle cose. I termini di cui si avvale sono solo delle etichette che stanno al posto della realtà, ma non sono la realtà, anzi di essa danno solo una rappresentazione confusa. Un sapere puramente verbale è un non-sapere.

5. Due... uomini: due – secondo Bacone – sono i metodi che può seguire l'indagine scientifica. Uno è quello – tipico anch'esso della tradizione aristotelico-scolastica – che procede direttamente dai particolari, colti con l'osservazione, ai concetti generali e ai giudizi sulla realtà: tale procedimento costituisce *l'anticipazione* di cui si è detto nell'introduzione al testo. L'altro metodo è quello baconiano, che dai particolari della realtà arriva ai concetti generali passando gradualmente per una successione di fasi e, alla fine del processo, viene avanzata un'ipotesi provvisoria sulla forma della realtà. È *interpretazione* corretta, non "anticipazione" della natura. Solo tale metodo rende produttiva la conoscenza.

- In nessun modo è possibile che gli assiomi che sono stati ricavati per via di ragionamento servano alla scoperta di nuove verità, perché la profondità della natura supera di gran lunga la sottigliezza dell'argomentare. Ma gli assiomi, astratti con ordine e con metodo dai particolari, servono a indicare e a far rintracciare nuovi particolari, e rendono perciò
- 30 attive le scienze.
Per la terminologia, abbiamo stabilito di chiamare il vecchio modo di fare indagine sulla natura *anticipazioni della natura*, perché è un modo prematuro e temerario; chiameremo invece *interpretazione della natura* quell'altro modo d'indagare, che si svolge dalle cose stesse secondo i modi dovuti.
- 35 Vano è attendere un gran rinnovamento nelle scienze dalla sovrapposizione e dall'inserimento del nuovo sul vecchio: bisogna compiere una completa instaurazione del sapere iniziando dalle fondamenta stesse delle scienze, se non ci si vuole aggirare sempre in un circolo, con un progresso scarso e quasi trascurabile.⁶

da *Novum organum*, Laterza, Bari, 1968

6. bisogna... trascurabile: occorre una rifondazione della scienza. Non sono sufficienti ritocchi e adattamenti del vecchio edificio del sapere. Con forza Bacone, poi Galileo e Cartesio (il quale utilizzerà la stessa metafora della "rie-

dificazione"), sottolineano la discontinuità fra sapere tradizionale e sapere progressivo, visto come immagine stessa del *moderno*.

Lavoro sul testo

- Formula cinque domande in modo tale che le risposte colgano gli aspetti salienti del brano proposto; riporta poi qui di seguito i suddetti quesiti preparandoti ad esporre oralmente le relative risposte:
 -
 -
 -
 -
 -
- La scienza e la potenza umana coincidono:* è l'emblema stesso della modernità quello che Bacone tratteggia con questa espressione. Si è ben oltre l'ideale aristotelico di scienza come contemplazione fine a se stessa, ideale che aveva fino ad allora dominato nella cultura; la scienza è potenza e dominio dell'uomo. Commenta oralmente tale affermazione.
- Bacone, sottolineando la discontinuità fra il sapere tradizionale e quello moderno, avverte la necessità di precisare anche lessicalmente la peculiarità dei nuovi concetti (*interpretazione della natura* è ben altro rispetto ad *anticipazione della natura*). La cultura scientifica secentesca nasce infatti all'insegna dell'antiaristotelismo e del rifiuto dell'autorità, dei modelli costituiti; la nuova scienza, quindi, affermando la possibilità per tutti gli uomini di conoscere la natura, sceglie di divulgare i risultati delle ricerche attraverso un linguaggio semplice da comprendere, quale il volgare (del resto già nel Rinascimento si era intuito come la nuova cultura non potesse esser contenuta nel latino, ma richiedesse un linguaggio specialistico).
Alla luce di queste considerazioni, commenta in un breve scritto (max 1 colonna di foglio protocollo) le caratteristiche lessicali e sintattiche del testo proposto.

1. Il panorama del secolo XIV delineato nelle pagine precedenti non è esaustivo: non bisogna dimenticare, infatti, che questo è anche il secolo di Dante Alighieri e di Francesco Petrarca; quest'ultimo va ricordato perché, poeta di ispirazione filosofica platonico-agostiniana, polemizzò aspramente contro i fisici parigini, colpevoli, a suo avviso, di trascurare l'autentica sapienza in nome di una scienza puramente esteriore ed astratta. Per quel che riguarda Dante, invece, è necessario ricordare il *Convivio*, opera che presenta alcune importanti acquisizioni filosofiche e poetiche della maturità dantesca: Dante vi esalta la razionalità che innalza l'uomo a Dio e pone al culmine di ogni itinerario intellettuale il sapere, facendo della scienza il termine di ogni esperienza terrena. A tal fine il poeta imbandisce, in lingua volgare, un "banchetto del sapere", finalizzato a nutrire chi non abbia ancora avuto modo di soddisfare il proprio desiderio conoscitivo. Nel trattato introduttivo, Dante infatti afferma che tutti gli uomini anelano al sapere; il ruolo dell'intellettuale è dunque quello di ammaestrarli, di divulgare esperienze e conoscenze: di *inducere li uomini a scienza e virtù*. Qual è il tuo parere in merito? Affronta l'argomento del compito dell'intellettuale e, nella fattispecie, dello scienziato, in un componimento che, dopo essere stato elaborato, dovrà fungere da spunto per una discussione in classe.
2. Gli intellettuali rinascimentali furono attratti dagli studi dell'antichità, in particolare quelli riguardanti le dissezioni anatomiche, la prospettiva, gli ingranaggi, le macchine pneumatiche e belliche, l'idraulica, la costruzione di strumenti musicali. Il più famoso tra gli intellettuali affascinati da tutte queste "novità" è Leonardo da Vinci, che riuscì a mettere in pratica, utilizzando le sue straordinarie doti di pittore e di osservatore, alcune delle idee contenute negli antichi testi: dallo studio dell'anatomia con la dissezione dei cadaveri a quello delle opere idrauliche. Documentati sulla poliedricità della figura di Leonardo e poi commenta oralmente la sua frase:
La sapienza è figliola della isperienza.
3. Avvalendoti anche di quanto presente nel vol. III e di tue personali indagini, chiarisci la concezione di Galileo sul rapporto fra Sacre Scritture e verità scientifica e presentala alla classe in forma di relazione scritta, opportunamente intitolata e corredata da bibliografia.
4. Bacone, Keplero, Galilei, Cartesio: sono coloro che nella prima metà del Seicento gettano le basi di quel rivolgimento che segna la nascita della scienza intesa in senso moderno. Nello stesso periodo nascono le prime associazioni scientifiche: l'*Accademia dei Lincei* nel 1603, nel 1657 l'*Accademia del Cimento*, nel 1660 la *Royal Society*, nel 1666 l'*Academie Royale des Sciences*. Vengono stampate le prime pubblicazioni scientifiche a carattere periodico: in Francia il "Journal des Savants" (dal 1665) e in Inghilterra le "Philosophical Transactions".
Dimostra la tua capacità di reperire e consultare altre fonti di informazione scritte (a partire dai manuali), o multimediali (siti Internet etc.), e componi sull'argomento un articolo di giornale, da destinare alla pagina culturale di un periodico locale.
A conclusione del lavoro, che provvederai ad intitolare, elenca le fonti cui hai attinto.
5. Galileo afferma che la natura è un libro scritto da Dio in linguaggio matematico; nelle parole dello scienziato si rinviene la tradizione del matematismo platonico, ma egli non intende appoggiarsi né all'autorità di Platone né a quella di qualsiasi altro studioso o scienziato. In campo scientifico l'unico principio d'autorità sono la ragione, le dimostrazioni, le prove e le smentite dell'esperienza. Utilizzando materiali e documenti contenuti in queste pagine, nel vol. III ed in altre fonti da te reperite, elabora, in max. 4 colonne, una relazione, opportunamente intitolata, che tratti l'atteggiamento dei nuovi scienziati, soprattutto Bacone e Galileo, nei confronti della tradizione.

C. OLTRE GALILEO

La separazione fra scienza e fede avvenuta nel Seicento si conferma anche in epoca illuministica. Alla teologia, regina delle scienze nell'enciclopedia del sapere medievale, la ragione moderna sostituisce se stessa quale vertice assoluto della conoscenza. Ecco perché spesso, soprattutto nell'Illuminismo, il rapporto fra teologia e scienza è stato conflittuale. Attraverso gli apporti e i contributi degli illuministi settecenteschi e la grande sintesi operata da Kant si giunge, nell'Ottocento, all'affermazione del Positivismo di Comte, che considera la scienza unica fonte del vero sapere umano, negando le "pretese" della filosofia e, in particolare, della metafisica. Alla grande stagione di fiducia nell'indagine scientifica fa poi seguito, nel Novecento, l'epoca della "crisi delle certezze", indotta dalla scoperta dei limiti della scienza, ad opera degli scienziati stessi. L'epistemologia e la scienza contemporanea rifondano il proprio ruolo rifacendosi anzitutto al pensiero del filosofo austriaco Karl Popper (1902-1994), il quale prende le mosse dalla critica di Hume del procedimento induttivo, secondo cui è impossibile trarre una conclusione generale dalla sperimentazione di un numero finito di casi particolari (gli esperimenti). Tuttavia, se è impossibile considerare definitiva una verità scientifica, un solo esempio contrario consente di dichiararne la falsità, di procedere cioè alla sua *falsificazione*, presupposto di ulteriori avanzamenti. Ogni teoria scientifica è dunque assunta solo provvisoriamente come vera, poiché conserva sempre un carattere ipotetico. Il cammino dell'indagine scientifica, come già aveva intuito Galileo, è e sarà sempre soggetto ad un avanzamento che procede per tentativi ed errori.

Scienza e "lumi"

Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert

L'*Enciclopedia* (o *Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri*) che, nelle intenzioni del libraio francese Le Breton, avrebbe dovuto nascere come traduzione della *Cyclopaedia* dell'inglese Chambers, nelle mani di Denis Diderot (1713-1784) e di d'Alembert diviene un'opera originale. Fra il 1751 e il 1772 ne appaiono ben diciassette volumi corredati da undici volumi di tavole, cui se ne aggiungono altri sette. La novità dell'opera è straordinaria: per la prima volta un dizionario cerca di rispondere a tutte le curiosità intellettuali. Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert (1717-1783) non è solo un filosofo e un organizzatore di attività culturali, ma anche una notevole figura di scienziato, che ha scritto saggi di matematica, astronomia e fisica. Nel 1741 viene nominato membro dell'*Accademia delle scienze*, poi, nel 1754, membro dell'*Accademia di Francia*, di cui diverrà segretario qualche anno dopo.

La matematica e la fisica costituiscono, ai suoi occhi, il più alto modello del sapere, in quanto dotate di fondamenti chiari e distinti. Ma nel *Discorso Preliminare* con cui descrive le linee filosofiche ispiratrici dell'*Enciclopedia*, egli si rifà esplicitamente all'empirismo di Locke e Bacone, e valorizza il ruolo che la sensazione svolge nelle diverse scienze e a diversi livelli di astrazione e generalizzazione. Anche le nozioni fisiche fondamentali sono il frutto di un'astrazione dall'esperienza. Persino la matematica, che è la scienza più astratta, contiene idee foggiate generalizzando *quel che v'è di più semplice nelle sensazioni*; è quindi chiaro come la concezione galileiana di fiducia nel metodo scientifico venga ripresa anche dagli illuministi.

Da Bacone, inoltre, egli ricava l'idea di una tripartizione del sapere in base a quelle che considera le tre principali facoltà umane, la *memoria*, la *ragione* e l'*immaginazione*: e cioè la *storia*; la *filosofia* e le *scienze matematico-naturalistiche*; le *belle arti*. La filosofia si configura come *scienza dell'esperienza*, mentre la metafisica è solo un "sogno" della ragione, legata com'è a temi e a questioni che sono del tutto al di là di ogni possibilità umana di conoscenza. D'Alembert, in questo breve passo, riconosce al Settecento la definizione di "secolo della filosofia", cioè di un secolo in cui il progresso del sapere, in ogni campo, ha compiuto grandi passi avanti soprattutto perché si è combattuto e spezzato il "giogo della tradizione". Dal progresso culturale trarranno beneficio e spinta tutte le attività umane. Secondo d'Alembert il Settecento ha progredito in ogni campo del sapere ed ha definitivamente spezzato in campi diversi il vincolo della tradizione.

Ogni secolo che pensi bene o male, purché creda di pensare e pensi diversamente da quello precedente, ama fregiarsi del titolo di filosofo, così come, spesso, onoriamo del titolo di saggi coloro che, in realtà, non ebbero altro merito che quello di aver contraddetto i loro contemporanei. Ora, il nostro secolo si è proclamato per eccellenza il secolo della filosofia.¹ [...] Se si esamina senza prevenzioni lo stato delle nostre conoscenze, è impossibile disconoscere i progressi della filosofia da noi. La scienza della natura acquisisce di giorno in giorno nuove ricchezze, la geometria, ampliando i propri confini, ha diffuso i suoi lumi anche nei domini limitrofi della fisica; il vero sistema del mondo è stato conosciuto, sviluppato, perfezionato. [...] La scoperta e l'uso di un nuovo metodo di filosofare, l'entusiasmo che accompagna le scoperte, le idee elevate prodotte in noi dallo spettacolo dell'universo, tutte queste cause hanno prodotto negli spiriti un vivo fermento; questo, agendo per sua natura in ogni direzione, ha violentemente influenzato tutto ciò con cui è venuto a contatto, come un fiume che abbia spezzato gli argini.² [...] Gli uomini, quanto più sono lenti a scuotere il giogo delle opinioni tradizionali, tanto più sono inclini – quando l'abbiano in qualche punto spezzato – a spezzarlo totalmente. [...] Dai principi delle scienze profane fino ai fondamenti della Rivelazione, dalla metafisica all'estetica, dalla musica alla morale, dalle dispute scolastiche dei teologi alle attività commerciali, dai diritti dei principi a quelli dei popoli, dalla legge naturale a quelle positive delle nazioni, in una parola, dalle questioni che più ci toccano da vicino sino a quelle che ci interessano di meno, tutto è stato discusso, analizzato, o almeno scosso nei suoi fondamenti.

da *Saggio sugli elementi di filosofia*, in *Grande antologia filosofica*, vol. XIV, trad. di M. Ghio, Marzorati, Milano, 1968

1. Ogni secolo... filosofia: per l'illuminista d'Alembert il *progresso del sapere* è il segno più evidente del *progresso storico*. Si presti attenzione al significato che l'autore attribuisce a *filosofia*: in essa egli include anche la scienza (dalla geometria alla scienza della natura) e il metodo.

2. come... argini: l'Illuminismo è progetto e volontà di

cambiamento. In queste affermazioni del pensatore francese si esprime il versante critico dell'Illuminismo, la sua carica eversiva nei confronti della tradizione. Non vi è ambito in cui l'innovazione, lo spirito del cambiamento, lo spirito dei "lumi" non abbia prodotto profondi sconvolgimenti (ogni sapere è stato *scosso nei fondamenti*).

Lavoro sul testo

1. Riferendoti a quanto scritto nel testo di d'Alembert, contrassegna con V (vero) o F (falso) ognuna delle affermazioni riportate di seguito, motivando sinteticamente le tue scelte (max 5 righe per ogni affermazione).

Nel passo d'Alembert afferma che il Settecento:

- non può essere il secolo della filosofia perché gli uomini sono lenti a scrollarsi di dosso il peso della tradizione;
- gli uomini hanno compiuto progressi in ogni campo del sapere anche se vi è stata esitazione a liberarsi dal peso della tradizione;
- lottando contro l'autorità e la tradizione gli uomini hanno progredito in ogni campo del sapere;
- l'uomo ha compiuto un progresso notevole, soprattutto in campo scientifico, che lo ha portato a spezzare le catene della tradizione.

2. Servendoti di documentazioni eventualmente anche multimediali svolgi in forma di saggio breve (max 50 righe), il seguente argomento:
Filosofia e scienza nell'Enciclopedia francese.

Charles Robert Darwin (1809-1882), esperto di zoologia, botanica e geologia, esplorando l'America Latina con la celebre missione scientifica effettuata nel 1831 con la nave inglese *Beagle*, ha modo di rendersi conto dell'importanza dell'ambiente, come elemento atto a delineare e a isolare le specie. Dopo aver letto il *Saggio sul principio della popolazione* (1798) di Malthus (la cui tesi è che in natura le piante, gli animali e l'uomo producono più discendenza di quella che può sopravvivere: a meno che la dimensione delle famiglie umane non fosse stata regolata, la miseria provocata dalle carestie sarebbe diventata enorme ed eventualmente avrebbe distrutto l'uomo) Darwin approfondisce la teoria malthusiana; egli identifica nella *lotta per l'esistenza* (che si può osservare tra gli individui della stessa specie, tra quelli di specie diverse e tra gli individui e le condizioni di vita) il fattore in grado di regolare gli "esuberanti" sottolineati da Malthus e per i quali Malthus stesso aveva contemplato la necessità di un "correttivo". Osserva anche che tutte le specie animali e vegetali sono in competizione l'una con l'altra per l'esistenza e per la perpetuazione nelle generazioni successive: in base alla teoria della selezione naturale, ritiene che solo gli individui che riescono ad avere la meglio nella lotta per l'esistenza con gli altri animali arrivino a riprodursi, trasmettendo alla generazione successiva i caratteri ereditari che ne hanno favorito la sopravvivenza. Darwin ipotizza, inoltre, che tutti gli organismi affini discendano da antenati comuni e che anche il globo terrestre sia una delle strutture naturali sottoposte a pressione evolutiva. Con queste convinzioni Darwin pubblica nel 1859 il suo primo libro, *L'origine delle specie*. L'opera è ampiamente criticata e derisa; Darwin, pur ammettendo l'incompletezza della sua ipotesi evolucionista, la migliora in altre pubblicazioni tra cui il famoso *The descent of man (L'origine dell'uomo, 1871)*.

Il primo brano che segue illustra la legge della selezione naturale, che a parere di Darwin opera nella natura del tutto meccanicamente; il secondo brano infligge un colpo definitivo al creazionismo e alle teorie provvidenzialistiche avanzate per spiegare la creazione del mondo e il rapporto Dio-mondo, fondate sull'interpretazione letterale del libro biblico della *Genesi*.

La selezione naturale

- Dovremmo ritenere improbabile che talvolta, nel corso di migliaia di generazioni, si possono verificare altre variazioni utili in qualche modo a ciascun vivente nella grande e complessa battaglia della vita? Se questo accade, possiamo dubitare (ricordando che nascono molti più individui di quanti ne possano sopravvivere) che gli individui che possiedono un vantaggio qualsiasi sugli altri, sia pure molto piccolo, abbiano migliori probabilità di sopravvivere e di propagare la loro discendenza? D'altro canto possiamo essere certi che qualsiasi variazione nociva, sia pure in minimo grado, verrebbe immancabilmente distrutta. A questa conservazione delle variazioni favorevoli e all'eliminazione delle variazioni nocive ho dato il nome di selezione naturale. Le variazioni né utili né dannose non dovrebbero subire l'influenza della selezione naturale e dovrebbero rimanere allo stato fluttuante come vediamo, forse, nelle specie dette polimorfe. [...]
- [...] In natura la più lieve differenza di struttura o di costituzione può benissimo alterare il ben congegnato equilibrio della bilancia della lotta per la vita, e quindi perpetuarsi. Come sono fugaci i desideri e gli sforzi dell'uomo! Quanto breve il suo tempo! E quindi quanto saranno meschini i suoi prodotti a confronto con quelli accumulati dalla natura nel corso di interi periodi geologici! E allora possiamo pensare che i prodotti della natura siano molto più autentici nelle loro caratteristiche che non i prodotti dell'uomo e che debbano essere infinitamente meglio adattati alle più complicate condizioni di vita e debbano recare ben chiara l'impronta di un'arte di gran lunga superiore? [...] Si può dire che

20 la selezione naturale scruta di giorno in giorno, di ora in ora, in tutto il mondo, qualsiasi
 25 variazione, anche la più leggera, rifiutando quel che è cattivo e conservando e accumulando
 30 quel che è buono; lavorando silenziosamente e insensibilmente, tutte le volte o ovunque se ne dia l'occasione, al perfezionamento di ciascun essere vivente in rapporto
 alle sue condizioni di vita organiche ed inorganiche. Noi non possiamo affatto notare
 lo sviluppo di questi leggeri cambiamenti, prima che la lancetta del tempo abbia segnato
 il trascorrere di intere ère; e anche allora la nostra capacità di osservare le lunghe ère
 geologiche del passato è talmente imperfetta, che ci accorgiamo soltanto che, attualmente,
 le forme di vita sono diverse da quelle che erano un tempo [...]. La giraffa, grazie alla
 35 sua gigantesca statura e al collo, agli arti anteriori, alla testa e alla lingua di forma molto
 allungata, possiede una struttura integralmente e magnificamente adatta a brucare i rami
 più alti degli alberi. Essa, quindi, può procurarsi gli alimenti che si trovano oltre la portata
 degli altri ungulati che vivono nello stesso territorio; e questo deve essere un grande
 vantaggio per lei durante i periodi di carestia [...].
 L'uomo ha modificato alcuni fra i suoi animali non necessariamente prendendo in particolare
 40 considerazione determinate caratteristiche strutturali, semplicemente conservando
 in vita e facendo riprodurre gli individui più veloci, come nel cavallo da corsa e nel
 levriero o, come ha fatto col gallo da combattimento, facendo riprodurre gli uccelli vittoriosi.
 Analogamente in natura, quando comincia ad apparire la giraffa, gli individui capaci di
 brucare più in alto e di arrivare, durante la siccità, anche solo un paio di pollici
 45 più in su degli altri, in molti casi saranno sopravvissuti, perché avranno potuto vagare
 in tutto il territorio in cerca di alimenti. Che gli individui appartenenti alla stessa specie
 molte volte differiscano leggermente quanto alla lunghezza relativa di tutte le loro parti
 è cosa che si può controllare in molte opere di storia naturale, ove vengono fornite
 precise misurazioni. Queste leggere differenze nelle proporzioni, dovute alle leggi
 50 dello sviluppo e alla variazione, per la maggior parte delle specie, non hanno la minima
 utilità e importanza. Però le cose saranno andate diversamente con la giraffa primordiale,
 tenendo conto delle sue probabili abitudini di vita; infatti, quegli individui che avevano
 qualche parte o parecchie parti del corpo alquanto più allungate che di norma, in linea
 di massima saranno sopravvissuti. Essi si saranno incrociati fra loro lasciando una
 55 prole che avrà ereditato le stesse caratteristiche corporee o che avrà avuto la tendenza a
 variare nella stessa maniera; per contro, gli individui meno favoriti sotto questo profilo
 avranno avuto una maggiore tendenza a scomparire. Qui vediamo che non vi è bisogno
 di separare singole coppie, come fa l'uomo allorché migliora sistematicamente una razza;
 la selezione conserverà, e pertanto separerà tutti gli individui superiori, consentendo loro
 60 di incrociarsi liberamente, mentre distruggerà tutti gli individui inferiori. Grazie a questo
 processo, protratto per lunghi periodi di tempo (processo che corrisponde esattamente
 a quella che ho chiamato selezione inconsapevole a opera dell'uomo) e sicuramente coadiuvato
 in modo preminente dagli effetti ereditari dell'incrementato impiego di determinate
 parti, un comune quadrupede ungulato può trasformarsi – a mio vedere quasi certamente –
 in una giraffa.

da *L'origine delle specie*, Boringhieri, Torino, 1967

L'evoluzione di innumerevoli forme di vita

Vi è molta grandezza in ogni essere organico esistente sia come successore diretto di una qualche forma ora sepolta sotto migliaia di piedi di solida roccia che come discendente della forma sepolta di un qualche più antico e completamente perduto abitante di questo mondo. È in accordo con quello che sappiamo delle leggi date dal Creatore sulla materia che la produzione e l'estinzione delle forme sia come la nascita e la morte degli individui, il risultato di strumenti secondari. Sarebbe indegno del Creatore di infiniti Universi aver fatto con atti singoli del Suo volere le miriadi di striscianti parassiti e vermi che dai primi albori della vita hanno dilagato sulla terra e nelle profondità del mare. Noi non ci meravigliamo più che un gruppo di animali sia stato creato per deporre le uova nelle viscere e nelle carni di altri esseri, che alcuni animali vivano godendo della crudeltà, che altri vengano fuorviati da falsi istinti, che ogni anno si verifichi una perdita incalcolabile di polline, di uova e di esseri immaturi perché in tutto ciò vediamo l'inevitabile conseguenza di una grande legge, quella della moltiplicazione degli esseri organici che non sono stati creati immutabili. Dalla morte, dalla carestia e dalla lotta per l'esistenza vediamo che è scaturito direttamente il fine più alto che siamo in grado di concepire e cioè la creazione degli animali superiori. Senza dubbio la nostra prima reazione è di non credere che qualche legge secondaria potrebbe produrre un numero infinito di esseri organici, ciascuno caratterizzato dalla più accurata rifinitura e dall'adattamento più esteso; in un primo momento si accorda meglio con le nostre facoltà supporre che ciascuno abbia avuto necessità del fiat del Creatore. Vi è qualcosa di grandioso in questa visione della vita con le sue numerose forze di crescita, di riproduzione e di senso, originariamente impresse nella materia in poche forme, forse soltanto in una e nel fatto che, mentre questo pianeta continuava a girare secondo le leggi immutabili della gravità e mentre la terra e l'acqua si sostituivano l'una all'altra, da un'origine così semplice, attraverso la selezione di infinitesime varietà, si evolvevano innumerevoli forme, le più belle e le più meravigliose.

da *Saggio del 1844*, in *L'evoluzionismo*, a cura di V. Somenzi, Roma, Editori Riuniti, 1976

Lavoro sul testo

1. I brani proposti sono stati presentati senza note: spetta a te individuare nei testi i punti che necessitano di chiarimenti e procedere quindi nell'approfondimento, che può – eventualmente – essere svolto anche come lavoro di classe.
2. La concezione darwiniana della *selezione naturale* ebbe vari sostenitori sia nel campo della scienza che nel campo della nascente sociologia della società industriale. Così, ad esempio, il sociologo inglese Albert Spencer (1820-1903) sostenne la concorrenza libera, come unica legge naturale evoluzionistica: a suo avviso, infatti, la legge del più forte dava adito all'evoluzione sociale. Documentati adeguatamente sull'argomento ed esponi i risultati della tua ricerca in una relazione orale alla classe.
3. Il secondo brano proposto infligge un colpo definitivo al creazionismo e alle teorie provvidenzialistiche del rapporto Dio-mondo diffuse nell'Ottocento. Negli anni a cavallo delle due guerre mondiali si sviluppò però, soprattutto in Francia, un nuovo tipo di Cattolicesimo, liberato da molte remore del passato. Così il gesuita Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) volle assumere le prospettive delle scienze naturali e, in una serie di opere che videro la luce solo dopo la sua morte, ripensò il Cristianesimo in base alle categorie dell'evoluzionismo. Ricerca materiale informativo sul pensiero di questo religioso ed elabora per iscritto una relazione che metta in luce il rapporto tra l'evoluzionismo cristiano di Teilhard e la teoria proposta da Darwin.

La bioetica è una disciplina che affronta i problemi di ordine etico posti dagli sviluppi recenti della medicina e della biologia. Il termine “bioetica” è un neologismo introdotto dall’oncologo V. R. Potter con la pubblicazione, avvenuta nel 1971, del volume *Bioethics. A Bridge to the future* (“Bioetica. Un ponte verso il futuro”). Il termine si è imposto in seguito alla pubblicazione, nel 1978, della *Encyclopedia of Bioethics*, opera che ha sancito l’affermazione della bioetica come scienza a carattere interdisciplinare e come ambito specifico di riflessione filosofica. Essa è una branca della cosiddetta etica applicata, ed il suo campo è quello delle implicazioni contenute da pratiche biologiche e mediche relative alla cura, alla nascita o alla morte degli individui. Altri campi dell’etica applicata sono, ad esempio, quelli relativi al rapporto uomo-ambiente, alla differenza sessuale, alle pratiche di vivisezione sugli animali, ai problemi della guerra e della pace. In alcuni di essi – proprio come nella bioetica – la riflessione ha investito il nodo cruciale del rapporto fra le prospettive aperte dalla ricerca scientifica e dalle conseguenti applicazioni tecnologiche, da un lato, e le esigenze morali, i valori di cui gli uomini sono portatori, dall’altro.

La biologia e la medicina, infatti, si sono spinte con decisione verso la penetrazione nel segreto della vita: dalla scoperta della struttura del DNA (1953, J. Watson e F. Crick) al lancio, nel 1988, del *Progetto genoma* con l’obiettivo di conoscere la sequenza completa del DNA umano, la biologia molecolare ha avviato l’uomo verso la conoscenza della sua base biologica mettendolo in condizione di manipolarla. Si configura, così, la possibilità di un dominio dell’uomo non più solo sull’ambiente naturale, ma su se stesso, sui propri processi vitali, sui caratteri degli individui e della stessa specie. Tutto ciò non ha mancato di suscitare dubbi e interrogativi sulle pratiche e gli interventi resi possibili dalle tecniche biomediche. Caratteristica immediatamente evidente del dibattito bioetico è il concorso in esso di una pluralità di saperi e competenze specifici. In altre parole, la bioetica si presenta come un campo interdisciplinare, in cui le cosiddette “due culture”, quella scientifica e quella umanistica, si incontrano e danno luogo ad una complessa forma di collaborazione. Emerge, quindi, in tutta la sua delicatezza, il compito della ricerca bioetica, che, da una parte, deve prendere atto delle diverse posizioni espresse in seno alla società e, dall’altro, deve ricercare soluzioni ampiamente condivisibili a problemi urgenti. Il brano seguente è redatto da Maurizio Mori ed è tratto dal quaderno n. 88 della rivista “Le Scienze”. L’autore, oltre ad essere direttore della rivista interdisciplinare “Bioetica”, è uno degli estensori del *Manifesto di bioetica laica*¹. Nell’articolo in questione si mostra l’esistenza di due concezioni opposte nella storia dell’etica: l’etica della *sacralità della vita* e l’etica della *qualità della vita*.

- Non si può dimenticare che, nel corso della sua storia millenaria, l’etica ha sempre avuto la pretesa di stabilire l’“assoluto” circa l’agire pratico. In questo senso, l’Edf [Etica come disciplina filosofica, ossia la teoria filosofica della morale] intesa in senso tradizionale ha sempre affermato l’esistenza di almeno un dovere deontologico assoluto, cioè di un
- 5 dovere che valga di per sé, indipendentemente dalle conseguenze dell’azione (deontologico), e che non ammette mai eccezioni di sorta (assoluto). A volte si dice che tale dovere assoluto dipende dal cosiddetto “Principio di sacralità della vita umana” (Psv), che vieta assolutamente ogni interferenza con l’intrinseco finalismo della vita biologica umana. Di solito, il Psv è giustificato da qualche dottrina religiosa, ma i due aspetti vanno
- 10 tenuti distinti dal momento che, con “sacralità della vita”, si intende qui semplicemente l’assoluta intangibilità o l’assoluta inviolabilità della vita umana, tesi questa che forse può essere sostenuta anche indipendentemente dalla religione.

1. Il *Manifesto di Bioetica laica* è stato scritto e diffuso nel 1996 da quattro studiosi, Carlo Flamigni, professore di Ginecologia all’Università di Bologna, Armando Massarenti, giornalista del Sole-24 Ore, Maurizio Mori, direttore della rivista “Bioetica”, Angelo Petroni, professore di Filosofia della Scienza all’Università della Calabria e direttore della rivista “Biblioteca della libertà”. Il manifesto proposto affronta da un punto di vista laico (intendendo con “laico” un approccio non dogmatico, ma non antireligioso) i dilemmi della bioetica, disciplina nata – in una sorta di *seconda rivoluzione scientifica* – circa trent’anni fa. A partire da tali premesse, gli estensori di questo documento sono andati alla ricerca dei principi della bioetica che, grazie all’evoluzione delle conoscenze teoriche e dei mezzi tecnologici nel campo biologico e medico, ha sollevato opportunità e problemi che non hanno precedenti nella storia dell’umanità.

- [...] Possiamo dire che da alcuni decenni la Edf diffusa nel mondo di lingua inglese è la cosiddetta etica della qualità della vita (Eqv), la quale, escludendo l'idea che ci siano doveri assoluti, viene a porre al centro dell'attenzione la "qualità della vita", cioè il benessere e/o l'autonomia degli individui coinvolti. Anche se l'Eqv è da tempo diffusa tra la cerchia dei filosofi analitici, non va dimenticato che, in altri ambiti della cultura, si è continuato a sostenere l'Esv e che, in ambito teologico, per esempio, si è dovuto attendere la fine degli anni '60 perché emergessero seri dubbi in proposito.
- [...] L'assenza del dovere assoluto è significativa non solo sul piano normativo, ma anche su quello metamorale, cioè relativo alla concezione stessa di ciò che è l'"etica". Se, infatti, si ammette almeno un dovere assoluto, sul piano normativo l'etica ha un punto fisso di riferimento che determina una gerarchia di doveri. Questo perché, non ammettendo eccezioni, il dovere assoluto ha sempre la precedenza sugli altri doveri prima facie. Ma se tale dovere viene meno, viene meno anche la gerarchia da esso dipendente, e la nuova gerarchia di doveri non può che essere stabilita totalmente in vita. D'altro canto, sul piano metamorale, se c'è un dovere assoluto, l'etica è indipendente dalla volontà umana e diventa qualcosa cui la volontà umana deve conformarsi, per cui il rispetto di tale dovere diventa lo scopo della vita umana ("È meglio la morte che il peccato mortale", come dicevano i vecchi teologi!). Se, invece, non esiste alcun dovere assoluto, l'etica diventa una "creazione" umana (analoga ad altre, come la lingua o il diritto), che serve a certi scopi (consentire un adeguato livello di qualità della vita) e può essere mutata ove ciò faciliti il conseguimento del fine.

da *La "novità" della bioetica: il dibattito italiano*, in "Le Scienze", *Bioetica*, quaderno n. 88, febbraio 1996

Lavoro sul testo

1. Indica il significato che – per Mori – hanno i seguenti termini o espressioni:

- *metamorale*:
-
- *etica*:
-
- *dovere deontologico assoluto*:
-
- *principio di sacralità della vita umana*:
-
- *etica della qualità della vita*:
-
- *nuova gerarchia di doveri*:
-

2. Intervista un religioso o un esperto sostenitore della tesi della "sacralità della vita umana" ed evidenzia le sue posizioni in un articolo di giornale opportunamente intitolato (max 3 colonne di foglio protocollo).
3. Negli anni 1950-1960 le potenzialità distruttive della bomba atomica e la minaccia di un conflitto nucleare hanno indotto una sofferta riflessione, che ha coinvolto gli stessi uomini di scienza, sulle responsabilità connesse alla ricerca e ai suoi risultati. Si è posta, cioè, la questione della "responsabilità dello scienziato" di fronte alle conseguenze derivanti dalla sua opera. Svolgi sull'argomento un tema di almeno tre colonne di foglio protocollo.

Proposte di lavoro

1. Lo zoologo francese Jean Baptiste de Monet, cavaliere di Lamarck (1744-1829), introdusse per primo il concetto di “evoluzione” visto in termini di “ereditarietà dei caratteri acquisiti dall’ambiente”. Lamarck citò il caso delle giraffe, ritenendo che il collo lungo potesse essere attribuito ad un adattamento ambientale, poiché le giraffe erano costrette a brucare foglie di alberi della savana mediamente alti. Ricerca informazioni su Lamarck e prepara la scaletta per una relazione orale, la cui durata non dovrà superare i venti minuti, sul suo pensiero.
2. Per neo-lamarckismo si intende la controversa teoria scientifica che sostiene la trasmissibilità ereditaria di talune caratteristiche immunologiche acquisite.
Se ti è possibile, in particolare attraverso Internet, raccogliere informazioni sull’argomento, contrale in una relazione scritta adeguatamente intitolata.
3. Nel primo brano di Darwin riportato alle pagg. 20-21, viene abbozzato il concetto di ingegneria genetica, ancora prematura all’epoca perché, come si è visto, la scoperta della struttura della molecola del DNA (la sede dell’informazione biologica) avvenne nel 1953. Tale scoperta ha senza dubbio aperto svariati filoni di ricerca che hanno permesso progressi senza precedenti in ambito medico. Ha fatto inoltre emergere le problematiche relative alle possibilità di manipolazione genetica della vita (clonazione di mammiferi, alterazione genetica di alimenti, mappatura del genoma umano, sperimentazione sugli embrioni). Ricerca su Internet o su riviste a carattere scientifico un elenco di possibili letture per l’elaborazione di una tesina sull’argomento; dopo aver steso questa bibliografia di riferimento, scegli i testi che ti interessano maggiormente e predisponi una relazione orale in proposito da tenere alla classe (durata massima: venti minuti, con possibilità di citare, leggendoli e parafrasandoli, stralci dei testi). L’approfondimento può eventualmente essere svolto anche come lavoro di gruppo.
4. Come Darwin aveva immaginato, si accese intorno a *L’origine delle specie* una vivace polemica, poiché la scienza ufficiale era ancorata alla tradizione. Accettare l’evoluzione significava, infatti, giungere direttamente al più importante degli interrogativi, cioè da dove derivasse la specie umana; se dalle scimmie antropomorfe, come si sarebbe conciliata questa interpretazione con la certezza dell’origine divina, per atto creativo, dell’uomo, così come asseriva la *Bibbia*? Su ciò Darwin scrisse una sola frase: *Si farà luce anche sull’origine dell’uomo e della sua storia*. Commentala per iscritto, alla luce delle tue conoscenze in proposito.
5. Raccogli informazioni su Internet o presso qualificate autorità ecclesiastiche sull’attuale atteggiamento della Chiesa cattolica, e di altre fedi religiose, nei confronti dell’evoluzionismo, e sintetizzale in forma di relazione.