

## 2: ARTE, FILOSOFIA E PENSIERO SCIENTIFICI

(Il Rinascimento e il mondo moderno)

(E.Petaccia)

1. Lo studio delle origini di un fenomeno così imponente come il sorgere della scienza non ha evidentemente soltanto il significato di ricerca specialistica o di pura curiosità storica, ma riveste un'importanza decisiva per comprendere il suo posto di impresa umana tra le altre imprese umane, nonché per avviare alla soluzione o, almeno, sperare di avviarle, alcune delle più controverse questioni circa il suo ruolo nell'insieme delle altre attività umane, in modo speciale quelle volte all'educazione del *La scienza quale impresa critica e sistematica* giovane.

Già in un altro lavoro (*La scienza quale impresa critica e sistematica*) si è avuto modo di sottolineare che la scienza è impresa critica e, come ogni impresa critica, mira a evitare oscurità e confusioni e quindi a distinguere tra fatto e ipotesi, ipotesi logicamente fondata e confrontabile con altre ipotesi e con i fatti dai prodotti dell'immaginazione, accettabili o rifiutabili per un giudizio morale o in quanto graditi o sgraditi.

Come è ben noto, la scienza operativa contribuisce alla realizzazione di scopi utilitari o conoscitivi degli uomini per il superiore ordine che instaura tra le idee a causa del suo metodo che formula ipotesi non per dare sfogo all'immaginazione bensì per confrontarle le une alle altre, o confrontare le loro conseguenze con i fatti. Nel mondo della scienza nessuna idea vive sola ma, o discende dal altre idee o è generatrice di una numerosa prole di idee tutte con qualche tratto della capostipite che aiuta a farle sentire affratellate. La scienza non costituisce un regno separato dalle altre attività umane da escludere, o che possa escludersi, dal generale moto della civiltà moderna iniziata alla quale si riallaccia e con la quale scambia influssi e interessi di ogni genere.

2. In merito alle origini della scienza, si disputano il terreno soprattutto due versioni, la prima delle quali la fa derivare dalle attività pratiche, quelle tipiche dell'agricoltore, dell'artigiano, del marinaio, del guaritore e altrettali, delle quali è difficile affermare che siano rimaste sempre le stesse nel corso dei millenni ma che, al contrario, sviluppando tecniche sempre più efficaci in relazione agli scopi da raggiungere, sono diventate via via sempre meno dipendenti da osservazioni occasionali. E veramente, quando l'occhio dello storico della scienza o della civiltà si posa sulle reliquie delle scoperte tecniche del passato o sulle testimonianze tramandate, non può fare a meno di notare come anche nei più semplici utensili costruiti per agevolare il lavoro (si pensi alla leva, al piano inclinato, al martello, l'ascia, ecc.), o nelle più comuni attività, quali: la preparazione dei cibi, la fabbricazione delle terrecotte, ecc., siano racchiuse, e come implicate, idee di natura così evolute (causa, effetto, qualità delle cose, ecc.) nelle quali non è difficile riconoscere alcuni dei principi alla base delle moderne teorie fisiche, chimiche, biologiche.(1) La conoscenza che si ottiene dalle attività pratiche non è ancora la scienza positiva dei secoli moderni fondata su un metodo generale, quindi va ritenuta scarsamente capace di conoscere i propri limiti, per non parlare della caratterizzazione delle proprie potenzialità. Tuttavia, possiamo parlare di esse piuttosto come di forme inferiori o inefficaci di sapere di preparazione e avviamento alla scienza.

Dalla parte opposta si afferma, non senza il conforto dell'evidenza storica, che la scienza, forse occasionata dalle attività pratiche, non è creazione degli uomini che esercitano nei modi più unilaterali e tradizionali un mestiere nei luoghi di lavoro dove domina lo scopo utilitario, la ricerca delle soluzioni di più immediata fruizione, perché essa si è giovata del contributo degli uomini di studio, esperti nel lavoro teorico e capaci di riflettere sui molteplici lati di una questione semplificandola con l'analisi e costruendo con gli elementi trovati ipotesi logicamente fondate da mettere alla prova dei fatti. (2)

Con l'intervento del filosofo, non solo la conoscenza della natura, da empirica quale era sempre stata, passa sotto il dominio di un metodo anche dei poteri conoscitivi dell'uomo e dei suoi limiti. In questa fase fondativa, l'osservazione non ripudia la riflessione che estende l'indagine dall'oggetto alla qualità della conoscenza e va di pari passo con lo studio sperimentale. Lo scienziato protagonista della rivoluzione scientifica si faceva filosofo e uomo di cultura dai quali ancora poco si distingueva.

3. L'idea di una conoscenza rigorosa, quantitativa, disinteressata e distinta dalle altre forme di sapere, data dal XVII secolo e sembra non appartenere alle preoccupazioni principali del Rinascimento, quando tuttavia si cominciava a scorgere i limiti della logica tradizionale, verbale più che empirica, rivolta alle parole più che alle proposizioni e ai fatti e quindi applicabile a tutte le forme di conoscenza esprimibili discorsivamente, riguardassero l'uomo e i suoi interessi oppure la natura, che non sembra coltivare interessi. Ma la nuova concezione dell'uomo che fabbrica da sé il mondo nel quale vuole abitare doveva affermarsi con l'idea di un mondo che sia a sua volta conoscibile e usabile, creando già con questa distinzione le premesse di quella mentalità industriale che porta a vedere nell'uomo stesso un materiale fruibile e modificabile.

Intanto, siamo ancora nell'epoca delle grandi speranze e dei propositi radicali dalla quale doveva uscire l'idea della nuova cultura unitaria, pratica e teorica nello stesso tempo, rivolta insieme all'oggetto e al soggetto, un soggetto inserito armonicamente in un mondo di fatti che soltanto l'osservazione e l'esperienza ci fanno conoscere. Questo risultato, del quale la filosofia moderna mena più vanto, è già chiaramente anticipato dal moto generale della civiltà iniziato a partire dal principio del secondo Millennio, caratterizzabile con la trasformazione subita da tutte le espressioni della vita umana che passa da una condizione di impotenza, dal sentirsi in balia di forze tanto meno contrastabili quanto più erano viste come impossibili da conoscere. Le nuove imprese per terra e per mare, la massa di conoscenze che facevano sorgere o mettevano in movimento per concepirle e condurle al successo, richiedevano sia una capacità di calcolo di eventualità e rischi assente nei secoli precedenti, sia la forza d'animo necessaria per affrontare rischi e uscirne anche vittoriosi. Talché possiamo dire che la vita veniva improntata sempre più da quello spirito della razionalizzazione che porta a una sempre maggiore conoscenza del mondo e di se stessi. E non soltanto le attività pratiche volte alla riproduzione della vita, quali agricoltura, industria, costruzioni, navigazione, ecc., perché vi prendono parte anche le attività più complesse per la quali la razionalizzazione investe direttamente il mondo della cosiddetta cultura, quali l'amministrazione delle imprese commerciali e finanziarie, degli stati, ecc.(3) Si trattava di un processo dalle implicazioni vaste e persino rivoluzionarie perché faceva dipendere i risultati di ogni intrapresa umana, dalle capacità intellettuali e morali di quelli che vi partecipavano e le dirigevano, non dalla nascita o da qualche investitura soprannaturale.

Ma proprio perché attiva nelle attività pratiche, la tendenza razionalizzatrice non era condizione sufficiente per far sorgere la scienza moderna. Era però condizione necessaria e, interessando soprattutto le attività pratiche, non correva il pericolo di confondersi con l'aristotelismo delle scuole, che subordinava ogni pensiero e fatto a considerazioni di natura metafisica. La scienza moderna poteva sorgere soltanto quando si fosse trovato il modo di portare la razionalizzazione entro la vita stessa e essa diventasse la bandiera degli uomini che vivono e, vivendo, pensano e operano entro il mondo e la natura. Occorreva quindi trovare un nuovo linguaggio che avesse i caratteri della necessità propria della natura, il regno stesso della necessità. Il linguaggio che soddisfa a tutte queste condizioni è il linguaggio della matematica con la precisione rigorosa delle sue proposizioni che già sembrava il più adatto a descrivere i fenomeni celesti. (4) Ma proprio perché lo spirito dell'esattezza che non devia mai dalle proprie leggi rigorose sembrava dominare i fenomeni celesti, lo si giudicava estraneo al mondo terrestre, dove dominano generazione e corruzione.

4. Nel seguito, le esigenze razionalizzatrici diventano dominanti anche nell'opera e nella teoria dei massimi artisti dell'umanesimo, prima, e del Rinascimento, poi.

La scoperta della prospettiva, introducendo un più realistico metodo di rappresentazione sul piano di quanto invece ha esistenza nello spazio, non doveva soltanto rivoluzionare le arti figurative. Si comprendeva che essa non costituiva soltanto un espediente tecnico, di tecnica pittorica, perché riguardava un nuovo modo di concepire il mondo e di rappresentarlo, essendo la rappresentazione non la sua replica fotografica bensì una convenzione, come è una convenzione il linguaggio verbale. Ma questo che sembrava un suo limite divenne il suo massimo pregio perché assimilare la rappresentazione sulla tela a un linguaggio, fa subito pensare alla ricchezza e profondità di motivi che concorrono a definirla. Si doveva inventare un linguaggio adatto a ricreare con segni bidimensionali significati che invece fanno riferimento ad oggetti mutevoli e collocati in uno spazio tridimensionale. In altre parole, la convenzione deve dominare nel campo della rappresentazione pittorica, per la quale la visione interiore recita un ruolo non meno importante dell'osservazione. Infatti, la rappresentazione sul piano possiede valori autonomi e quando cerca di dare forma alla visione non può evitare di contaminarla con percezioni e valutazioni di ogni genere, nonché con i mezzi e le tecniche rappresentative usate, ovvero, farle subire le distorsioni provocate dalle credenze e dai pregiudizi nutriti dall'autore.(5) La rappresentazione pittorica guadagna un maggiore contenuto realistico quando l'artista, raccogliendo tutte le sue conoscenze, abbandona i modi convenzionali e aspira a far coincidere la visione interna, qualcosa di strettamente soggettivo, col mondo che scorge davanti a sé o modifica per fargli dire quello che egli stesso ha pensato.

Questo nuovo modo di vedere se stessi e il mondo è compreso bene già a partire dall'inizio del Quattrocento e conferisce una coerenza specifica alle opere che si andavano creando. Come scrive l'Alberti (L.B. Alberti 1404-1472) nel suo piccolo trattato sulla pittura (Lib. III, 55) "In prima imparino ben a disegnare gli orli delle superficie, e qui si esercitino quasi come ne' primi elementi della pittura; poi imparino giugnere insieme le superficie; poi imparino ciascuna forma distinta di ciascun membro, e mandino a mente qualunque possa essere differenza in ciascun membro. E sono le differenze de' membri non poche e molto chiare. Vedrai a chi sarà il naso rilevato e gobbo; altri aranno le narici

scimmie o arrovesciate aperte; altri porgerà i labri pendenti; alcuni altri avranno ornamento di labrolini magruzzi...E noti ancora quanto veggiamo, che i nostri membri fanciulleschi sono ritondi, quasi fatti a tornio, e dilicati; nell'età più provetta sono aspri e contenuti. Così tutte queste cose lo studioso pittore conoscerà dalla natura, e con se stessi molto assiduo le esaminerà in che modo ciascuno stia, e continuo starà in questa investigazione e opera desto con suo occhi e mente”.

Il realismo della rappresentazione sarà una conseguenza della coerenza delle sue parti, in modo che queste potranno significarsi le une con le altre. Sia da rappresentare un vecchio. Allora non basta mettere sulla tela alcuni segni della vecchiaia ma l'idea risulterà da infiniti contributi coerenti all'immagine di vecchio. La piena comprensione del soggetto dovrà estendersi ad ogni oggetto rappresentato e l'artista non si limiterà a voler dare l'idea di una casa, ma dovrà conoscere le proprietà e attitudini di ogni sua pietra, trave, tegola, mobile, ecc., nonché le maniera in cui sono state impiegati per costruire la casa e, se la scena si svolge all'aperto, dovrà conoscere a fondo struttura e virtù di erbe, piante, rocce, il variare delle luci del cielo durante il giorno, il loro riflettersi dalle cose illuminate e così via. Arriverà poi Leonardo che col realismo e la precisione con cui rappresenterà le rocce negli sfondi dei suoi quadri riuscirebbe a soddisfare anche le esigenze conoscitive del geologo moderno. Tanta attenzione ai dettagli non era fine a se stessa perché dai dettagli dipende la propensione sistematica di ogni ricerca.

L'arte del pittore segna pure l'atto di nascita di scienze quali l'anatomia, la fisiologia, la botanica, la zoologia, e altrettali.

5. La subordinazione della visione al responso della ragione geometrica, è ora strettamente associata allo spazio visivo, lo spazio adatto a rappresentare i raggi di luce la cui trama geometrica aiuta a conferire organicità e realtà alla rappresentazione, dove l'oggetto della vista diventa anche l'oggetto che partecipa alle sensazioni tattili. Lo spazio tattile è pure lo spazio degli scopi, dei comportamenti umani, unificazione che rende questo spazio adatto per rappresentare sia fatti storici che eventi del tutto immaginari.

In effetti, per gli artisti del primo Rinascimento, la identificazione dell'ottica con la geometria aveva come risultato di associare il discorso geometrico, un discorso che crea gli enti di cui parla, con la **facoltà creatrice**, principalmente col la parola e il potere mitico della parola, dunque con la storia che spesso dal mito si distingue ma altrettanto spesso vi si confonde. Nell'opera artistica, ragione e immaginazione oltre a non opporsi, contribuivano a dare forma al risultato finale.

L'artista del Rinascimento non aveva niente a che fare con l'artigiano del medioevo che metteva la sua abilità manuale per dare forma alle idee ricevute dai committenti, o con l'idea dell'artista tutto genio e sregolatezza di una certa tradizione romantica, tutte immagini ripudiate dall'Alberti che infatti, invita a: "fuggire quella consuetudine d'alcuni sciocchi i quali, presuntuosi del suo ingegno, senza avere essempro alcuno dalla natura quale con occhio e mente seguono, studiano da sé a sé acquistare lode di dipigniere"(Lib.III). L'opera pittorica risulta da un discorso mentale in cui intuizione e ragione convergono, la prima per dare una prima forma a suggestione altrimenti appena avvertite, la seconda per dare loro una forma.

A questo punto, qualcuno potrebbe obiettare che stiamo parlando di un accoppiamento quasi impossibile, essendo i motivi al loro primo manifestarsi malamente definibili e la geometria si basa su

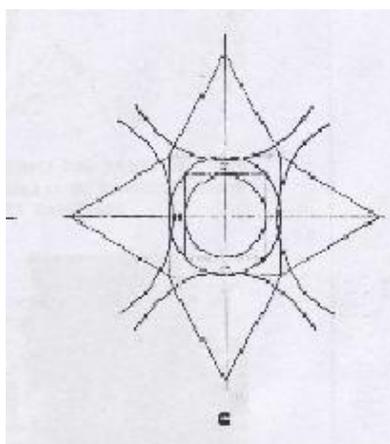
definizioni che la fissazione linguistica rende inalterabili e non si capisce come qualcosa di stabile possa modificarsi per andare incontro alle impressioni fuggevoli e impalpabili con le quali inizialmente si manifestano i pensieri. Ma qui non stiamo parlando della geometria che si trova esposta nei libri, dove le idee, che in se stesse sono forme viventi, sono state cristallizzate per esigenze espositive. Qui abbiamo idee geometriche nel loro farsi, un momento creativo che ha davanti a sé soltanto infinite possibilità di esiti e può ben associarsi agli altri fenomeni dell'intuizione per produrre nel piano, o nello spazio, la forma più soddisfacente.

La sintesi tra conoscenze così diverse realizzata dalla pittura non è il risultato di una posizione astratta, bensì è motivata dal fatto che esse tutte sono prodotti umani e dunque anche il loro concorso deve esserlo. Né si pensi che l'aver unito geometria e intuizione porti a contraddizioni, perché la geometria è discorso razionale, di una razionalità sviluppata della quale l'intuizione contiene i futuri germi, ma che a sua volta può insegnare alla scienza geometrica l'arte di usare l'immaginazione. (6)

Stando così le cose, la pittura, e tutte le arti in generale, si possono considerare a pieno titolo arti liberali delle quali condividono la dignità.

6. E' noto il contributo dell'Alberti alla creazione della teoria prospettica, teoria che nella stessa epoca era fatta oggetto di investigazioni anche da parte del Brunelleschi. Infatti, la teoria della prospettiva, sistemando gli oggetti della visione in uno spazio ordinato geometricamente, non solo permette all'osservatore di stabilire tra di essi relazioni necessaria per comprendere il mondo in cui vive, ma altresì, unificando i punti di vista dei diversi osservatori rispetto allo stesso oggetto, pone le basi di quella concezione oggettiva-soggettiva fatta propria dal successivo pensiero scientifico e filosofico. Che poi l'innovazione del Brunelleschi sia da considerare come atto di nascita della scienza moderna, come sosteneva il Gioseffi (D.Gioseffi:*Filippo Brunelleschi e la svolta "copernicana":La formalizzazione "geometrica" della prospettiva. Gli inizi della scienza moderna*, in:A.V.:*Filippo Brunelleschi, la sua opera, il suo tempo*, Firenze, 1980, p.81 e sgg.), possiamo anche crederlo. In ogni caso, la scienza moderna sembra affondare alcune delle su radici più robuste nell'arte, come del resto si ritiene affondino nelle attività pratiche e nel ragionamento critico filosofico. Qui vogliamo portare alla luce un altro filone di ricerche al quale si applica lo stesso Brunelleschi per risolvere i problemi di statica incontrati quando innalza la grande cupola del Duomo di Firenze. Vedremo allora la fisica, nel senso moderno del termine, prendere corpo nel corso della creazione artistica, di quell'opera architettonica che si serve di materiali in possesso di proprietà fisiche(peso, durezza, ecc.) e non solo geometriche o di colore, come può pensare il pittore con una comprensione limitata della sua arte.

7. Con uno studio approfondito delle sue opere, gli studiosi sono riusciti a portare alla luce le idee e il metodo progettuale del grande architetto a partire dalle sue prime opere. Il Brunelleschi si caratterizza per un metodo progettuale che si discosta da quelli in vigore nel passato in quanto egli aspirava a controllare tutti gli aspetti del suo lavoro, dalla progettazione all'esecuzione, nonché nei rapporti con clienti e fornitori, possedendo egli una conoscenza approfondita dei materiali e dell'organizzazione del lavoro nei cantieri. La qualità del risultato finale poteva così discendere da un principio unitario che governava il tutto. Non vi doveva esser contrasto tra la parte, anche minima, e il tutto ma anzi essi dovevano sostenersi a vicenda come è tipico delle opere del pensiero. Per Brunelleschi, nell'elemento architettonico erano racchiuse le leggi costruttive dell'intero edificio, i rapporti proporzionali vigenti tra le sue parti e alle quali dovevano sottostare sia lo spazio occupato dalla costruzione, che quindi cresceva



**Figura 1: Brunelleschi: Genesi geometrica dei capitelli**

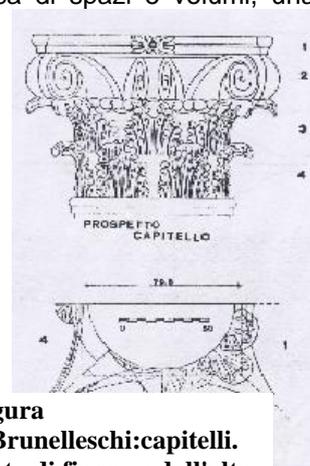
come sviluppo organico da alcuni germi formali visibili o invisibili, che quello urbano, non più affidato al caso ma concepito unitariamente da un organo che era il cervello del demiurgo-architetto in simbiosi armonica con la volontà della cittadinanza, o, almeno, quella delle sue istituzioni politiche.

L'architetto doveva questa sua nuova posizione grazie alla cultura attinta tanto dallo studio delle opere antiche che di Platone. Quest'ultimo insegna che le forme delle cose sensibili sono il risultato della combinazione di alcune figure elementari, tipicamente il triangolo rettangolo isoscele, il quadrato e il cerchio i quali si implicano senza incorrere in quelle stridenti contraddizioni il cui effetto sarebbe stato la creazione di un mondo

incoerente e brutto, poco degno di rappresentare la potenza creatrice del Demiurgo. La prova della posizione privilegiata di queste figure la si trova mettendole a confronto: il quadrato si divide in due triangoli

rettangoli isosceli e, a sua volta, si inscrive in una circonferenza e ne circoscrive un'altra concentrica alla prima. (Fig.1). Queste figure sono generatrici di rapporti numerici che, a partire dai capitelli delle colonne, come nel caso del Portico degli innocenti e della chiesa di Santo Spirito, guidavano la costruzione dell'intero edificio (E. Rodio: *Progetto e geometria: il tracciamento dei capitelli in Brunelleschi*, in ibidem, p.655 e sgg.). (Fig.2).

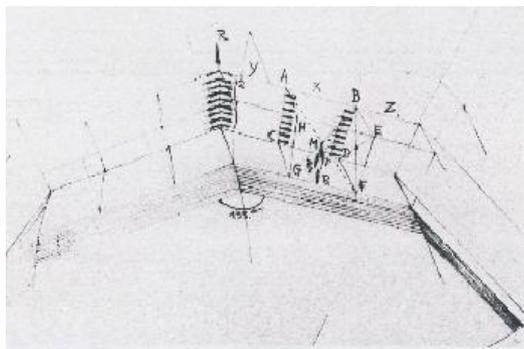
Gli stessi rapporti potevano pure trovarsi anche nelle dimensioni dell'edificio e delle sue parti, dei vani di porte e finestre, ecc. Ne risultava, più che una orchestrazione sinfonica di spazi e volumi, una testimonianza del credo, tutto umanistico, di ricondurre ogni cosa, soltanto conosciuta o prodotta artificialmente, all'uomo che osserva o ne è autore. Anche qui, come nella pittura, l'intuizione geometrica coopera con la percezione e l'immaginazione per creare quelle forme esatte che danno sostegno a quanto l'intuizione sensibile va immaginando per conto proprio. La geometria che si trova sui libri rappresenta questo movimento nella sua fase finale, quando si trova cristallizzato nelle figure tipiche da ricordare e sulle quali il ragionamento cerca poi di aggiungersi a posteriori. "...il capitello e la colonna compaiono nell'Umanesimo con una dignità assoluta; sono anzi ritenuti il nucleo da cui, come metafora della



**Figura 2: Brunelleschi: capitelli. Vista di fianco e dall'alto**

dimensione umana nobilitata, l'intero edificio cresce o, viceversa, si condensa in una specie di sintesi..."(ibidem,p.656).

6. Nelle opere diverse dalla cupola del Duomo, i problemi statici erano di portata secondaria e per risolverli potevano bastare le soluzioni tecniche e costruttive ricevute dalla tradizione o acquisite con l'esperienza personale. Infatti, se va detto che i rapporti armonici che regolano la fruizione estetica di un edificio possono convertirsi in criteri di utilità, essi funzionano come soluzioni di problemi statici soltanto in via di forte approssimazione, tuttavia sufficientemente affidabile quando i pesi da sostenere non sono eccessivi.



**Figura 3:Forze su un elemento della Cupola**

Quando veniamo poi alla progettazione della cupola del Duomo, prima impresa di questo genere a partire dall'antichità, l'esperienza accumulata veniva meno e si dovevano esplorare territori nuovi e pericolosi, circostanza che peraltro serve a spiegare anche l'arresto secolare dei lavori di fronte all'impossibilità di realizzare una centina in grado di sostenere la gigantesca cupola in fase di costruzione la quale, come si prevedeva, sarebbe crollata sotto il suo stesso peso. Durante la costruzione, la cupola doveva quindi reggersi da sé, esigenza che imponeva una valutazione accurata delle forze

sviluppate in senso verticale e laterale e quindi degli accorgimenti da adottare per provvedere alla loro compensazione. Occorreva dunque passare per un calcolo accurato delle forze esercitate sugli elementi dell'edificio per il quale la statica del tempo, non molto più sviluppata di quella antica, doveva ritenersi sufficiente. Come mostra la Fig.3, tratta da P.Sanpaolesi: *Le conoscenze tecniche di Brunelleschi*, in ibidem, Firenze, 1980,p.153) le forze su un elemento immaginario prismatico ABCDEFGH di un lato della volta sono il peso, diretto verso il basso e applicato al suo centro di gravità, e le forze di taglio applicate dagli elementi adiacenti sui suoi quattro lati. Nella realizzazione del manufatto entravano quindi in gioco, accanto alle forme immaginate, questioni di pesi, forme, volumi, pesi specifici, composizioni e scomposizioni di forze lungo piani inclinati e così via da valutare realisticamente per i loro effetti. Si doveva procedere dunque con calcoli ed esperimenti, interrogando le cose stesse, le loro proprietà fisiche alle quali andavano subordinate e adattate le procedure costruttive. Va aggiunto che nella progettazione e costruzione della cupola l'immaginazione formale, il regno delle simmetrie, dei rapporti armonici valutabili sul piano puramente estetico, dovette venire a patti con le leggi oggettive che governano i rapporti tra le cose. Si trattava quindi di un problema di progettazione e realizzazione che si presentava già con i caratteri moderni di conciliare le esigenze oggettive tipiche dei mezzi usati con valori pratici ed estetici riconosciuti dal costruttore.

In effetti, la forma immaginata non possiede il potere di diventare reale, incarnarsi nelle cose, se non passando attraverso una serie di trasformazioni e integrazioni in cui prima si manifesta con i caratteri della forma geometrica, e fosse pure di un'idea intuita all'uso platonico. Per diventare qualcosa di reale,

la forma deve incarnarsi in oggetti, in materiali esistenti o producibili (marmo, pietre, mattoni, legnami, ferro, ecc.), con quei caratteri di forma, dimensione, colore, peso, durezza e simili non immaginari ma che troviamo in vigore nel mondo degli oggetti, il mondo della fisica sul quale l'immaginazione possiede scarsi poteri. Tutti questi dati provengono dall'esperienza e soltanto dall'esperienza, ai quali l'immaginazione può aggiungere ben poco. "Di fronte all'eccezionalità dell'opera eseguita, dobbiamo dirci subito che essi, i costruttori, dovettero certo procedere ad un calcolo matematico preventivo. Ma va detto anche subito che neppure oggi noi possediamo un metodo di calcolo moderno per una siffatta struttura voltata in mattoni e quindi a maggior ragione non la possedevano gli architetti del 1400. Ma questa mancanza è relativa a un processo di calcolo sistematico. Noi dobbiamo però credere che fosse sufficiente una parziale valutazione, parziale per noi non per loro, degli sforzi che si esercitavano nella sua struttura, per affiancare efficacemente l'intuizione degli ideatori e sostenerli nella realizzazione" (ibidem,p.150). Se la forma immaginata o disegnata deve soddisfare alcuni plausibili criteri di utilità, nonché accordarsi col senso estetico di osservatori ed utenti, della sua convenienza rispetto agli altri edifici dell'ambiente, quella realizzata deve tener conto, oltre che di queste, di numerose altre esigenze, prima tra tutte la sua validità strutturale e statica, criterio soddisfatto soltanto a seguito di un calcolo scientificamente e tecnicamente fondato e suggerito proprio dall'inserimento delle forme nello spazio prospettico. I triangoli che nell'immaginazione geometrica del mondo anticipano l'edificio finale e possiedono la realtà dei procedimenti logici della geometria, nel lavoro scientifico si configurano come ipotesi atte ad anticipare la sperimentazione e a ordinarne lo svolgimento e i risultati. Soltanto quando viene confermata dalla sperimentazione con materiali e forme simili, la soluzione costruttiva diventa qualcosa di più di un'anticipazione geometrica e può acquistare validità pratica.

8. Nel mondo delle cose e dei loro rapporti, non comunicati a noi al primo sguardo, il metodo geometrico ha dunque il significato di avviamento, anticipazione, congettura che deve ricevere la sanzione dell'esperimento per diventare una legge fisica. Il fatto poi che le ipotesi abbiano la forma geometrica significa che l'elaborazione necessaria per adattare reciprocamente le cose può servirsi delle relazioni esistenti tra gli enti geometrici, la dimostrazione matematica la quale produce conseguenze con lo stesso grado di precisione riconosciuto ai principi ammessi.

Per la scienza galileiana (G. Galilei: *Discorsi e dimostrazioni matematiche*) l'esperienza comune, quella dell'artigiano, con la sua lunga pratica può concorrere a suggerire rapporti tra le proprietà delle cose, ma non può costituire l'anima di un metodo consapevole delle sue potenzialità come dei suoi limiti. Essa infatti immagina di sperimentare con oggetti ideali, oggetti che abbiano le precise proprietà geometriche e fisiche (linee e circonferenze perfette, punti matematici, assenza di attriti, movimenti rettilinei e uniformi, ecc.) necessarie per poter applicare la teoria, e poi cerca di costruire esperimenti con oggetti che si avvicinino quanto più possibile a siffatti enti ideali. L'esperimento si configura così come un linguaggio i cui caratteri sono le proprietà delle cose e le cui parole sono le cose stesse in grado di mediare tra il mondo delle perfette forme geometriche e quello imperfetto degli oggetti reali. In quanto implicano forme geometriche e i rigorosi rapporti tra i suoi elementi, le proposizioni dell'esperimento

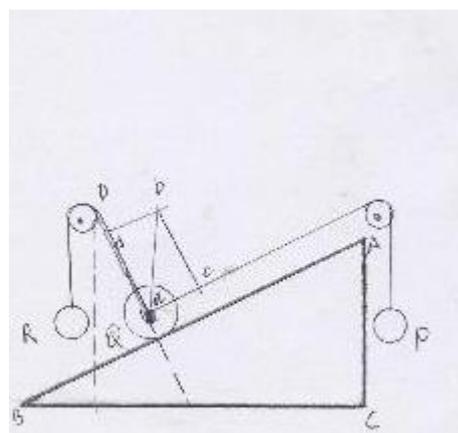
possono venir elaborate col ragionamento geometrico per poi passare alla prevista conferma sperimentale onde diventare leggi fisiche.

Nelle necessità della conferma sperimentale si può constatare una differenza tra la geometria e la nuova fisica. La fisica deve scoprire le cause partendo dai loro effetti, e questo percorso dai fatti osservati nella loro singolarità e i principi generali, la così detta via regressiva o analitica, può procedere soltanto per tentativi, intuizioni; una volta che le proposizioni trovate siano state assunte come principi, tutto quello che occorre fare è dedurre le conseguenze nei casi particolari per vedere se trovano conferma nei fatti. La via inversa a quella analitica prende il nome di via progressiva o geometrica in quanto è simile al modo di procedere della geometria che assume alcune proposizioni come postulati non revocati in dubbio durante la dimostrazione per ricavarne deduttivamente tutte le conseguenze ammissibili.

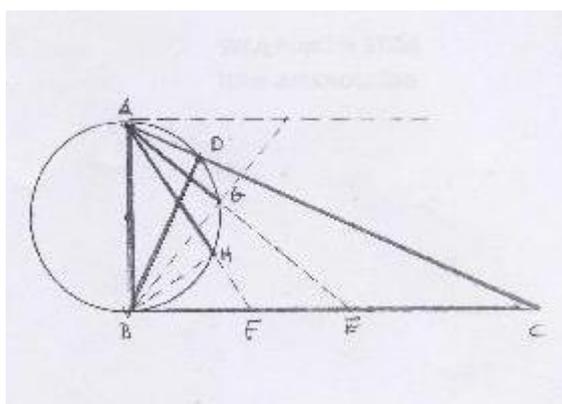
La Fig.4, ripresa dall'opera di uno dei fondatori della nuova scienza, Stevin, dimostra come, rappresentando le forze mediante segmenti, sia possibile stabilire, con un ragionamento geometrico, la perfetta equivalenza tra due situazioni all'apparenza assai diverse: l'equilibrio di un corpo su un piano inclinato e quello dello stesso corpo trattenuto da altri due la cui azione composta faccia equilibrio a quella del peso.

Nell'esperimento scientifico scompaiono le preoccupazioni estetiche per lasciarsi alla fine soltanto con gli oggettivi rapporti tra le cose, rapporti pratici e teorici: pesi, pulegge, corde, ecc., pesi di ferro, piombo, pulegge con molto o poco attrito, corde più o meno flessibili, e così via particolareggiando.

Il ragionamento geometrico diventa così la forza di connessione tra proposizione e proposizione, come dimostra l'opera di Galileo. Per spiegare l'isocronismo delle piccole oscillazioni di un pendolo semplice, egli si serve di quanto già ha dimostrato sui moti di caduta libera lungo un piano inclinato.



**Figura 4: Stevin: Equivalenza tra piano inclinato e sistema di pulegge**



**Figura 5: Galileo: Dimostrazione della legge del pendolo semplice**

Nella circonferenza descritta dal pendolo oscillante e centrata nel suo punto fisso egli inscrive una serie di piani inclinati ADB, ADG, ADH, i quali sono retti nei punti di contatto con la circonferenza. Essi sono parti dei più grandi piani inclinati ABC, ABE, ABF. Avendo dimostrato che i tempi di caduta di un grave lungo AD, AG, AH sono tutti uguali tra loro perché uguali al tempo di caduta lungo AB, può dimostrare che saranno pure uguali al tempo comune di caduta lungo DB, GB, HB che, per piccole oscillazioni, sono assimilabili alle traiettorie di un pendolo. (Fig5)

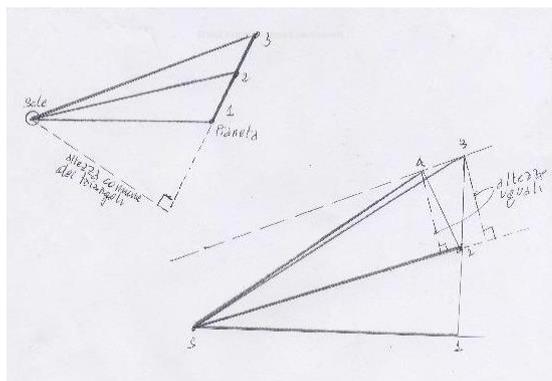
9. L'uso della via analitica (dagli effetti alle cause) per costruire ipotesi elaborabili rigorosamente, confrontabili con l'esperimento o l'osservazione, non si limita ai semplici esperimenti di laboratorio ma trova applicazione universale come metodo di indagine conoscitiva nel mondo della natura.

Se Galileo enuncia alcune leggi cui obbediscono i corpi che si muovono sulla Terra, Newton si occupa dei movimenti celesti per risalire dai moti osservati (gli effetti) alle cause individuate in una forza originata dalle loro masse. Ad esempio, egli suppone che la legge scoperta da Keplero sulla costanza delle aree descritte nell'unità di tempo dal raggio che va dal Sole al pianeta in questione è equivalente ad affermare l'esistenza di una forza dovuta al Sole e diretta al pianeta lungo detto raggio. Per dimostrarlo, scomponne il problema originale in problemi più semplici, dividendo la traiettoria del pianeta in elementi minimi, rappresentabili con linee e triangoli, sui quali imposta poi il ragionamento geometrico per risolvere la questione iniziale.

Newton dimostra prima che l'area descritta nell'unità di tempo dal raggio vettore che unisce un punto in moto rettilineo uniforme ad un qualsiasi punto immobile dello spazio, rimane costante nel tempo (Fig. 6a). Passando poi al movimento del punto sotto l'azione di una forza proveniente da un centro immobile S e diretta lungo la sua congiungente col punto mobile, questo non si muoverà più lungo la linea retta r ma tenderà a deviare avvicinandosi ad S, passando dal punto 3, dove perverrebbe se il suo moto fosse rettilineo uniforme, al punto 4. Tuttavia, le aree dei triangoli descritti dal raggio in un tempo stabilito rimarranno costanti, come si dimostra non appena ci si renda conto del fatto che i due triangoli S23 e S24 hanno stesse basi e stesse altezze e che, per quanto già visto sopra, hanno pure aree uguali i due triangoli S12 e S23. (Fig. b).

Nella scienza, si opera una redistribuzione degli elementi del problema empirico dando maggiore importanza a quelli dotati di maggiore razionalità, come deve essere per dati e che sono rappresentati su un sostrato spaziale.

10. Le cose, che per l'artista sono i riflessi del mondo delle idee e ne conservavano la luce, per il fisico diventano sorgenti di interrogativi ai quali rispondere con l'indagine sperimentale durante la quale



**Figura 6: Newton: Dimostrazione della legge delle aree**

veramente l'immaginazione non rimane inattiva, come non rimangono inattivi i sensi e la capacità discriminatoria del giudizio. Egli quindi esaminerà i risultati dell'osservazione, confrontando giudizio a giudizio per accettare come ipotesi fondate soltanto quelle proposizioni non in palese contrasto con altre che riscuotono la sua fiducia e quella del suo mondo, cercando poi il conforto dell'esperienza. Veramente il fisico non intende mettere pregiudizialmente in dubbio un eventuale mondo delle idee dietro le cose, come non si vieta i piaceri dell'immaginare, ma cerca di non confondere il piacere col dovere, il dovere di mantenere vigile il suo senso obiettivo. Le cose si spiegano soltanto con altre cose e nella ricerca delle cause dei fenomeni occorre contentarsi di descrivere le loro relazioni, del come e non cercare il perché in cause sconosciute. Per lui, la luce può ben alludere al mondo della chiarezza mentale e richiamare la mente divina, ma per conoscerne le proprietà di agente fisico andava sottomessa ad appropriate indagini sperimentali. Entrata nel mondo delle cose e dei loro rapporti osservabili, la luce si sfrondeva dei significati metafisici, perdeva l'antico rapporto con la divinità e le idee di bene che aveva ancora per i neoplatonici e gli artisti del Rinascimento per venire studiata e compresa come fenomeno del mondo fisico.

Al di là delle sue espressioni di entusiasmo teologico, Newton studia la luce attraverso i cambiamenti che introduce nelle proprietà delle cose illuminate, comportandosi con la luce come aveva già fatto Brunelleschi con mattoni e pietre usati per costruire la cupola . Il raggio di luce diventava un oggetto fisico come gli altri, problematico come gli altri, con proprietà da scoprire facendolo interagire con oggetti appositamente formati i quali mostrino di influenzarne i comportamenti: la superficie lucidata di un metallo o di una lastra di vetro, uno strato d'acqua, o facendolo passare attraverso un mezzo trasparente, sia esso una lastra di vetro piana, un prisma trasparente, una lente . Trasformato in oggetto di indagine fisico matematica, con tutti i limiti e i poteri delle spiegazioni date da questo indirizzo di ricerca: induzione più o meno avventurosa di assunti generali dall'esperienza, deduzioni di proposizioni particolari da quelle generali mediante procedimento sillogistico, conferma o smentita delle prime mediante il confronto con le risultanze di apposite prove sperimentali, la luce diventava oggetto del mondo fisico.

#### NOTE

(1) L'origine della scienza fisica dalle attività pratiche è sostenuta, tra gli altri, dal fisico e filosofo austriaco E.Mach(*La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, 1977,Torino, Introduzione). Mach va anche oltre la constatazione di un fatto di senso comune perché crede di poter individuare una pratica controllata, forse in modo inconsapevole, dai principi generali fondamentali anche per l'indagine dello scienziato.

(2) Ad esempio, E.Cassirer(*E.Cassirer:Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*,1977, Firenze, Cap.I)

(3)J.Burkhardt:*La civiltà del Rinascimento in Italia*, Cap.1.

(4)A. Koyré: *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Torino.

(5)Nel Medioevo, ignorando i dati di osservazione, e anzi andando contro la più netta evidenza, la rappresentazione era sottomessa alle influenze dei pregiudizi sociali. Infatti, era ritenuto conforme al naturale ordine delle cose rappresentare i nobili di statura regolarmente superiore a quella dei villani anche quando poteva accadere il contrario.

(6)Non si dovrebbe dimenticare quanto nel frattempo accadeva nella tecnica, dove il disegno, e quindi le idee che lo guidano, si trasformavano da semplici schizzi evocativi dell'oggetto in un completo e preciso sistema di rappresentazione. Il disegno. Nel rinascimento, il disegno costituisce un vero e proprio linguaggio "espressione e dichiarazione del concetto che si ha nell'animo, e di quello che altri si è nella mente immaginato e fabbricato nell'idea"(G. Vasari: *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori et scultori*, Vol.I., Cap.XV).

(Per un più completo esame della questione discussa in questo articolo, vedere: E. Petaccia: *Il Rinascimento e il passaggio alla tecnica moderna*).