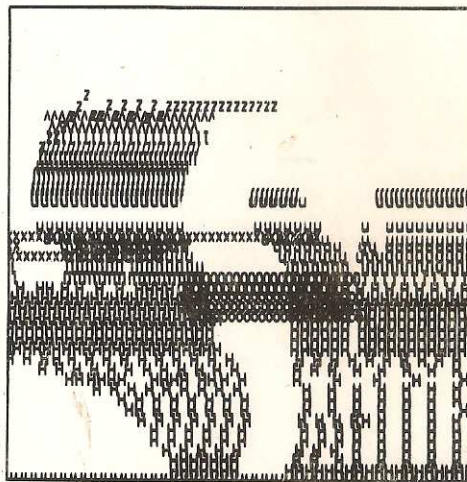


Mariarosa Macchi

IMMAGINI MECCANICISTICHE DEL MONDO

DALLA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA A KANT



Didattica: esperienze e proposte
Collana a cura del Cidi

Franco Angeli

Parte I - Dall'universo animato all'universo macchina

1.L'universo animato **p.17**

2.Macrocosmo e microcosmo

3.Astrologia, magia, alchimia

4.La filosofia della natura in Telesio, Campanella, Bruno

2. La tecnica come fonte della conoscenza della natura **p.31**

1. La rivalutazione delle arti meccaniche

2. Leonardo e le macchine

3. Agricola e l'arte metallurgica

4. Vesalio e l'arte medica

5. Bacone e il rapporto dialettico fra tecnica e scienza

PARTE I

DALL'UNIVERSO ANIMATO ALL'UNIVERSO MACCHINA

1. L'UNIVERSO ANIMATO

1. Macrocosmo e microcosmo

La concezione meccanicistica del mondo non si impose né facilmente né immediatamente. Si deve anzi osservare come proprio nel periodo che precede il sorgere della scienza moderna e contemporaneamente ai suoi successi abbiano avuto la massima diffusione dottrine e credenze di tipo magico e animistico. Per tutto il Cinquecento resta predominante la concezione dell'universo come di un Essere vivente, un animale cosmico che vive e respira, che vede e sente, che genera dal suo seno infiniti esseri, li nutre e li fa crescere senza posa.

La dottrina dell'universo come di un Essere fornito di anima e la dottrina dell'analogia fra uomo e cosmo, ripresa dal *Timeo* di Platone, aveva conosciuto una grandissima diffusione già nel '400 con uomini come Nicola Cusano, Marsilio Ficino, Pico della Mirandola. Nel '500 conserva la sua capacità di presa. Troverà sostenitori ancora nel '600.

"Non possiamo negare - dice Nicola Cusano - che l'uomo sia detto microcosmo, cioè piccolo mondo dotato di un'anima. E allo stesso modo si dice che anche il mondo abbia un'anima, che alcuni chiamano natura e altri spirito dell'universo, che alimenta internamente tutte le cose, le unisce, le connette, le nutre, le muove. L'insieme fisico del mondo sta ad essa come il corpo dell'uomo sta all'anima. (I Pitagorici) ritennero che ogni movimento derivasse dall'anima del mondo e affermarono che essa si trova tutta in tutto il mondo e in ogni sua parte, così come nell'uomo l'anima razionale non esplica le stesse funzioni nei capelli e nel cuore, per quanto sia tutta in tutto l'uomo e in ogni sua parte".

La concezione dell'universo come un tutto animato e quella dell'uomo come microcosmo esplose in ricchezza di immagini in Marsilio Ficino. Come le membra e le forze umane tendono ad assicurare l'unità organica dell'individuo, così nell'universo le parti si organizzano in un individuo mag-

giore che ha carne, nervi, ossa, muscoli e un'anima che sente e comprende.

" ... Dove la nutrizione e la crescita seguono alla generazione, - scrive M. Ficino - là sono vita e anima. Vediamo che la Terra, da semi determinati, genera innumerevoli alberi e animali e li nutre e li fa crescere. Vediamo che fa crescere anche le pietre, come fossero i suoi denti, e pure le erbe come suoi peli fin tanto che sono attaccati alle radici. Chi potrebbe dire che sia privo di vita il ventre di questa donna (la Terra) che spontaneamente gene-

ra e alimenta tanti feti, che da sola si sostiene, il cui dorso mette fuori denti e peli?". "Tale vita anima e muove di un movimento continuo meglio l'aria e il fuoco che non la terra e l'acqua; e infine anima in sommo grado i corpi celesti che sono come il capo, il cuore e gli occhi del mondo. Quindi attraverso le stelle, come attraverso occhi, diffonde ovunque i raggi non solo visibili ma anche vedenti."

Sono idee che ritroviamo in molti pensatori anche del '500 e del '600. " ... lo spirito, l'anima, e la vita si ritrova in tutte le cose - dice Giordano Bruno - e secondo certi gradi riempie la materia. L'intelligenza è una certa virtù divina insita in tutte le cose!"

Anche Aristotele, è vero aveva parlato del mondo come di un organismo, ma egli aveva inteso in questo modo sottolineare evidentemente la connessione che esiste, come in un organismo, fra tutte le parti dell'universo. Non aveva certo inteso attribuire vita e sensibilità a tutte le cose. Ora invece la natura si anima, ha desideri e avversioni, vede e sente, ha mani e piedi.

L'uomo, al centro dell'intreccio degli influssi reciproci che legano le membra dell'universo, compendia in sé l'intero universo. L'uomo è l'universo in scala ridotta: è microcosmo. "La natura umana ... complica in sé la natura intellegibile e quella sensibile - dice Cusano - e riassume tutte le creature tanto da essere giustamente chiamata dagli antichi microcosmo o "piccolo cosmo".

"La natura ha procreato e generato due uomini - dice Bovillo - uno maggiore che chiamiamo mondo, e uno minore che è detto, con denominazione specifica, uomo."

Anche per Pico della Mirandola, Cornelio Agrippa, Tommaso Campanella, Giordano Bruno, l'uomo riassume in sé l'universo. Fra l'uomo e l'universo ci sono infinite analogie. C. Agrippa collega agli astri le varie facoltà umane; al Sole che illumina il macrocosmo Bruno fa corrispondere nel microcosmo il cuore come centro vitale dal quale gli spiriti vitali si diffondono in tutto l'organismo.

Queste dottrine, che a noi certo possono apparire inusitate, si ritrovano in realtà non soltanto presso uomini molto lontani dalla nuova mentalità

18

scientifico, ma presso quegli stessi che più operarono nel senso di distruggere la visione antropomorfa della natura, come Leonardo e Keplero.

Leonardo paragona la nostra ossatura allo scheletro roccioso della Terra, il sangue al mare, il ritmo della respirazione alla circolazione delle acque, i terremoti ai nostri gorgoglii.

E il grande Keplero, che pure sostituì alle intelligenze motrici degli astri forze puramente meccaniche, ritiene che la Terra sia Viva e che le sue funzioni siano analoghe a quelle dell'uomo: "La natura ha peli (le piante), genera le gemme e i fossili, parla e starnuta nelle caverne". . .

Anche Bacon parla di desideri e avversioni della materia e Galileo di una sostanza che riscalda, vivifica e rende feconde tutte le viventi creature.

Anche Cartesio e Newton, con i quali la concezione meccanicistica del mondo raggiungerà la sua più coerente formulazione, saranno tutt'altro che estranei a queste idee.

2. Astrologia, magia, alchimia

Alla concezione del mondo come un tutto vivente e dell'uomo come microcosmo si accompagna per tutto il Cinquecento e oltre una grande fioritura dell'astrologia, della magia e dell'alchimia.

Se ogni cosa è in relazione con ogni altra cosa come le membra di un corpo, non appare strano ricercare negli astri i destini dell'uomo e attribuire ai maghi la capacità di trasformare le cose intervenendo nei rapporti che esse intessono le une con le altre.

Tutti gli oggetti del mondo materiale sono colmi di occulte Simpatie riverberate in essi dalle stelle.

"Ogni stella - dice Agrippa - ha natura, caratteristiche, condizioni proprie e per mezzo dei propri raggi ne riproduce i segni e i caratteri negli elementi, nelle pietre, nelle piante, negli animali e nelle loro membra.

"Ciò che si trova nel più remoto angolo della terra - dice Paracelso, il più famoso medico del '500 - getta la sua ombra sull'uomo; ciò che è nel più profondo del mare imprime la propria immagine nell'uomo e lo plasma; ciò che si trova sotto il polo antartico manda il suo riflesso fino al polo artico e ciò che è sotto il polo artico imprime il suo riflesso nell'uomo sotto il polo antartico". Il modello dell'uomo è nel macrocosmo e perciò la causa delle malattie e i relativi rimedi devono essere cercati nelle forze e negli elementi del macrocosmo.

Il compito del medico è quello di manipolare i farmaci scegliendo e dosando quelle sostanze in cui sono condensate le virtù astrali. L'astrologia si

19

connette strettamente con la magia e l'alchimia le quali attribuivano al mago la capacità di attrarre e incapsulare gli influssi dei corpi celesti, di cogliere le analogie e le connessioni e di servirsene per i suoi scopi.

Paracelso attribuiva all'alchimia principalmente il compito di preparare medicine capaci di restaurare l'equilibrio organico del corpo umano. Pur accettando l'idea della trasmutazione dei metalli (l'idea della trasformazione dei metalli vili in oro, tanto cara agli alchimisti), Paracelso riteneva che la ricerca della pietra filosofale non fosse lo scopo principale dell'arte alchemica e indirizzava l'alchimia soprattutto verso la distillazione e l'analisi dei minerali per la preparazione di rimedi chimici efficaci.

In Paracelso tradizione alchimistica, astrologia, magia, ermetismo si uniscono al neoplatonismo e al misticismo. Egli pensa che tutto sia possibile allo spirito. "Se noi conoscessimo profondamente il nostro spirito, - dice - sulla terra nulla ci sarebbe di impossibile". E altrove: "Perché io vi dico che tutto è possibile vedere con lo spirito". La natura è per lui tutta piena di segni, di avvertimenti, di indicazioni che il mago può scoprire e interpretare. Tipica è la dottrina della 'signatura'. "Osservate la radice del satirio: non ha la forma dell'organo maschile? Perciò la maga lo scoprì ed affermò che esso può restituire all'uomo la virilità ... Abbiamo anche il cardo: le sue foglie non pungono come aghi? Grazie a questo carattere l'arte magica lo scoprì ed affermò che non vi è erba migliore contro il pizzicore interno". Le somiglianze non sono inutili né gratuite. Alcuni corpi si assomigliano perché possiedono le stesse proprietà. Grazie alle similitudini è possibile penetrare dal mondo delle forme al mondo delle forze e agire sulla realtà.

La magia di Paracelso si fonda su due postulati fondamentali: la credenza nell'universale animazione, lo stato psichico caratterizzato da "una potente tensione immaginativa" (Miotto).

E' forse il fatto che faccia leva sugli impulsi e i desideri più profondi, sulle forze più nascoste della psiche che spiega la capacità di presa della magia e la sua diffusione. .

La magia rinascimentale, si badi bene, non si presenta come un'arte diabolica che fa ricorso a mezzi illeciti per ottenere scopi malvagi. Essa prende le distanze dalla magia negromantica- Per Ficino, e poi per Campanella e Bruno, il mago è sacerdote di una religione rinnovata. Per Pico della Mirandola, che contrappone la 'magia naturale' alla 'magia nera' esecrabile e nefanda, la magia è la parte pratica della scienza. Ciò che l'uomo compie per arte, la natura l'ha compiuto naturalmente producendo quel grande prodigio che è l'uomo. Praticare la magia non è altro se non "maritare il mondo" ovvero istituire rapporti fra il cielo e la terra. Il mago può operare sulla natura solo collaborando con essa, entrando con essa in un rapporto

20

amoroso. Il mago non fa che proseguire l'attività creativa dell'anima mundi, favorendo, perfezionando, accelerando l'opera della natura stessa. Non ha bisogno di ricorrere a forze extramondane.

E' la natura stessa che, viva e vitale, offre di continuo spunto all'opera del mago, che gli dà l'esempio di infiniti, strani connubi.

Il concetto della natura che emerge da queste dottrine appare assai diverso non soltanto da quello della scienza moderna, allora in fase di gestazione, ma anche da quello della natura aristotelica. Nell'universo di Aristotele esisteva almeno una regola, osserva il Lenoble, quella della consuetudine: da uno stesso seme nasce sempre la stessa pianta, ogni cosa passa dalla potenza all'atto realizzando la sua forma prestabilita. Le forme restano sempre identiche, ben fisse nella loro evidente gerarchia.

Alla magia invece la natura appare molto più duttile, ricca multiforme; essa realizza gli accoppiamenti più imprevisi, rinnova e cambia in continuazione il suo aspetto.

La natura è uno "scigno di prodigi", che il mago, fornito di doti eccezionali, può tentare di forzare e di aprire.

Il prodigio è qualcosa di molto diverso dal miracolo. I miracoli rappresentano un'eccezionale sospensione delle leggi di natura, per il resto immutabili; presuppongono cioè una natura ordinata secondo le leggi e un intervento soprannaturale che solo in casi eccezionali interviene a modificare il corso della natura.

Il prodigio invece si presenta come qualcosa di naturale nel senso che di continuo la natura produce prodigi. Non è necessario ammettere l'intervento divino (o quello diabolico).

La differenza profonda che separa la concezione rinascimentale della natura da quella aristotelico-tomista è illustrata chiaramente da un aneddoto citato dal Lenoble. "Un bel giorno un suo confratello domenicano gli disse (a San Tommaso): "Frate Tommaso, che diresti se ti venissi a raccontare d'aver visto un bue che volava nel cortile?" _"Ti chiederei di andare a vedere se per caso i tuoi occhi non t'avessero ingannato". - "E se tornato nel cortile, ti annunciassi che i miei occhi hanno visto bene?" - "Insistere per-

ché tu andassi una terza volta a renderti ben conto che a volare sia proprio un bue e non un uccello." - "E se ti confermassi che a volare è proprio un bue e non un uccello?" - "Allora direi: Dio ha fatto un miracolo, piuttosto che ammettere che un figlio di San Domenico ha potuto mentire."

Tommaso, commenta il Lenoble, da buon aristotelico, sa che volare non è nella natura di un bue. E' dunque impossibile che un bue voli, a meno che Dio non voglia operare un miracolo. Ma il miracolo è cosa rara e ha sempre un significato spirituale, perché Dio non altera certo le leggi di natura

21

per nostro divertimento.

Per i maghi del '500 invece è la natura stessa che modifica continuamente il suo comportamento. Non è necessario ammettere interventi soprannaturali, esterni alla natura.

E' proprio questo possibilismo della natura del resto che apre, come nota il Garin, uno spiraglio all'attività umana e che consente al mago di intervenire e di operare nella natura secondo i suoi scopi.

Molti studiosi si sono posti il problema del significato storico della magia rinascimentale. E' parso paradossale infatti, come abbiamo già fatto osservare, che proprio alla vigilia della rivoluzione scientifica abbia avuto tanto credito una concezione animistica, occultistica, magica della natura, così lontana da quella meccanicizzata che emergerà dalla scienza moderna.

In realtà gli storici hanno messo in luce gli aspetti di novità della concezione magico-astrologica rispetto alla tradizione.

Il De Ruggiero sottolinea il carattere dinamico che la natura assume nella filosofia rinascimentale, in opposizione al carattere statico che essa riveste nella filosofia aristotelica e tomista. Mentre il fine della scienza antica era quello di descrivere la struttura e la perfezione dell'universo, la dottrina rinascimentale della natura si propone di operare sulla natura e di assoggettarla all'uomo. L'uomo del Rinascimento, acquistata fiducia in sé stesso, pensa di poter sottoporre la natura al suo volere. Da una concezione contemplativa del sapere siamo passati ad una visione operativa.

Dello stesso parere è Frances A. Yates: " ... ritengo che la reale funzione del mago rinascimentale, in rapporto all'età moderna, sia stata quella di mutare la volontà umana. Con lui l'attività pratica dell'uomo acquistò importanza e dignità prima sconosciute ed era conforme alla religione e non contrario alla volontà di Dio che l'uomo, questo magnum miraculum, esercitasse praticamente il proprio potere. Il fatto davvero rivoluzionario fu questo orientamento psicologico sostanzialmente nuovo verso un uso della volontà umana, che più nulla aveva ormai di affine all'atteggiamento greco e a quello medioevale."

Secondo il Cassirer la magia rappresenta un tentativo di affermare l'autonomia della filosofia della natura. Astrologi e maghi, facendo dipendere i fenomeni terrestri e i destini umani dagli astri e dalle proprietà occulte di certe sostanze, affermano insieme l'autosufficienza della natura e l'autonomia della filosofia naturale.

La natura nella concezione medioevale era solo un instrumentum regni, uno strumento cioè nelle mani di Dio per guidare l'uomo verso i suoi fini spirituali. Era Dio che operava attraverso le leggi naturali. Gli avvenimenti naturali andavano interpretati in rapporto ai fini divini.

22

Maghi, astrologi, alchimisti, cercando invece le cause dei fenomeni negli astri, che anch'essi appartengono alla natura, o nei poteri occulti, ma pur essi naturali, delle cose, ne sottraggono la spiegazione alla Chiesa e affermano la capacità dell'uomo di conoscere la natura e di operare su di essa senza mediazioni.

Il Garin sottolinea in particolare le nuove possibilità che la magia perviene ad attribuire all'uomo. In un universo svincolato da rigide regole si apre infatti la possibilità dell'intervento umano. "La distanza fra Medioevo ed età nuova è la distanza medesima che corre fra un universo concluso, storico, atemporale, immoto, senza possibilità, definito, ed un universo infinito, aperto, tutto possibilità." Per questo nel Medioevo la Chiesa aveva duramente combattuto la magia preferendo "l'annullamento dell'uomo nella fissità della specie umana allo scandalo dell'uomo che, svincolandosi dall'ordine naturale ne fa uno strumento nell'atto stesso che, conoscendolo, ne denuncia la provvisorietà".

All'alba della cultura moderna il tema magico esce dal sottosuolo culturale alla luce, partecipando attraverso la celebrazione dell'uomo, alla formazione del grande tema della civiltà moderna (De Martino).

La civiltà occidentale era in realtà destinata, come abbiamo detto, ad imboccare una strada diversa. La nuova scienza condurrà una dura polemica contro la magia. Essa finirà per sostituire alla vissuta unità con la natura una conoscenza della natura "distanziata" mediante la conoscenza matematica, alla natura vivente e tutta percorsa da fremiti profondi un universo scritto in lingua matematica, l'universo di Galileo i cui caratteri sono triangoli cerchi e altre figure geometriche (De Martino).

Ma gli studi più recenti hanno messo in luce come nell'ermetismo e nel misticismo rinascimentali siano presenti anche elementi importanti per la stessa scienza.

Non si deve ridurre, dice il Debus, la rivoluzione scientifica del XVII secolo all'avvento della moderna filosofia meccanica della natura. La tradizione rappresentata dalla filosofia paracelsiana, per esempio, costituirà un filone non trascurabile nel Seicento e non privo di influenze sugli sviluppi della scienza chimica.

Il quadro delle origini della scienza moderna è molto più complesso di quello che un tempo si credeva.

23

3. La filosofia della natura in B. Telesio, T. Campanella, G. Bruno

La concezione rinascimentale della natura trova espressione tipica nell'opera di Bernardino Telesio, Tommaso Campanella, Giordano Bruno. Maghi e profeti, gli ultimi due in particolare hanno esercitato un'influenza per vari motivi molto grande sulla nostra cultura.

Ne parleremo quindi più particolareggiatamente.

3.1. Bernardino Telesio

L'insistito richiamo all'esperienza e al confronto diretto con la realtà, la polemica aperta contro l'aristotelismo hanno in passato fatto pensare a qualcuno che in Telesio (1509 - 1588) fossero da ricercare gli inizi di una

nuova mentalità scientifica. Al suo apparire la sua opera *De rerum natura iuxta propria principia* fu salutata da Bacone come il manifesto di un'epoca nuova.

In realtà il pensiero di Telesio, nonostante certe riserve nei confronti della magia, è tutto inserito nella concezione animistica della natura propria del Rinascimento. La sua esaltazione della conoscenza fondata sui sensi in contrapposizione alle costruzioni della ragione porta piuttosto ad una concezione della conoscenza come partecipazione simpatetica alla vita delle cose che non alla moderna concezione sperimentale.

E' il senso, egli sostiene, che ci mette a diretto contatto con le cose senza intermediari che falsino o ostacolino la nostra comunicazione. I concetti aristotelici di materia e forma, di potenza e atto e tutti i concetti elaborati dalla filosofia non sono altro che finzioni che ci impediscono il contatto diretto con le cose.

La sensazione è per Telesio la forma fondamentale della conoscenza e la sensazione, sia tattile, sia olfattiva o visiva, è dovuta al contatto diretto con gli oggetti, contatto che provoca una modificazione nell'anima (concepita evidentemente come materiale).

La conoscenza concettuale non è che una derivazione di quella sensoriale. Dipende infatti, secondo Telesio, dal senso ed è fondata sulla somiglianza: quando la conoscenza diretta non è possibile, noi immaginiamo le cose a somiglianza di quelle che conosciamo con i sensi (quella di Telesio è evidentemente un'ingenua forma di empirismo).

Ridotta la conoscenza a puro contatto con le cose, Telesio avrebbe dovuto chiedersi come mai il contatto si trasformi in sensazioni solo nell'uomo e negli animali. Ma Telesio non si pone affatto questo problema. Per lui infatti il senso è coesteso con l'essere. Tutta la realtà è dotata di sensibilità

24

e di coscienza. All'obiezione che gli altri esseri non hanno organi di senso, Telesio risponde che tali organi sono semplici strumenti della sensibilità. Anzi laddove la differenziazione non è avvenuta, l'ente è senso in ogni sua parte. La conoscenza non è principio antitetico alla materia ma al contrario è la facoltà primitiva, ineliminabile di tutta la materia.

In tutte le cose dice Telesio, la materia è animata da due forze agenti: il freddo e il caldo. Il caldo produce dilatazione, movimento, vita; il freddo contrazione e morte. In tutte le cose il caldo e il freddo sono variamente mescolati sicché tutte le cose vivono, sentono, agiscono.

La lotta di questi due principi contrari serve a Telesio per spiegare, senza interventi soprannaturali, la costituzione dell'universo, i fenomeni astronomici la formazione degli esseri, tutte le forme di vita.

Telesio, è vero, attribuisce all'uomo, oltre all'anima materiale, anche un'anima trascendente (superaddita), ma questa dottrina, anche se non dovesse essere stata dettata dal timore delle sanzioni ecclesiastiche, rappresenta un'appendice morta del sistema. La sua resta una spiegazione prettamente naturalistica che attribuisce piena autonomia alla materia.

3.2. Tommaso Campanella

In Campanella (1568-1639) ritroviamo la tipica concezione rinascimentale della natura che attribuisce vita e sensibilità all'intero universo.

Stolta cosa è stimare che il mondo non senta perché non ha gambe, occhi, mani. Questi strumenti convergono all'animale, spirito chiuso in materia grossa che bisogna con quelli muovere e per pertugi sentire. Ma al mondo per il moto basta la figura tonda, mani sono i raggi, e virtù attive diffuse a operare senza essere chiuse in braccia grevi; e occhi sono le stelle e luminari che vedono. e fanno vedere noi, che serrati in grossa mole siamo, e per le fenestre de li sensi miriamo quel che in tutta l'aria e il cielo è aperto e noto. Tanta sciocchezza e negare il senso delle cose perché non hanno occhi, né bocca, né orecchie, quanto è negare il moto al vento perché non ha gambe e il mangiare al fuoco perché non ha denti.

Il mondo è del tutto simile ad un organismo animale: "e come in noi il braccio non vuole essere diviso dall'omero, né l'omero dalla scapola, né la testa dal collo, ma tutti schifano la divisione, così il mondo aborrisce essere diviso". Il mondo ha un'anima e noi siamo in esso "come stanno i vermi nel ventre dell'huomo" . Il mondo è un tutto unitario simile ad un organismo umano; fra l'uno e l'altro non v'è differenza se non che il mondo è macrocosmo, l'uomo microcosmo. L'uomo è l'epilogo dell'universo; egli concentra in sé quello che nell'universo si mostra per esteso: "infatti in lui la men-

25

te è come Dio, il capo come il cielo, il ventre come la terra, il sangue come il mare, le ossa come le pietre, ... i peli come le piante, le vene come i fiumi". Sono i temi che abbiamo trovato in tanta letteratura del '400-'500.

Anche Campanella, come Telesio, ritiene che la sensazione, il contatto diretto con le cose sia la vera conoscenza. Egli esprime la sua sfiducia nei confronti dei ragionamenti e dei concetti astratti: la realtà si conosce immediatamente attraverso i sensi. Le sensazioni sono più certe di ogni altra conoscenza. Ogni conoscenza nasce dal senso e ciò che è incerto, con il senso si accerta, come Colombo che emendò il concetto di Agostino e di Lattanzio, i quali negavano gli antipodi. " E quanti discorsi fanno i filosofi sopra le cose che hanno sentito, son poi corretti da ogni uomo grosso che le vede".

Quella dell'intelletto è una conoscenza sbiadita e incompleta, ad essa sfuggono quelle particolarità che costituiscono la vera realtà delle cose. L'immagine dell'albero che pensiamo è infinitamente meno ricca e chiara di quella dell'albero che vediamo e tocchiamo. (Campanella sembra ignorare tutta l'importanza e la complessità del processo di concettualizzazione). La conoscenza razionale non è per lui che una generalizzazione di ciò che abbiamo sentito, "come quando, essendo toccati da un fuoco moderato, stimiamo caldo tutto il fuoco, e le bestie non sono da meno, poiché il cavallo, dal singolo orzo che gusta, conosce tutti gli orzi ... "

Per Campanella la sensazione è una sorta di fusione con la realtà. *Cognoscere est fieri rem cognitam*. E' in qualche modo "morire" nelle cose.

Ad un certo punto della sua vita Campanella, è vero, metterà in crisi il suo radicale sensismo per affermare l'esistenza di una conoscenza innata, di un *sensus abditus*, distinto dal senso esterno, che precede ogni sensazione e la rende possibile. Ma l'affermazione dell'autocoscienza, di questo *sensus* sui profondo e nascosto, se indubbiamente conferisce un nuovo rilievo al soggetto conoscente, non più inteso come passivo e del tutto dipendente dagli stimoli esterni, non muta fundamentalmente il rapporto fra l'uomo

e le cose, che è un rapporto di immediatezza e simpatia escludente ogni mediazione intellettuale (matematica o logica).

Il *sensus sui* consente all'uomo di conoscere le sue prerogative: esso ci rivela che noi siamo capaci di sapere, volere, e potere. Sono queste le tre "primalità dell'essere" che Campanella ritiene estensibili a tutti i corpi naturali, i quali tutti sono pertanto, secondo lui, capaci di autocoscienza.

Ma il *sensus sui* ci rivela anche che in noi e nelle cose queste tre qualità sono limitate. Esso ci rimanda perciò ad un essere, Dio, che possiede tali qualità in grado infinito. La coscienza del limite è anche coscienza dell'illimitato. Campanella sembra riconfermare la concezione trascendentistica

26

della divinità.

Ma, si badi bene, l'immagine di Dio che emerge da questa dottrina è ben diversa da quella tradizionale. La montriade campanelliana ha poco a che fare con la Trinità. Essa ha un carattere tendenzialmente naturalistico (i suoi attributi sono quelli stessi delle cose sia pure a livello superiore) né essa ci è nota attraverso una rivelazione storicamente determinata ma attraverso un'intuizione che fa tutt'uno con il *sensus sui*. Per la sua dottrina Campanella subirà una pesante repressione da parte della Chiesa della Contro-riforma. Egli trascorrerà ben ventisette anni in carcere.

Campanella può essere considerato come un importante esponente del pensiero laico.

Certamente la sua concezione magico-animistica ha assai poco a che fare con la scienza moderna e certamente egli, sotto il profilo scientifico, non diede nessun contributo diretto e non formulò nessun principio che, come quello dell'infinità dei mondi di G. Bruno, potesse aprire nuovi orizzonti alla ricerca, ma il suo contributo alla difficile battaglia per l'affermazione dei diritti del sapere scientifico (1) e contro il secolare asservimento della scienza alla teologia non può essere sottovalutato.

In conformità con i tempi nuovi Campanella ritiene che la filosofia non abbia uno scopo puramente contemplativo; per lui non ha senso un sapere che non si faccia strumento di trasformazione non solo della realtà naturale, ma anche di quella socio-politica.

Campanella è mago e profeta: egli crede nell'avvento di un nuovo ordine religioso, morale, politico che egli vede chiaramente preannunciato da segni e prodigi celesti.

Ma, perché esso si realizzi, è necessario che sia abbattuto il potere che impedisce la nascita della nuova società. Campanella si sente investito da una grande missione. Nel tentativo di tradurre in atto il suo grande sogno di rinnovamento, egli capeggerà una rivolta contro il governo spagnolo nel Regno di Napoli, rivolta mirante alla costituzione di una repubblica, di una magica città del Sole, di cui egli stesso avrebbe dovuto essere sacerdote e legislatore.

Fatto prigioniero, si salverà dalla condanna a morte fingendo la pazzia.

Nei ventisette anni della sua detenzione e oltre egli continuerà a favoleggiare di questa utopica repubblica comunistica e egualitaria alla cui descrizione è dedicata la sua opera più famosa: *La città del Sole*.

Personalità complessa e a volte contraddittoria, T. Campanella rispec-

1 Campanella scrisse in carcere un'Apologia pro Galileo.

chia le inquietudini e le incertezze proprie della sua epoca. Egli cerca la conciliazione fra tendenze diverse e opposte, fra il radicale sensismo ereditato da Telesio e la tradizione teologico-scolastica, fra una concezione puramente naturalistica e immanentistica della realtà e il pensiero trascendentistico della tradizione cattolica, fra l'entusiasmo per Galileo e la ferma credenza nell'animismo universale e nel pensiero magico-simbolico.

Ma, su tutto domina la sua vocazione di uomo d'azione, di interprete di profeti, di capo destinato ad inaugurare secoli nuovi (Firpo).

3.3. *Giordano Bruno*

Anche Giordano Bruno (1548-1600) è mago e profeta di un rinnovamento morale e religioso; anche Giordano Bruno affronta l'Inquisizione, il processo, la condanna. La sua personalità però si differenzia per molti aspetti da quella di Campanella. Incapace di compromesso, avverso al volgo che disprezza e irride, superbo e solitario, egli ripeterà al Tribunale che cerca di farlo recedere dalle sue posizioni, il suo inflessibile no fino al tragico rogo che lo arderà vivo in Campo dei fiori a Roma nell'anno 1600.

Come Telesio e Campanella, Giordano Bruno elabora una concezione unitaria e organicistica della natura. Egli concepisce l'universo come un tutto animato che produce e riassorbe in sé in continuazione tutti gli esseri naturali. In ogni cosa vi è anima, vita e intelligenza: in ogni cosa vi è Dio. "L'Anima del Mondo è il principio formale costitutivo dell'Universo e di quello che contiene. L'Anima del Mondo è Dio il quale è ovunque, spirito che alimenta la mole del mondo e vive ed è presente in tutte le cose". Ma l'Anima del Mondo e la divinità non sono presenti per tutto nel senso in cui si potrebbe dire di qualcosa di materiale ma in una forma che è difficile da spiegare. "... Come per esempio anco rozzo, potreste immaginarvi una voce, la quale è tutta in tutta una stanza e in ogni parte di quella, perché da per tutto se intende tutta". Un'unica forza vitale agisce in tutte le cose. "Ogni cosa ... reca l'immagine dell'Universo mondo ... ; e tutte si sforzano di conservare il proprio essere, fuggono i propri contrari e ricercano l'utile. E non senza qualche senso o conoscenza ... le stesse gocce d'acqua mantengono, per quanto possono, la forma rotonda e sferica ... ; le fronde, le pergamene e I fuscilli saltan via lontano dal fuoco e si ritraggono come se fuggissero un loro contrario".

"Il senso è questa certa partecipazione, questo certo effetto dell'universale intelligenza diffusa nell'universo, da cui derivano le affezioni e le inclinazioni, le defezioni e le aversioni, la concordia e la discordia fra tutte le cose".

28

E' in questa forza, che opera in tutte le cose, che va cercato il germe dell'autoconservazione e non in una assistenza soprannaturale.

In Giordano Bruno l'universo diventa autonomo e autosufficiente, non rimanda più a qualcosa che sia al di fuori di esso. La dottrina dell'animazione universale si traduce in una visione panteistica che esclude ogni forma di

trascendenza: Dio è l'anima del mondo e non è nulla al di fuori di esso.

Bruno esce completamente dall'ortodossia religiosa portando alle sue estreme conclusioni la concezione rinascimentale dell'universo. Se Campanella, e prima di lui Nicola Cusano, Marsilio Ficino, Pico della Mirandola avevano ancora cercato di accordare le loro idee con la dottrina tradizionale della Chiesa, Bruno respinge ogni compromesso e si pone deliberatamente al di fuori della religione cristiana. La sua religione è una religione dell'immanenza. E' per lui l'universo nella sua unità-totalità che ha carattere divino.

All'universo, senza esitazioni, Giordano Bruno riferisce quell'attributo dell'infinità che fino ad allora era stato riservato esclusivamente a Dio (solo il Cusano aveva osato dire l'universo "indefinitamente" grande). "Sì che io ho dichiarato infiniti mondi particolari simili a questo della Terra; la quale con Pitagora intendo uno astro, simile al quale è la Luna, altri pianeti e altre stelle, le quali sono infinite; e che tutti questi corpi sono mondi e senza numero, li quali costituiscono poi la università infinita in uno spazio infinito; e questo se chiama universo infinito, nel quale sono mondi innumerevoli".

L'Universo-Dio di Bruno, come è infinito nello spazio, così lo è nel tempo. "Non temiamo che ... la natura delle cose non altrimenti possa venire ad inanirsi... Indi feconda è la terra e il suo mare; indi perpetuo è il vampo del sole, sumministrandosi eternamente esca a gli voraci fuochi, e umori agli attenuati mari; perchè dell'infinito sempre nova copia di materie sotto nasce ...".

Andando oltre i limiti dei sensi, l'uomo deve dilatarsi a comprendere l'unità e infinità dell'universo. Bruno cerca di superare il sensismo di Telesio e Campanella. I sensi ci disperdono fra le cose particolari. Solo la ragione ci può far conoscere l'unità vivente del Cosmo e la sua infinità. Solo la ragione può sollevarci alla comprensione dell'Uno-Tutto. "... e tutto guarderà come uno al di là di ogni distinzione, misura e limite".

La dottrina di Bruno sbocca in una forma di misticismo panico. All'adorazione del Dio persona della religione tradizionale, Bruno contrappone il mistico annullamento nell'Uno-Tutto. All'ignorante "che venera come un dio il coccodrillo e il gallo", Bruno contrappone il saggio che sa

29

che Dio è tutto ovunque e quindi anche nel gallo e nel coccodrillo. Bruno glorifica la religione degli antichi Egiziani, il cui culto era veramente il culto di "Dio nelle cose". Egli deplora la distruzione operata dai cristiani dell'antica religione egiziana e profetizza una riforma morale e religiosa che verrà a cacciare le tenebre presenti. Di questo rinnovamento egli vede il segno nella rivoluzione astronomica operata da Copernico. Bruno accetta entusiasticamente l'ipotesi eliocentrica e l'idea del moto della Terra ma, come vedremo meglio più oltre, egli accoglie le nuove idee solo in quanto gli sembrano accordarsi con le sue. Non apprezza per nulla quello per cui Copernico ha una posizione di primo piano nella storia del pensiero scientifi-

co. I calcoli matematici attraverso cui Copernico si sforza di dare fondamento alla sua dottrina non lo interessano affatto. Per lui la Terra non può non muoversi perché è viva, guidata attraverso gli spazi infiniti "da un principio intrinseco, che è l'anima propria..." I numeri lo interessano esclusivamente come simboli dei misteri che solo lui, e non Copernico, ha realmente inteso.

Bruno e Campanella, che al Bruno sopravviverà di una quarantina d'anni, sono gli ultimi maghi del Rinascimento italiano, superstiti "di una razza pressoché estinta" (Yates).

Quando si recherà a Parigi, nel 1634, Campanella riceverà ancora una favorevole accoglienza. "Ma per coloro che erano rivolti al futuro, che aprivano le vie di una nuova era, per Mersenne, Cartesio e il loro circolo - osserva la Yates - Campanella (e Bruno) non significava nulla. Scrivendo a Peirecs, che gli aveva fortemente raccomandato Campanella, Mersenne dice: "Ho visto il reverendo padre Campanella per circa tre ore e per la seconda volta. Mi sono reso conto che egli non può insegnarci nulla in fatto di scienze"

" ... nel mondo moderno, che si profilava ora all'orizzonte - osserva ancora F. Yates - il sogno di una religione universale, in cui la scienza interpretata come "magia naturale" si legasse indissolubilmente con la religione intesa come "magia divina", era ovviamente condannato a svanire".

30

2. LA TECNICA COME FONTE DELLA CONOSCENZA DELLA NATURA

1. La rivalutazione delle arti meccaniche

Si è soliti ricercare gli inizi del cambiamento che porta ad una nuova concezione della natura negli ambienti creati dalle profonde trasformazioni avvenute a cavallo fra il XV e il XVI secolo nelle attività tecniche e commerciali.

I grandi viaggi di esplorazione del '400-'500 avevano avviato un processo di dinamismo geografico e anche geopolitico senza precedenti.

La scoperta dell'America e quella di una nuova via alla Cina circumnavigando l'Africa avevano aperto nuovi mercati e fatto nascere grossi problemi di ordine tecnico. Bisognava costruire navi idonee a solcare gli oceani, ideare nuove macchine tessili capaci di far fronte all'accresciuta richiesta di merci, potenziare le miniere risolvendo il problema della ventilazione delle gallerie, fronteggiare il fenomeno dell'urbanizzazione assicurando i rifornimenti idrici e i servizi igienico-sanitari.

Si fa sempre più ricca e influente la classe dei mercanti, uomini nuovi, ben decisi, in contrasto con le limitazioni della Chiesa, a godere delle cose materiali e attenti agli strumenti che rendono possibile procurarsele. Ne deriva un nuovo interesse per la natura, le macchine, la tecnica.

Tecnici, artigiani, ingegneri, inventori, sempre più ricercati, acquistano una importanza prima sconosciuta. Di contro al disprezzo con cui queste professioni erano state fino ad allora guardate, si assiste ad una rivalutazione delle arti meccaniche e delle attività tecniche di cui si viene affermando insieme l'importanza pratica e il valore conoscitivo.

L'interesse per i prodotti della tecnica porta sempre più l'attenzione a

volgersi ai risultati comuni e ripetibili dell' operare umano invece che a quelli eccezionali, riservati a persone fornite di qualità superiori; agli aspetti meccanici e regolari della natura piuttosto che a quelli inusitati e apparen-

31

temente senza regola a cui aveva volto la sua attenzione la magia.

Si diffonde una nuova mentalità e sono molti coloro che, tecnici propriamente detti o uomini di cultura, affermano l'intima connessione fra il fare e il sapere e la necessità di connettere la scienza alla tecnica.

Fra i nomi che si possono citare al proposito sono quelli famosi di Leonardo da Vinci, di Rabelais, di Agricola, di Bacone i quali tutti affermano la necessità di prendere contatto con l'opera degli artigiani, dei tecnici, dei contadini che spesso conoscono la natura meglio dei "dialettici" e hanno molte cose da insegnare loro.

Accanto a questi nomi si potrebbero fare anche quelli di grandi navigatori, come Vasco de Gama e Cristoforo Colombo. "Le loro imprese - osserva il Gillispie - furono animate dallo stesso convincimento che in seguito sarà di Galileo, ovvero che la conoscenza trova il suo scopo nell'azione e l'azione la sua regola nella conoscenza".

Nasce una nuova civiltà che, nel bene e nel male, è giunta a dominare il nostro mondo, almeno fino a ieri. (Gillispie)

2. Leonardo e le macchine

Figlio illegittimo di un ricco mercante, Leonardo (1452-1519), proprio per la sua nascita irregolare, non frequentò le Accademie come gli Umanisti e in generale i giovani di buona famiglia ma fu messo a bottega presso il Verrocchio perché vi imparasse il mestiere.

Egli non si era formato quindi sui testi antichi, escluso dalla loro lettura anche dalla scarsa conoscenza del latino e del greco. In polemica con la cultura del tempo, non soltanto aristotelica ma anche umanistica, contro "i libri pieni di vento" e il sapere che non si sporca le mani egli insiste sull'importanza fondamentale delle arti meccaniche. Il sapere deve tradursi in opere concrete. Da solo l'atto mentale, dice Leonardo, è sterile, esso deve nascere dall'esperienza e tradursi in opere tangibili e corpose. "A sentire gli aristotelici, dicono quella cognizione essere meccanica la quale è partorita dall'esperienza e quella essere scientifica che nasce e finisce nella mente ... Ma a me pare che quelle scienze siano vane e piene di errori, le quali non sono nate dall'esperienza, madre di ogni certezza, e che non terminino in nota esperienza La scienza strumentale over macchinale è nobilissima e sopra tutte le altre utilissima". Non è sufficiente osservare le strane forme che "l'artifiziosa natura" compone, bisogna riprodurle in macchine.

La natura si può imitare perché la sua struttura è una struttura matematico-meccanico-macchinale.

32

Il processo mentale secondo Leonardo parte dall'osservazione della natura, passa al disegno che ne mette in luce la struttura, sbocca nella costruzione della macchina.

Sappiamo come Leonardo, in vista della costruzione di macchine tessili, avesse osservato lungamente gli operai al lavoro cercando di individua-

re quei movimenti che anche noi diciamo automatici e meccanici. Famose sono poi le osservazioni che egli fece sul volo degli uccelli. Egli osservò come gli uccelli planano, come volano in favore e contro vento, studiò l'assetto e la flessione dell'ala, i diversi tipi di piumaggio, i movimenti della coda, che consentono all'uccello di alzarsi, di abbassarsi, di cambiare direzione di volo e così via.

Tutte queste osservazioni fissò in schizzi di cui sono note la straordinaria accuratezza e precisione. Il disegno serve a Leonardo per concretizzare il pensiero. Attraverso il disegno egli mette in luce come gli organismi animali siano insiemini di macchine. Leonardo disegna l'ala dell'uccello per mostrare come essa sia fatta di leve. Egli non disegna la superficie delle cose: sotto la pelle mette in luce tutto un gioco di flussi e riflussi, di pesi e di contropesi, di leve, di corde, di motori. Il disegno scava la realtà fino a mettere in luce gli elementi essenziali, la struttura macchinale.

Scoperto il segreto della natura, diventa possibile costruire la macchina artificiale.

Fra le macchine di Leonardo, quella che ha più colpito la fantasia popolare è sempre stata la macchina per volare. Per essa Leonardo si ispirò alle ali dei pipistrelli, più facili da realizzare che non un sistema di penne. Egli calcolò la superficie portante necessaria per sostenere un certo peso, appurò che l'ala del pellicano rappresenta la radice quadrata del suo peso. L'uomo volante avrebbe dovuto essere sistemato verticalmente e avrebbe dovuto far muovere le ali con le braccia e con le gambe. Ma il calcolo della forza necessaria, osserva il Gille, era più delicato e Leonardo lo sbagliò: con le sole forze muscolari mai l'uomo avrebbe potuto sollevare ali delle proporzioni necessarie per sostener lo. (Sarà Galileo a chiarire le ragioni tecniche per cui la macchina di Leonardo non avrebbe mai potuto volare).

Certo parecchie delle invenzioni erano in Leonardo più virtuali che reali, parecchie erano senza dubbio derivate da predecessori. Ma ciò che vi è di interessante in Leonardo è la speranza nel progresso tecnico e il nuovo significato attribuito alla macchina. "Il senso dello sviluppo del macchinismo - osserva il Gille - è quanto v'è di meglio, sotto questo punto di vista, nel grande fiorentino.

Leonardo non è uno scienziato in senso moderno e non è certamente l'iniziatore di quel movimento di pensiero che va sotto il nome di "Rivoluzio-

33

ne scientifica". La sua figura può essere, se mai, inserita nella storia della "Rivoluzione tecnologica".

Leonardo fu uno dei primi ad analizzare i meccanismi che costituiscono una macchina. Alla concezione organicistica, che vede nella macchina un complesso a sé stante, prodotto da un unico artigiano, formato da organi che non si fanno scindere e studiare distintamente, Leonardo sostituisce la moderna concezione della macchina vista come un insieme di meccanismi aventi una relativa autonomia, sostituibili e interscambiabili con meccanismi di altre macchine. Significativa al proposito la macchina per tagliare le viti, uno dei primi esempi di produzione di elementi standardizzati.

Leonardo fu certamente una delle figure più straordinarie del suo tempo, una figura che venne molto presto mitizzata. Già il Vasari, nelle sue Vite dei pittori fiorentini, ce lo presenta circondato di un alone di mistero, a metà fra il divino e il diabolico. Molto spesso si è parlato di Leonardo co-

me di colui che avrebbe dato fondo a tutte le scienze e a tutte le arti. Leonardo sarebbe stato il precursore della scienza moderna, l'inventore per eccellenza.

La storiografia più recente ha però ridimensionato la figura del grande fiorentino. "Al mito faustiano, per altro equivoco e pericoloso, si è giustamente sostituito - osserva il Garin - un giudizio più sereno che ha portato ad un ridimensionamento della figura di Leonardo che va a tutto vantaggio della comprensione dei veri titoli della sua grandezza. Non giova vedere in Leonardo il precursore di teorie e tecniche scoperte qualche secolo dopo". "Lo sviluppo della meccanica - dice un altro studioso (il Sarton) - sarebbe stato lo stesso se Leonardo non fosse mai esistito". Leonardo fu un ingegnere più che un fisico nel senso moderno della parola: non fu neppure un matematico anche se amava la matematica di indirizzo platonico. Tuttavia è vero che con lui la natura comincia a mutar volto. La natura gli appare come retta da una struttura logica, fornita di razionalità e necessità. "Natura non rompe sua legge - egli dice - ma procede costretta dalla ragione della sua legge che in lei diffusamente vive". Questa necessità è la necessità della legge matematica: "Tutto ciò che per lo universo inferiore e superiore si squaterna, quello de necessità a numero, peso e mensura fia sottoposto".

Nonostante gli inevitabili legami con il passato e il carattere ancor quasi magico che Leonardo attribuisce alla legge (non si deve dimenticare che nel '400 esiste tutta una mistica del numero), pare effettivamente che si possa esclamare con il Lenoble: "Ecco operato d'un sol colpo, da quest'uomo del '400, quel capovolgimento di valori che Bacone starà ancora ad augurarsi. Ecco affermato - e Bacone lo nega - il primato della spiegazione matematica".

34

Il rapporto fra la meccanica e la matematica fu sostenuto da Leonardo in una frase famosissima: "La meccanica è il paradiso della matematica poiché ci dona i frutti di questa scienza". E' vero tuttavia, come osserva il Sarton, che questi frutti non erano ancora maturi e che non sarà Leonardo a raccogliarli. La ricerca di Leonardo appartiene ancora al periodo di incubazione della scienza. Egli fece quello che era possibile nella sua epoca "giacché i problemi della meccanica non solo non erano stati risolti ma non erano ancora stati formulati".

Leonardo, come tutti sanno, fu anche, anzi fu soprattutto un pittore. Ma è proprio nella pittura che nel '400-'500 viene a realizzarsi una stretta connessione fra arte e scienza.

La pittura esercitò un influsso notevole nella direzione della matematizzazione della natura.

Influenzati dal diffuso neo-pitagorismo, i pittori cercano di cogliere in primo luogo le forme geometriche delle cose. La forma geometrica è vista come l'essenza della cosa. Gli oggetti che i pittori collocano sulla tela sono in primo luogo corpi geometrici situati nello spazio. Lo spazio nella pittura rinascimentale, a differenza che in quella medioevale, è uno spazio a tre dimensioni. La pittura medioevale, almeno fino a Giotto, ignorava la terza dimensione. I personaggi erano rappresentati non in rapporto alla loro posizione nello spazio ma alla loro importanza.

Dall'esigenza di dare allo spazio la tridimensionalità i pittori del Rinascimento furono indotti ad accostarsi alla matematica. Essi cercarono la so-

luzione del problema ricorrendo alla geometria e creando un sistema di prospettiva matematica. Fra coloro che diedero un contributo importante agli studi di prospettiva fu certo Leonardo, accanto a L.B. Alberti, a Piero della Francesca, al Dürer. Il trattato di pittura di Leonardo comincia con le parole: "Non mi legga chi non è matematico nelli mia principia".

Ma l'arte non ebbe solo legami con la matematica: fu in stretta connessione anche con l'anatomia e la biologia. Non è un caso che il maggior anatomista del '400 sia stato proprio Leonardo.

In un'epoca in cui i medici erano dominati dalle descrizioni di Galeno e di Avicenna fino al punto da essere incapaci di vedere con i propri occhi, Leonardo fu un buon osservatore anche se spesso pagò pure lui lo scotto alla tradizione. Sappiamo infatti che Galeno riteneva che il sangue non compisse una vera circolazione ma si muovesse con un ritmico va e vieni passando da una parte all'altra della cavità del cuore. In realtà il septum cordis è del tutto impermeabile. Galeno, per non rinunciare alla sua tesi, aveva ammesso l'esistenza di "fori invisibili". Ebbene, Leonardo, osserva sorriden-

35

do il Sarton, riuscì non solo a "vedere" questi fori, ma anche a disegnarli.

L'anatomia, a giudizio del Sarton, rappresenta la parte più perfetta dell'opera di Leonardo. Purtroppo però non esercitò nessun influsso sui suoi contemporanei. Leonardo, impacciato probabilmente dalla sua scarsa educazione letteraria, scrisse assai poco e non pubblicò nulla. I suoi meravigliosi schizzi sono venuti alla luce solo nel secolo scorso. Egli non può pertanto essere considerato come il fondatore dell'anatomia moderna. Questo merito spetta, come vedremo, a Vesalio.

3. Agricola e l'arte metallurgica

Grande importanza nel corso del '500 venne acquistando l'arte mineraria e metallurgica in connessione in particolare con lo sviluppo della marina mercantile.

La difesa dell'arte dei metalli era stata assunta da Biringuccio nel suo *De la pirotechnia*. Agricola, umanista e medico, non si limita a descrivere dettagliatamente metodi e strumenti dell'arte meccanica, egli insiste in modo particolare sul valore culturale dell'arte dei metalli. "Molti pensano - egli dice nel suo *De re metallica* - che l'arte dei metalli si fondi esclusivamente sul caso e che sia qualcosa di vile o almeno un'attività per cui si richiede più fatica che abilità tecnica e perizia. A me tuttavia, non appena ne esamino le varie parti che la compongono e vi rifletto sopra, sembra che le cose stiano in modo completamente diverso". Egli elenca tutte le conoscenze e le abilità tecniche di cui deve essere fornito un ingegnere minerario.

Critico dell'alchimia, Agricola già sente vivamente l'esigenza della chiarezza, della sistematicità e della pubblicità dei risultati, testimone di una nuova forma mentis che si andava affermando nella ricerca tecnico-scientifica.

Grandi mezzi finanziari vengono messi ben presto a disposizione dei tecnici minerari dalle maggiori imprese bancarie del tempo, come i Fugger e i Welser, ormai consci dell'importanza dei prodotti metallurgici. Anche gli stati (specie protestanti) favoriscono ampiamente l'industria metallurgica anche e soprattutto perchè poteva fornire materiale bellico.

Si assiste ad una rivoluzione nel modo di fare la guerra. Si impone l'artiglieria come arma decisiva. "Fu la possibilità di scaricare una bordata da una fila di portelli, osserva il Farrington, che non solo protesse l'Inghilterra protestante dalla potenza della cattolica Spagna, ma che trasferì il controllo dei mari dalla Spagna all'Inghilterra. Un analogo sviluppo dell'uso dell'artiglieria terrestre venne attuato nei Paesi Bassi da Simon Stevin a so-

36

stegno di un analogo obiettivo storico: la difesa dell'Olanda dalla Spagna.

Anche i tecnici minerari e metallurgici diventano personaggi ufficiali, come gli ingegneri e gli architetti.

Importante, nel periodo che precede la rivoluzione scientifica, fu in particolare l'opera degli esperti di artiglieria. Assai prima di Galileo, essi cercarono, osserva R. Hall, di sottoporre la filosofia al metro del calcolo e avvertirono che una teoria meccanica è una vana speculazione a meno che possa essere controllata da risultati misurabili.

4. Vesalio e l'arte medica

Il ruolo che la tecnica ebbe nello sviluppo della fisica, l'ebbe la pratica medica per la biologia.

Nell'ambito della medicina e della biologia l'esigenza di abolire la frattura fra pratica e teoria, fra il lavoro manuale e l'elaborazione delle dottrine scientifiche era ormai chiara agli spiriti più avveduti.

Il nome più famoso, fra quelli di chi si adoperò in questa direzione, è senza dubbio il nome di Andrea Vesalio da Bruxelles (1514-1564).

Ancora nel XVI secolo esisteva una netta distinzione fra attività teorica e attività pratica, fra medicina e chirurgia. I medici si formavano sui libri antichi e lasciavano le dissezioni dei cadaveri e le operazioni ai chirurghi. I chirurghi avevano a che fare con le ferite, le fratture, i parti, le estrazioni di calcoli, le amputazioni, i salassi. I medici si limitavano a diagnosticare la malattia e a ordinare farmaci la cui preparazione era affidata a barbieri e cerusici.

Nonostante le loro cure consistessero prevalentemente in purganti, salassi e in una varietà di farmaci complicati e nauseabondi, della cui utilità c'è fortemente da dubitare, i medici si mettevano molto al di sopra dei chirurghi. I chirurghi, come quelli che adoperavano le mani, erano trattati infatti alla stregua di servi e dovevano rivolgersi ai medici quando erano necessari dei medicamenti.

Le dissezioni anatomiche erano sì una parte stabile del curriculum della maggior parte delle scuole di medicina, ma ecco come si svolgevano le cose: il medico, dall'alto del suo scranno, leggeva il testo prescritto (Galenone e Mondino), mentre la dissezione effettiva veniva eseguita da un cerusico.

La scissione fra la teoria e la pratica, fra l'elaborazione delle teorie scientifiche e il lavoro manuale venne denunciata con parole vibranti dal Vesalio, il quale vedeva in questa scissione la causa della de-

37

cadenza e delle arti e delle scienze. Nella medicina questa scissione è particolarmente deplorabile, egli afferma, e ha portato a conseguenze parti-

colarmente gravi. Da una parte i medici, rifiutando di sporcarsi le mani e affidando tutte le operazioni manuali a servi impreparati e ignoranti, hanno perso sempre di più il contatto con la realtà concreta. Vanagloriosi ripetitori di libri antichi, che essi leggono solennemente durante le operazioni credendo di guidare l'opera dei sezionatori e dei chirurghi, si sono privati della possibilità di controllare direttamente nell'esperienza il valore delle dottrine antiche e di far progredire la conoscenza del corpo umano. Dall'altra i servi, i barbieri, a cui sono affidate le operazioni manuali, troppo ignoranti per comprendere quello che vanno facendo, si sono ridotti ad un livello anche inferiore a quello dei macellai. La scienza non può rinascere senza che si realizzi un nuovo tipo di rapporto fra la teoria e l'attività tecnico-pratica.

Vesalio fu medico e anatomista. Egli compì molteplici dissezioni di cadaveri eseguite con una abilità che solo Leonardo prima di lui aveva raggiunto. Ma poiché Leonardo, come sappiamo, non aveva pubblicato i risultati delle sue osservazioni, è al Vesalio, autore del famosissimo *De humani corporis fabrica*, che va riconosciuto il merito di fondatore dell'anatomia moderna.

Questo non significa però che con Vesalio si sia attuata la rivoluzione scientifica nell'ambito della biologia. Vesalio, come Leonardo, appartiene al periodo di incubazione della scienza. Se egli apportò, con le sue osservazioni dirette, importanti correzioni alle antiche descrizioni anatomiche, tuttavia rimase fondamentalmente legato alle dottrine di Galeno per quanto riguarda l'interpretazione delle funzioni degli organi del corpo. Egli si rese ad esempio ben conto, attraverso l'esame del setto cardiaco, che in esso non c'è passaggio che metta in comunicazione il ventricolo destro con il ventricolo sinistro. Egli dichiara apertamente che i forellini di cui aveva parlato Galeno (e che ancora Leonardo aveva creduto di vedere) non esistono, ma questo non lo porta affatto a rivedere la concezione galenica del movimento del sangue e ad elaborare una dottrina alternativa a quella del medico di Pergamo. Sarà solo lo Harvey che opererà la svolta decisiva nell'ambito delle dottrine biologiche con la sua teoria della circolazione sanguigna che lo porterà, come vedremo a suo tempo, a mutare profondamente l'interpretazione che Galeno aveva dato dei vari organi. (Galeno riteneva che il sangue fosse una trasformazione del cibo operata dal fegato, Harvey riconoscerà che il sangue è un semplice veicolo di sostanze nutritive). Sarà l'assunzione di un modello meccanico, quello di un sistema idraulico, che consentirà allo Harvey di operare il passaggio dalla fase pre-scientifica al-

38

la scienza propriamente detta.

Ma senza i grandi medici-anatomisti del '500 (oltre a Vesalio, possiamo anche ricordare il Parè, il Serveto, Fabrici di Acquapendente ecc.) la rivoluzione non sarebbe forse stata possibile.

5. Bacone e il rapporto dialettico fra tecnica e scienza

5.1. L'esaltazione della tecnica

Dell'esigenza di un'intima fusione fra scienza e tecnica e del rinnovamento del metodo scientifico si fa portatore Francesco Bacone (1561-1626), filosofo dell'era industriale secondo la definizione di un suo noto stu-

dioso: il Farrington.

In Inghilterra, dopo la guerra dei Cento anni e la definitiva perdita di Calais, i ceti borghesi, dediti ad attività commerciali e imprenditoriali, vanno prendendo sempre più piede nei confronti della vecchia aristocrazia decimata dalla lotta. Ispirati dal Calvinismo, che esalta l'attivismo laborioso e che vede nel successo nelle imprese pratiche la manifestazione della benevolenza divina, commercianti, armatori, uomini di legge, piccoli proprietari terrieri si fanno interpreti della nuova vocazione del paese. La stessa nobiltà si fa più attenta e interessata al sapere tecnico per poter eccellere nell'arte della guerra, nella navigazione, nella diplomazia.

Lord Cancelliere al tempo di Giacomo I, Bacone dà formulazione alle idee di questa età di transizione.

Bacone rivendica la funzione fondamentale che la tecnica ha avuto nella storia dell'uomo ed elabora una coerente dottrina della scienza come strumento di progresso e di dominio sulla natura.

Fermiamoci a considerare - egli dice - la forza e gli effetti e le conseguenze delle scoperte che in nessun caso appaiono manifeste come in tre invenzioni sconosciute agli antichi e la cui ragione, sebbene recente, è oscura: vale a dire l'arte della stampa, la polvere da sparo e l'ago calamitato. Esse infatti hanno mutato completamente l'aspetto e le condizioni del mondo; la prima nelle lettere, la seconda nell'arte militare, la terza nella nautica, a questi sono seguiti altri innumerevoli cambiamenti, talché si può dire che nessun impero, nessuna setta, nessun astro esercitarono mai sulle cose umane un potere e un influsso maggiore di queste scoperte.

"In queste parole - commenta il Farrington - e un giudizio storico di portata eccezionale. Gli uomini sono stati abituati ad attribuire la massima importanza nella storia ad avvenimenti politici, alla nascita di nuove religioni

39

e di nuove filosofie, ai possibili influssi dei pianeti. Ma Bacone ... menzionando imperi, sette, astri, sfida la politica, le conquiste, la religione e la filosofia a mostrare risultati paragonabili a quelli prodotti da poche invenzioni meccaniche dovute a persone sconosciute".

Dalle disprezzate arti meccaniche e illiberali, dal procedere degli artigiani, degli ingegneri, dei tecnici, Bacone trae spunto per formulare una diversa etica della ricerca scientifica (Paolo Rossi).

E' necessario, secondo Bacone, operare una rivoluzione nella concezione del sapere, rivoluzione che è anche un rovesciamento di valori morali e sociali. Questa rivoluzione consiste nel "contatto della mente con le cose". "L'uomo infatti non può capire la natura se non nella misura in cui collabora con essa; e la scienza non nasce solo dal pensare, ma dal pensare intorno a ciò che accade quando si agisce". (Farrington) Il rinnovamento della scienza passa attraverso l'eliminazione della frattura fra scienza e tecnica fra sapere teorico e abilità pratica. E' questa frattura che ha reso finora sterile la scienza e ha impedito alla tecnica di andare al di là di risultati sporadici e casuali. Fra scienza e tecnica deve stabilirsi un rapporto dialettico. La scienza non può fare a meno dei dati dell'esperienza, ma deve esaminarli e elaborarli in modo da ottenere nuove indicazioni per più complesse realizzazioni pratiche.

Il significato dell'atteggiamento di Bacone si chiarisce nel confronto con la concezione della scienza degli aristotelici da una parte, degli alchimisti e maghi dall'altra.

I primi speculavano sull'ordine della natura rifiutando ogni contatto con la tecnica; i secondi manipolavano le cose nelle storte per trarne effetti mirabolanti.

I filosofi greci e scolastici non credevano possibile modificare la natura e non prendevano neppure in considerazione la possibilità per l'uomo di fabbricare qualcosa di simile a quello che la natura produce. Il mondo celeste, incorruttibile, non ha nulla a che vedere con il mondo terrestre. Il calore del Sole non ha nulla di comune con quello delle fornaci. Non è possibile perciò creare corpi artificiali.

I maghi invece credevano che tutto fosse possibile e che per dominare e trasformare la natura bastassero le forze psichiche.

Dai maghi certo Bacone accoglie l'idea di una scienza volta ad agire sulle cose, mentre nulla gli è più estraneo della "rassegnazione" della scienza antica. Tuttavia egli assume un atteggiamento profondamente critico anche nei confronti dei maghi. Per certi aspetti anzi ritiene che la scienza dei "tiramantici" sia da porre al di sotto di quella aristotelica.

Ai maghi Bacone rimprovera di rincorrere il miracoloso e lo straordinario

invece di esaminare con pazienza e umiltà il corso regolare degli eventi. Senza una visione corretta della natura non è possibile realizzare nessuna reale operazione sulla natura.

La semplice collezione di osservazioni compiuta casualmente è puerile e sempre esposta al pericolo di istanze contraddittorie. I fatti sono spesso ambigui e variamente interpretabili. Così gli alchimisti hanno costruito una filosofia naturale del tutto fantastica e di minima portata perché si sono fondati su pochi esperimenti di laboratorio e su generalizzazioni affrettate. I dati non ci fanno conoscere ipso facto la verità. Se così fosse, non si capirebbe perché le prime spiegazioni che gli uomini si sono dati dei fatti della natura abbiano avuto un carattere mitico. Spesso si è portati a credere vero ciò che si preferisce, ciò che per noi è più piacevole anche se le istanze contrarie sono più numerose. "Giusta fu dunque - osserva Bacone con molto senso dell'umor - la risposta di quel tale che, quando gli fu mostrato il quadro appeso nel tempio da coloro che avevano così assolto un voto fatto durante un pericolo di naufragio, ai presenti che volevano indurlo a riconoscere come evidente l'intervento divino, domandò a sua volta: "E dove sono dipinti quelli che, dopo aver fatto il voto, sono periti ugualmente?"

Di fatti mirabili e di coincidenze straordinarie se ne verificano tutti i giorni. Ma quel che conta è il modo in cui vengono interpretati. Senza un metodo, una direzione di ricerca le conclusioni, che si credono ricavate dalla natura, possono non essere altro che immagini di fantasia.

Bacone si rende ben conto che il semplice richiamo all'esperienza, all'evidenza dei fatti, non è sufficiente. La conoscenza della natura si può raggiungere solo attraverso una ricerca sistematica e organizzata, guidata dalla ragione. Egli prende egualmente distanza dagli empiristi e dai razionalisti (dogmatici). "Coloro che finora trattarono la scienza - dice - furono empirici o dogmatici. Gli empirici, come le formiche, si limitano a raccogliere e a far uso di quello che raccolgono; i dogmatici, come i ragni, traggono da sé la tela (credono cioè di poter ricavare tutta la conoscenza dalla ragione) (1); l'ape tiene la via di mezzo: trae i succhi dai fiori del giardino e del campo ma li trasforma e digerisce secondo la propria natura. Né dissimile è il

compito della vera filosofia che non poggia esclusivamente, o principalmente sulle forze della mente, né colloca tale e quale nella memoria la materia offerta dalla storia naturale e dagli esperimenti meccanici, ma l'accoglie

1 Ragni sono per Bacone i filosofi scolastici dediti alle dispute inutili e alle argomentazioni capziose. Essi hanno fatto della tradizione aristotelica una religione e guardano con sospetto a tutto ciò che è nuovo: le loro sono tele di ragno che si dissolvono al vento della realtà.

41

nell'intelletto dopo averla assimilata e trasformata". La scienza dunque parte dai dati ma non si ferma ad essi: li elabora. La pura esperienza è una "scopa sfasciata", un andare a tentoni simile a quello degli uomini che vanno di notte e tentano "tutte le strade nella speranza di imboccare quella giusta". Bisogna invece accendere un lume e illuminare la strada".

Occorre dunque la guida della ragione, occorre un metodo. Bacone esprime la convinzione che esista un metodo il quale, costantemente seguito, può condurre ad una conoscenza obiettiva della natura, conoscenza che darà all'uomo un potere su di essa ben più reale di quello fantasticato da maghi e alchimisti.

L'esigenza di un metodo è una delle caratteristiche dell'epoca nuova. Intorno al metodo proposto da Bacone, sul suo valore e sulla sua reale influenza ci sono state molte discussioni (le vedremo più oltre).

5.2. *Il metodo: pars destruens*

Alla descrizione del nuovo metodo della scienza Bacone dedica il *Novum Organum*, la sua opera più nota, la quale già dal titolo indica la volontà di sostituire alla logica di Aristotele, l'organon, una nuova logica.

Il discorso di Bacone si può dividere in due parti: la prima parte è la *pars destruens* ovvero la parte negativa, quella in cui Bacone non mira ancora a descrivere la via che lo scienziato deve seguire, ma ad avvertire dell'urgente necessità, prima di porsi al lavoro, di sgomberare il campo dai pregiudizi, dagli errori (Bacone li chiama "idoli", fantasmi) che ingombrano la mente umana e le impediscono di vedere con chiarezza.

La mente umana all'inizio non è già chiara e limpida ma è simile agli specchi concavi e convessi che alterano l'immagine delle cose. È necessaria perciò una "rinascita" dell'uomo. Come il regno dei cieli, così il regno della natura è precluso a chi non riacquista l'innocenza dell'infanzia.

Quattro sono i generi di "idoli" che insidiano, secondo Bacone, il pensiero umano: gli idoli della tribù, gli idoli della spelonca, gli idoli del foro, gli idoli del teatro.

Gli idoli della tribù sono detti così perché sono comuni a tutta la famiglia umana. Gli uomini tendono naturalmente a vedere le cose a propria immagine, ex analogia hominis, piuttosto che secondo la natura loro propria, ex analogia universi. L'antropomorfismo è dunque il primo dei pericoli. In questo pericolo incorre l'intelletto umano ad esempio quando suppone nelle cose più ordine di quello che effettivamente vi si trova, così l'idea che i cieli si muovano secondo cerchi perfetti o che tutte le cose siano rivolte ad un fine e cioè al vantaggio dell'uomo. Bacone sembra già aver ca-

42

pito che la nuova scienza passerà attraverso un processo di spersonalizzazione della natura e di liberazione dagli schemi antropomorfici.

Gli idoli della spelonca derivano dall'individuo singolo il quale, oltre alle tendenze comuni a tutti, ha una spelonca o grotta particolare in cui la luce della natura si disperde e si corrompe. Si corrompe ad esempio quando, per causa della sua educazione, tende ad attribuire maggiore autorità ai libri di questo o quell'autore che ammira e onora, oppure tiene conto solo delle limitate esperienze da lui compiute. Bacone sembra voler ricordare

Eraclito: "Gli uomini vanno a cercare le scienze nei loro piccoli mondi invece che nel mondo più grande, identico per tutti". Spesso gli uomini hanno la tendenza a vedere solo la differenza fra le cose con la conseguenza di disperdersi tra infiniti casi particolari senza essere in grado di avanzare un'ipotesi esplicativa di una certa categoria di fenomeni, oppure hanno il difetto opposto, quello di attribuire subito a tutta una categoria le caratteristiche riscontrate in alcuni casi particolari.

Gli idoli del foro sono quelli che dipendono dalle relazioni o dai reciproci contatti degli uomini. Il collegamento fra gli uomini avviene per mezzo della parola. La parola può facilmente trarci in inganno perchè spesso i nomi hanno un significato che è tratto dalle opinioni volgari e non corrisponde a nessun concetto ben definito, come ad esempio la parola anima. Di qui molte controversie, che nascono in realtà proprio dal carattere ambiguo delle parole. (La polemica è qui in particolare diretta al linguaggio segreto dei presunti sapienti).

Gli idoli del teatro sono rappresentati dai sistemi filosofici, che sono stati escogitati come per essere rappresentati sulla scena, buoni solo per costruire mondi di finzione e di teatro. Ciò non significa che si debbano necessariamente disprezzare le filosofie antiche ma che bisogna assumere nei loro confronti un atteggiamento critico.

In questa critica agli idola theatri Bacone mostra il distacco profondo che ormai lo separa dalla mentalità degli uomini del Rinascimento. A Bacone l'antichità non appare più come l'epoca in cui le lettere e la filosofia hanno raggiunto una perfezione che all'età moderna è dato al massimo di eguagliare. Bacone postula il carattere di progressività della scienza e proclama la necessità di andare oltre i risultati raggiunti dagli antichi. "Né va dato poco peso al fatto - egli scrive - che, mediante navigazioni e esplorazioni in paesi lontani (assai frequenti nei nostri secoli), si sono rivelate e sono state scoperte molte cose della natura che possono gettar nuova luce sulla filosofia. Sarebbe vergognoso per gli uomini se, dopo aver svelato e illustrato l'aspetto del globo materiale, cioè delle terre, dei mari, degli astri, i confini del globo intellettuale restassero entro i ristretti confini delle sco-

43

perte degli antichi".

Sorge con Bacone l'idea della *veritas filia temporis*, l'idea del progresso. Diventa fondamentale il cumulo delle esperienze e la sistematicità della ricerca. Se compaiono molte invenzioni anche quando gli uomini non le cercano e si occupano d'altro, dice Bacone, è giusto aspettarsi che, quando gli uomini le cercheranno non a sbalzi e frettolosamente, ma in modo metodico e sistematico, si realizzeranno scoperte ben più grandi.

Il metodo assume importanza primaria.

Alla determinazione positiva del metodo Bacone si dedica con molto im-

pegno.

5.3. *Il metodo: pars adstruens*

Solo una ricerca sistematica guidata dalla ragione può dar luogo per Bacone a risultati scientificamente validi.

La ricerca deve partire dall'esame accurato dei dati. Bacone ritiene infatti che il primo momento positivo della ricerca sia l'esame di tutti i casi in cui un dato fenomeno si verifica.

Il secondo momento è quello in cui da tutti i casi particolari si ricava la forma comune, o natura del fenomeno.

Si tratta di un processo induttivo, cioè di un procedimento che va dal particolare all'universale. Bacone lo contrappone al sillogismo aristotelico che procede dall'universale al particolare. Il sillogismo serve nelle dispute scolastiche (la critica di Bacone, si badi, ha un significato storicamente determinato) o per trasmettere risultati acquisiti; ma quando si tratta di trionfare non degli avversari ma dell'oscurità della natura, il sillogismo è di scarsa utilità. L'induzione si rivela come strumento ben più opportuno "per stringere dappresso la natura".

In realtà il sillogismo rappresenta il ragionamento tipico di una scienza che mira a classificare, a disporre le cose in rapporti di specie e generi. Bacone affida invece alla scienza il compito di risalire alle nature ultime, alle qualità primordiali della natura dalla cui combinazione deriverebbero tutte le cose. La conoscenza di queste qualità renderebbe possibile, secondo lui, ricostruire e manipolare le cose.

Per chiarire il procedimento proposto da Bacone possiamo seguirlo nel suo studio relativo al calore.

Egli si munisce di un certo numero di tavole.

In quella che chiama *tabula praesentiae* annota tutte le istanze positive, cioè tutti i casi in cui si manifesta il fenomeno calore. Assistiamo alla ricerca di tutte le cose che si presentano calde. Bacone elenca fra le altre: i rag-

44

gi del Sole, le meteore infuocate, i fulmini, ogni fiamma, i bagni caldi naturali, l'aria chiusa entro le caverne, tutto ciò che ha pelo folto, tutti i corpi soffregati, le scintille prodotte dalle selci ecc.

Passa poi a raccogliere, in una tavola detta delle deviazioni, tutte le istanze che sono prive della natura data, nella fattispecie tutte le cose che sono prive di calore e, poiché questo sarebbe impossibile, tutte le cose che, assomigliando alle istanze positive, farebbero presupporre la presenza del calore e invece ne sono prive. Così i raggi della luna, i raggi solari nelle regioni prossime ai poli o sulle cime dei monti dove ci sono le nevi eterne; e poi ancora alcuni lampeggiamenti (fenomeni elettrici) che fan luce ma non bruciano, il foco fatuo, il legno putrido che risplende di notte ma non è caldo.

A queste due tavole Bacone aggiunge la tavola dei gradi o comparativa: i vegetali non sono caldi ma le erbe racchiuse acquistano calore, gli animali crescono in calore per il movimento e gli esercizi fisici, per il vino, per la febbre, ecc, il Sole riscalda tanto più quanto i raggi cadono a perpendico-
lo ...

Fornito di queste tavole, lo scienziato può finalmente mettere in opera l'induzione.

Più facile il momento della reiezione o esclusione che consiste nel dire che cosa il calore non è. Poiché i raggi del Sole sono caldi, possiamo escludere che il calore sia un fenomeno esclusivamente terrestre. Per converso, poiché il fuoco si sviluppa anche sulla Terra, possiamo escludere che il calore sia un fenomeno puramente celeste. Per la proprietà che hanno tutti i corpi di riscaldarsi per sfregamento, si può escludere che il calore appartenga solo ai corpi tenui (meno densi) o che sia un elemento (il cosiddetto flogisto) ...

Ma dire solo ciò che il calore non è, osserva Bacone, è piuttosto deludente. Egli tenta perciò una risposta positiva, che presenta come una prima ipotesi che dovrà per altro essere confermata da successivi esami. Bacone avanza l'ipotesi che il calore sia "un movimento di espansione represso che agisce sulle particelle del corpo". Si tratta di una risposta che sembra preludere alla teoria cinetica del calore. Marie Boas vede effettivamente in Bacone un precursore della filosofia meccanicistica la quale, come è noto, riconduce le proprietà fisiche dei corpi (le forme o nature di Bacone) a risultati dei movimenti della particelle che costituiscono i corpi stessi. Questa osservazione è certamente di notevole interesse anche se poi vedremo che in realtà Bacone concepisce il movimento in termini ancora pressoché vitalistici, quasi come una forza interna ai corpi che li porta ad avvicinarsi o ad allontanarsi, a unirsi o a separarsi, ad espandersi o contrarsi a seconda delle simpatie o delle antipatie.

45

Ecco una parte dell'elenco dei vari tipi di movimento fatto da Bacone: il moto di resistenza per cui la materia si oppone a ciò che vorrebbe annientarla; il moto di connessione per cui i corpi si oppongono alla disgregazione e le loro parti si tengono unite; il moto di libertà per cui i corpi oppressi tendono a riprendere le loro dimensioni; il moto di bisogno per cui i corpi che si trovano in mezzo ad altri di diversa natura e quasi ostili si allontanano da essi per raggiungere quelli a loro simili; il moto di congregazione maggiore in virtù del quale le cose pesanti vanno verso il centro della Terra, le più leggere verso il cielo; il moto di congregazione minore per cui le parti omogenee si separano da quelle eterogenee come il vino che depona la feccia; il moto di fuga per cui i corpi si allontanano fra loro per antipatia e rifiutano di mescolarsi come l'olio che non si unisce all'acqua; il moto di generazione; il moto di posizione per cui certe cose tendono a disporsi in certi modi; il moto regio o politico per cui in un corpo le parti predominanti soggiogano e dirigono le altre come lo spirito negli animali; il moto spontaneo di rotazione proprio dei corpi celesti; il moto di riposo e avversione al moto per cui la terra sta immobile nella sua mole.

E' evidente la distanza che separa Bacone dalla fisica moderna. La fisica galileiano-newtoniana non elencherà tipi di movimenti ma studierà le leggi matematiche a cui obbediscono i corpi in movimento o in quiete (principio di inerzia, legge di gravitazione universale ...)

Bacone invece avversa la fisica matematica, considera con indifferenza l'ipotesi copernicana, giudica l'ottica matematica come uno specchietto per le allodole. Che la matematica sia necessaria per conoscere la natura, Bacone non ammette, anzi ritiene che l'affermazione di Galileo, secondo cui solo la matematica permette di leggere nel gran libro della natura, rappresenti uno di quei pregiudizi da cui la mente deve liberarsi prima di accedere alla ricerca.

Noi sappiamo che invece sarà proprio la convinzione che i fenomeni naturali

seguano leggi matematiche a consentire il decollo della fisica moderna. "Una falsa partenza" perciò qualcuno ha definito quella di Bacone.

Altri studiosi tuttavia hanno notato come l'astronomia e la fisica non coprano tutto l'arco delle scienze del Sei-Settecento. La chimica, ad esempio, non sarà matematizzata tanto presto e su di essa potrà esercitarsi l'influenza di Bacone.

E del resto sappiamo che due immagini della scienza saranno contemporaneamente presenti nel Seicento, la prima che privilegia il metodo matematico-deduttivo, la seconda quello sperimentale-induttivo.

Boyle, Gassendi e lo stesso Newton si sentiranno a torto o a ragione seguaci di Bacone.

46

5.4. *La concezione democratica della scienza*

E' comunque certo che con Bacone nasce un modo nuovo di guardare al sapere e ai suoi scopi, un modo nuovo di rapportare l'uomo alla natura e la scienza alla storia.

Nasce con Bacone una concezione democratica della scienza, molto lontana sia dalla concezione aristocratica propria della scienza antica, sia da quella dei maghi che si consideravano depositari di un sapere inaccessibile ai più e che avvolgevano nel segreto dei loro fumosi laboratori le pretese scoperte e le millantate creazioni.

La ricerca sistematica, nella quale consiste per Bacone il lavoro scientifico, richiede la collaborazione di molti. La nuova scienza ha come carattere fondamentale la progressività e l'intersoggettività. La scienza non è il risultato della genialità individuale e del caso. Per potersi sviluppare la scienza ha bisogno dei contatti umani, della pubblicità dei risultati, di un metodo e di un linguaggio rigoroso ma allo stesso tempo semplice e chiaro che renda possibile la collaborazione.

L'ideale baconiano trova espressione in una nuova versione del famoso mito di Prometeo.

Prometeo ruba il fuoco per donarlo all'uomo, ma gli uomini, ingrati, lo denunciano a Giove; Giove, in cambio della denuncia, restituisce loro il fuoco, ponendolo sulla groppa di un lento asinello. Nelle feste istituite in onore di Prometeo gli atleti si cimentano in una corsa a staffetta passando di mano in mano una face che deve giungere accesa alla meta.

Il fuoco rappresenta le arti e le scienze con cui l'uomo ha inizialmente cercato di modificare a proprio vantaggio la sua situazione nel mondo.

La denuncia a Giove rappresenta la volontà di non accontentarsi di ciò che si è raggiunto, l'insoddisfazione per la scienza costituita, premessa e preludio di ulteriori conquiste.

L'asinello rappresenta il lento cammino percorso dalle scienze empiriche in contrapposizione al troppo rapido cammino dei filosofi razionalisti e indica la necessità di unire scienza e tecnica, pratica e teoria.

Le feste istituite in onore di Prometeo indicano la necessità di collegare e organizzare nello spazio e nel tempo lo sforzo degli scienziati. Nel mito infatti la vittoria finale tocca non a chi corre più in fretta con il rischio che il fuoco si spenga, ma alla squadra che ha raggiunto la meta con la fiaccola accesa avvalendosi dell'apporto di tutti.

Questa nuova concezione del sapere visto come sforzo collettivo volto a migliorare le condizioni di vita dell'uomo trova espressione incisiva nella famosa opera incompiuta la *Nuova Atlantide*.

47

Ai naufraghi approdati nell'isola sconosciuta uno dei governanti descrive l'ordinamento sociale e politico del paese interamente fondato sulla scienza e la tecnica e tutto rivolto a farle progredire. Egli illustra le invenzioni realizzate dall'accademia scientifica dei Neoatlantidi e preannuncia le mirabolanti conquiste tecnologiche a cui l'organizzazione scientifica consentirà di pervenire: strumenti per produrre calore dal movimento, sistemi per comunicare a grande distanza, armi potentissime, macchine per volare, navi per navigare sott'acqua, organismi viventi artificiali.

Questa descrizione, che sembra anticipare l'immagine dell'Europa industrializzata, ha suscitato molte discussioni. Qualcuno ha visto in essa l'espressione dell'idea secondo cui il progresso sarebbe da intendersi solo in senso tecnico e materiale. Bacone è stato perciò accusato di essere il padre di quel tecnicismo neutro contro cui ha preso posizione tanta parte della cultura contemporanea. Ma non sembra che tale interpretazione sia del tutto corretta. L'instaurazione del potere sulla natura, l'avanzamento del sapere appaiono certo a Bacone come dei valori, ma solo se realizzati, osserva Paolo Rossi, in un più ampio contesto che concerne la religione, la morale, la politica. Bacone colloca l'impresa scientifica tecnica al servizio di un ideale etico di carità. Il progresso materiale non porta felicità se disgiunto dalla suprema virtù dell'amore. Il desiderio di dominio non costituisce il principio più alto. La natura va piegata a servizio dell'uomo, ma è anche un grande Libro che (come si fa per il testo sacro) va letto con riverente attenzione e con spirito di umiltà (Paolo Rossi).