PARTE PRIMA

LA SCOPERTA DEI PRINCIPII

CENNI STORICO-CRITICI

I.

IL PRINCIPIO DELLA LEVA

Delle loro ricerche sui problemi dell'equilibrio e del movimento dei corpi naturali gli antichi ci hanno lasciate ben poche traccie: esse bastano tuttavia per destare in chi ben le consideri il senso della più viva ammirazione.

Non si può infatti non rimanere ammirati dinanzi a quei monumenti della sapienza antica che sono il libro consacrato da Aristotile alla trattazione dei problemi meccanici, ed i trattati che Archimede ha scritti su varie questioni di statica.

Aristotile (384-322 a. C.) non era un matematico, ma un filosofo: l'opera sua è veramente mirabile quando tende a stabilire i principii, sebbene non si sviluppi poi col dovuto rigore quando si volge a trarre da quei principii le conseguenze o quando ne tenta l'applicazione alla risoluzione di particolari problemi.

I problemi stessi egli non li isola per proporzionarne la complessità alla esiguità dei mezzi di indagine di cui dispone: non si preoccupa neppure di separare la teoria dell'equilibrio da quella del movimento, assegnando alla prima principii proprii indipendenti dalla seconda: ma affronta il problema meccanico in tutta la sua generalità e ne cerca la soluzione in quella specie di legge fondamentale che rappresenta come la linea direttiva di tutta l'opera sua, e tutta più o meno esplicitamente la domina.

Qualsiasi movimento deve, secondo Aristotile, incontrare una resistenza: esso presuppone perciò l'intervento di una azione o potenza motrice che deve essere tanto più grande quanto più grande è la massa che si tratta di smuovere, e quanto più grande è la velocità che si tratta di imprimerle.

" Quale che sia la potenza che produce il movimento — scrive Aristotile in un passo che merita di essere citato integralmente per la sua singolare chiarezza — è certo che ciò che è più leggero riceve, a parità di potenza, un movimento più grande. In realtà la velocità del corpo meno pesante starà alla velocità del corpo più pesante così come il secondo corpo sta al primo „.

Non si può negare che questo principio fondamentale della dinamica Aristotelica — che la scienza moderna definisce senz'altro come un grave errore — avesse una solida e larga base sperimentale.

Che ogni movimento da noi determinato, in assenza di una conveniente forza motrice continuativa, sia destinato presto o tardi ad estinguersi, è cosa di cui noi siamo materialmente e continuamente testimonii.

Che occorra una forza per far camminare a velocità costante una vettura, e che ne occorra una più grande per far camminare la stessa vettura più velocemente, o anche per far camminare alla stessa velocità una vettura più pesante, è cosa che rientra all'evidenza nella nostra quotidiana esperienza.

In realtà la meccanica di Aristotile non è altro che una meccanica che non fa astrazione dalle resistenze passive.

Ci volle un gigantesco sforzo intellettuale — ci volle l'opera indefessa di tutti gli spiriti più acuti e profondi che attraverso due millennii si sono succeduti da Aristotile a Galileo — perchè l'umanità intravvedesse la possibilità e l'opportunità di cercare nella astrazione dalle varie resistenze passive quella approssimazione della realtà che è la dinamica moderna.

Ma se noi ci mettiamo, anche solo per un momento, dal punto di vista della dinamica Aristotelica, ci accorgiamo subito del contributo che essa (malgrado l'errore su cui si fonda) poteva arrecare, ed ha effettivamente arrecato, allo sviluppo dei principii fondamentali della statica.

Due potenze devono infatti, secondo Aristotile, essere considerate equipollenti se, muovendo due pesi differenti con differenti velocità, esse determinano eguali valori del prodotto del peso per la velocità. Questo prodotto si potrà dunque assumere come una misura della potenza motrice.

Si consideri allora una leva rettilinea (fig. 1) che un punto di appoggio o fulcro C suddivide in due braccia disuguali alle estremità delle quali stanno applicati pesi disuguali. Quando la leva gira attorno al suo punto d'appoggio, i due pesi si muovono con velocità differenti: quello B che è più lontano dal punto d'appoggio descrive un arco più grande di quello A che è più vicino: e le loro velocità stanno tra loro come le lunghezze dei rispettivi bracci della leva.

Volendo paragonare le potenze motrici di questi due pesi bisognerà dunque fare, per ciascuno di essi, il prodotto del peso per la lunghezza del braccio di leva.

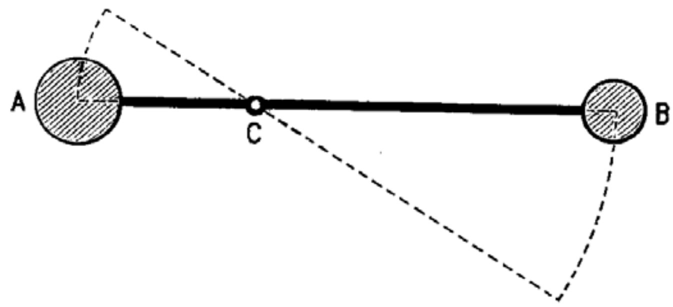

Fig. 1.

E il moto avverrà nel senso determinato da quello dei due pesi cui corrisponde una potenza motrice, cioè un prodotto, maggiore. E il moto non avverrà — vi sarà cioè l'equilibrio — se le due potenze, cioè se i due prodotti, risulteranno eguali.

" Il peso che è mosso — scrive Aristotile nei suoi *Μηχανικὰ προβλήματα* — sta dunque al peso che produce il movimento nella ragione inversa delle lunghezze dei bracci della leva: perchè ciascun peso determinerà tanto più facilmente il movimento quanto più lontano si troverà dal punto di appoggio. E la causa ne è sempre la stessa: cioè che la traiettoria che è più lontana dal centro comporta un arco maggiore „.

Nè si creda che queste considerazioni abbiano nel pensiero di Aristotile una portata particolare e limitata al solo problema della leva: esse rappresentano per contro l'espressione di un metodo generale, e racchiudono un principio che Aristotile vede come assolutamente fondamentale:

" Le proprietà della bilancia — egli scrive — sono così ricondotte a quelle del cerchio: e le proprietà della leva a quelle della bilancia: e le stesse più varie questioni che si incontrano nello studio dei meccanismi vengono a questo modo ad essere ricondotte alle proprietà della leva „.

È difficile leggere questo passo di Aristotile senza provare l'impressione che egli abbia veramente segnata, colle sue parole, quella che un giorno diverrà la via maestra della meccanica razionale.

Aristotile sembra infatti aver intuita la relazione che passa tra le grandezze delle forze in equilibrio e gli spostamenti che i loro punti di applicazione subirebbero qualora l'equilibrio venisse per una qualsiasi ragione turbato.

Nel suo pensiero vi è come un primo, embrionale, forse confuso, ma prezioso germe di quello che oggi chiamiamo il principio dei lavori virtuali.

Ma quanti secoli dovranno trascorrere prima che l'idea si ripresenti, e prenda forma, e rigore, e sia riconosciuta come il verace fondamento della statica tutta!

***

Intanto per ben altre vie dovevano concretarsi i primi progressi.

Archimede (287-212 a. C.), spirito eminentemente matematico, lascierà da parte le idee generali sul movimento dei corpi, come troppo complesse ed inadatte, allo stato delle cose, a fornire delle proposizioni precise e concrete, alle quali l'esperienza quotidiana conferisca un tal grado di evidenza da sottrarle senz'altro ad ogni discussione, sì che si possa su di esse con tutta tranquillità fondare una scienza, nel senso eminentemente matematico in cui egli la intende.

Egli rivolgerà di preferenza la sua attenzione ai fenomeni ed agli strumenti più semplici, e — fedele al metodo del suo grande Maestro, Euclide — metterà a base di ogni suo ragionamento, di ogni sua teoria, un piccolo numero di proposizioni semplici e precise, che alla sua mente si presentano come esenti da ogni possibile dubbio, e su cui egli ammette senz'altro di avere l'universale consenso.

Così nel suo trattato *'Επιπέδων ἰσορροπικῶν* in cui sono raccolti i suoi studii sulla leva e sui centri di gravità, egli prenderà le mosse dalle ipotesi seguenti, considerate come evidenti per se stesse:

a) Due pesi eguali sospesi a distanze eguali dal punto di appoggio sono in equilibrio.

b) Due pesi eguali sospesi a differenti distanze non sono in equilibrio, e quello che è sospeso alla distanza maggiore si mette a discendere.

c) Se due pesi sospesi a date distanze sono in equilibrio, e si accresce alquanto uno di essi, cessano di essere in equilibrio, e quello che è stato accresciuto si mette a discendere.

Soffermiamoci un momento ad analizzare queste varie proposizioni.

Archimede sembra ritenerle indipendenti da qualsiasi esperienza. Ora è fuor di dubbio che nel caso contemplato nella proposizione *a*) non vi è ragione alcuna di movimento in un senso piuttosto che nell'altro, visto che tanto la leva come i pesi che essa sopporta sono, per ipotesi, simmetrici per rapporto al punto di appoggio: è dunque perfettamente giustificato indurne che vi dovrà essere equilibrio.

Tuttavia non bisogna trascurare che anche in questa così semplice ed ovvia affermazione è già inclusa tutta una serie di esperienze che si potrebbero chiamar negative, secondo le quali l'eventuale stato di moto o di quiete dipende soltanto dai pesi e dalle distanze a cui essi sono applicati: ma non dalla posizione dei corpi che si trovano nelle vicinanze, nè dal colore delle braccia della leva, nè da tutte quelle altre circostanze accidentali rispetto alle quali il sistema potrebbe benissimo non essere affatto simmetrico.

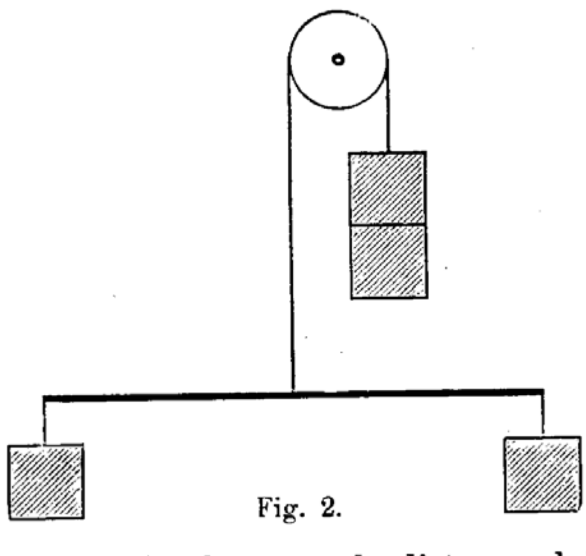
Fig. 2.

D'altra parte una esperienza positiva è ovviamente implicita nelle due proposizioni *b*) e *c*), in quanto queste mettono in chiaro la dipendenza dello stato di quiete o di moto della leva dai fattori sopra accennati, precisando che tanto la distanza dei pesi dal punto di appoggio, come la grandezza di questi, possono essere circostanze determinanti del movimento.

Ciò premesso, volendo ricostruire nelle sue linee generali il ragionamento di cui Archimede si serve per ricondurre al caso più semplice ed evidente, contemplato nelle citate sue proposizioni, i casi più complessi e generali del problema, basta procedere così:

Incominciamo coll'osservare che non si turba la simmetria della leva rappresentata nella fig. 2, se oltre ai due pesi applicati alle estremità dei suoi bracci si suppone che essa ne porti un terzo, eguale in grandezza ai precedenti, applicato in corrispondenza del suo punto di mezzo, in corrispondenza cioè del punto di appoggio o, ciò che fa lo stesso, della sospensione.

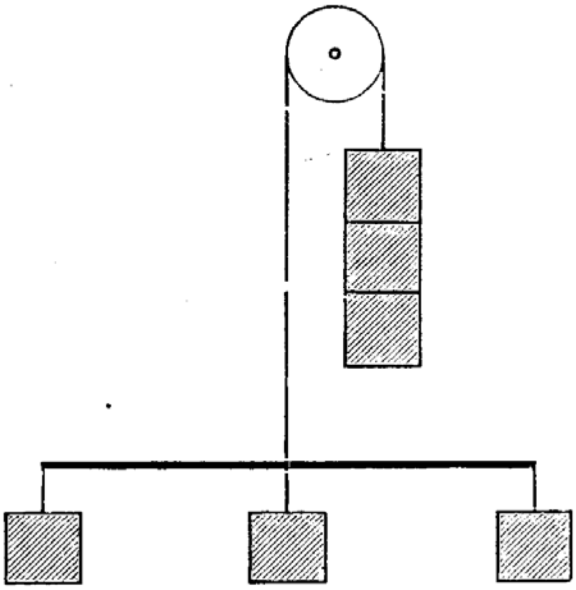

Fig. 3.

Nessun dubbio perciò che anche la leva rappresentata dalla fig. 3 sia in equilibrio.

Rileviamo in secondo luogo che due qualunque dei pesi agenti sulla leva rappresentata in fig. 3 (per esempio quello di sinistra e quello di mezzo) possono, anzichè direttamente, venire applicati coll'intermediario di una seconda leva appesa alla prima pel suo punto di mezzo (fig. 4).

Ma ciò equivale ovviamente a sostituire a quei due pesi un peso unico, di grandezza doppia, agente con un braccio di leva pari alla metà del braccio iniziale (fig. 5).

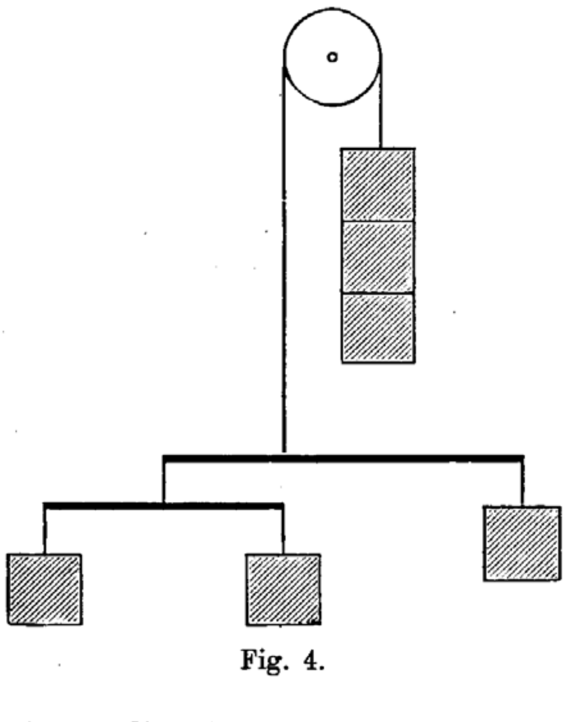

Fig. 4.

Ciò non dovrà turbare il preesistente stato di quiete del sistema: si può pertanto ritenere dimostrato che due pesi che stanno tra loro come 1 e 2, si possono far equilibrio se le loro distanze dal punto di appoggio stanno tra loro come 2 ed 1.

Non occorre dire che la dimostrazione si può generalizzare senza alcuna difficoltà. Con successive ripetute applicazioni dello stesso ragionamento, Archimede perviene infatti all'enunciato generale:

Due pesi si fanno equilibrio quando le loro grandezze sono inversamente proporzionali alle lunghezze dei bracci a cui essi sono sospesi.

***

Il ragionamento di Archimede si presta a qualche facile obbiezione. Non deve quindi far meraviglia se nei suoi continuatori, e specialmente in quelli dell'evo medio, si scorge costante e continua la preoccupazione di completare e perfezionare quel ragionamento per renderlo esente da ogni menda.

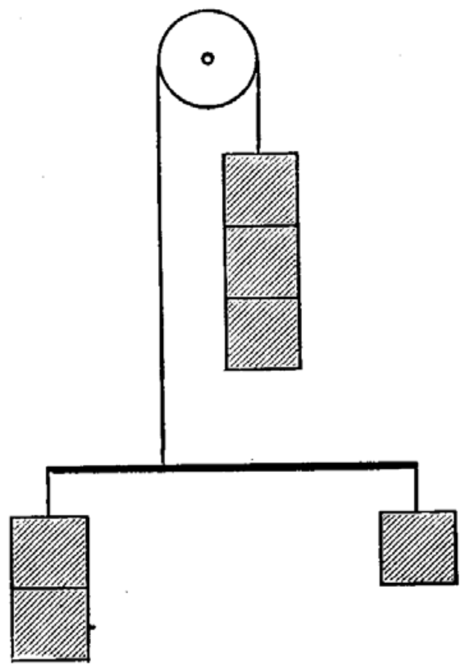

Fig. 5.

Così per esempio Archimede ammette, senza darne ragione, che il carico gravante sul punto di appoggio o sulla sospensione di una leva a braccia eguali portanti pesi eguali, sia precisamente pari alla somma dei due pesi.

In verità questo postulato potè da principio venir considerato come un risultato dell'esperienza quotidiana, la quale ci mostra che il peso di un corpo dipende solo dalla sua massa totale, non dalla sua forma, nè dal modo con cui la massa è suddivisa in parti.

Ma più tardi si riconobbe che questo postulato poteva dedursi dalla prima delle proposizioni esplicitamente enunciate da Archimede.

Si consideri infatti un triangolo giacente in un piano orizzontale (fig. 6) e caricato con due pesi eguali posti alle estremità della sua base AB e con un peso doppio situato nel vertice opposto C.

Il triangolo si troverà evidentemente in equilibrio se appoggiato sulla retta MN congiungente i due punti di mezzo dei due lati AC e BC; ciascuno di questi due lati si può infatti considerare come una leva simmetrica portante alle sue estremità carichi eguali.

Ma lo stesso equilibrio può essere considerato in un altro modo se si sostituisce idealmente al triangolo la sua mediana condotta pel vertice C, e la si riguarda come una leva CD

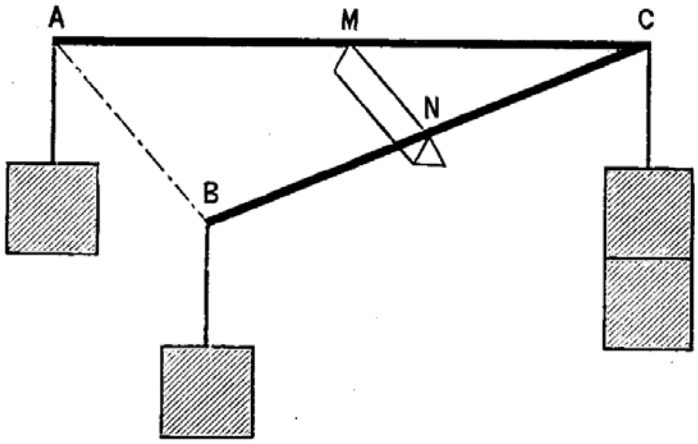

Fig. 6.

(fig. 7) la quale porti i due pesi collocati in A ed in B coll'intermediario di una leva ausiliaria AB collegata alla prima in corrispondenza del suo punto di mezzo D.

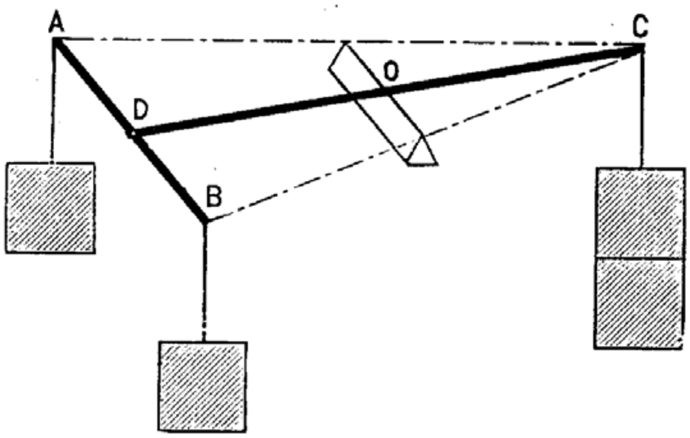

Fig. 7.

E allora evidente che, perchè la leva CD stia in equilibrio sull'appoggio MN su cui essa riposa proprio in corrispondenza del suo punto di mezzo O, occorre che in D essa sia caricata da un peso eguale a quello che agisce sull'altra sua estremità C, cioè da un peso pari alla somma dei pesi agenti in A ed in B.

***

Da un altro punto di vista il ragionamento di Archimede non poteva non far nascere qualche desiderio di perfezionamento:

era naturale infatti che si cercasse una via atta a condurre direttamente al risultato nella sua forma più generale, cioè per rapporti affatto qualunque dei bracci di leva.

Vale la pena di riferire in qual forma la dimostrazione di Archimede veniva presentata ai tempi di Stevin e di Galileo.

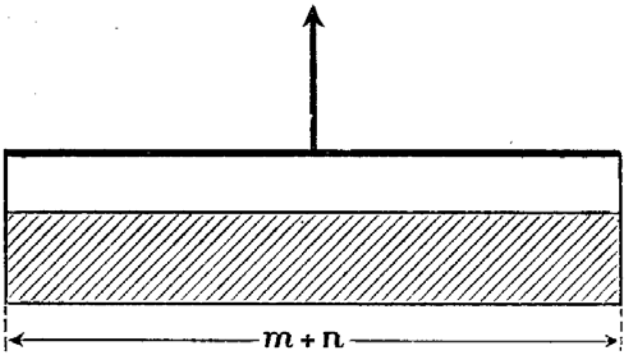

Fig. 8.

Si consideri un prisma omogeneo e pesante, avente la lunghezza stessa della leva a cui lo si immagina sospeso in corrispondenza delle sue due estremità (fig. 8). Vi è qui la solita perfetta simmetria: sussiste dunque l'equilibrio.

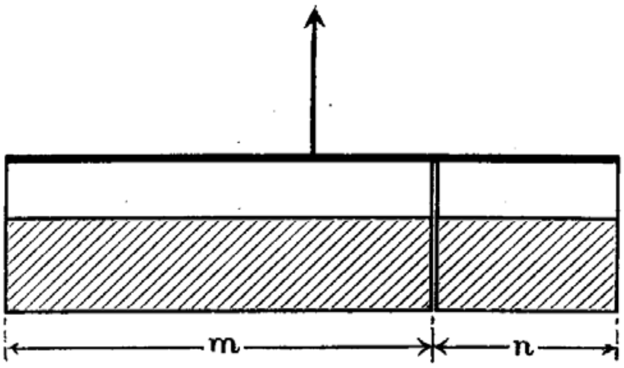

Fig. 9.

Ora — dice Galileo — tutti gli altri casi sono compresi in questo. E lo dimostra nel modo seguente:

Supponiamo di tagliare il prisma in due parti di lunghezze m ed n: ciò si può fare senza turbare l'equilibrio se si ha l'avvertenza di sospendere alla lor volta alla leva le due estremità contigue che così si vengono a formare, nel modo indicato nella fig. 9.

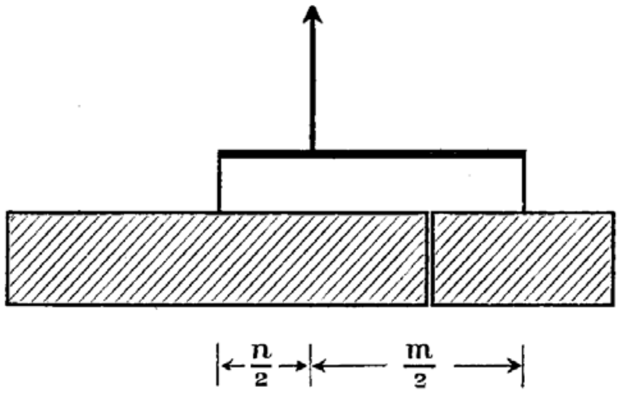

Fig. 10.

Ma le quattro sospensioni di estremità possono tutte venire soppresse se ciascuno dei due prismi viene appeso alla leva per il suo punto di mezzo (fig. 10), con che i due punti di applicazione dei pesi alla leva disteranno dal punto di sospensione di questa rispettivamente di $n/2$ e di $m/2$.

Resta così dimostrato che perchè sussista l'equilibrio i due bracci debbono in ogni caso star tra loro nella ragione inversa dei pesi.

Questo ragionamento mette in evidenza, meglio ancora di quello di Archimede, gli elementi istintivi che sono impliciti nella nostra conoscenza delle leggi di equilibrio della leva. Osserva giustamente il Mach — dalla cui opera sono tratti questi brevi cenni critici — che esso può bensì a prima vista sorprendere la nostra approvazione, ma un esame più attento non può non far nascere in noi qualche sospetto.

Il fine che Archimede e i suoi continuatori si proponevano era infatti di ricondurre il caso generale della leva a braccia disuguali al caso, che appariva loro evidente, della leva simmetrica.

Ora vien fatto di chiedersi come il semplice fatto dell'equilibrio di due pesi eguali situati ad eguali distanze dal punto di sospensione possa logicamente condurre alla legge della proporzionalità inversa tra pesi e distanze.

In altre parole se noi abbiamo già dovuto andare a cercare nell'esperienza, sia pure la più elementare ed inconscia, la semplice nozione di dipendenza dell'equilibrio dal peso e dalla distanza, come è possibile che mediante un semplice ragionamento noi possiamo poi precisare la legge di proporzionalità, cioè la forma di quella dipendenza?

È del resto ben evidente che l'ipotesi dell'equilibrio nel caso della disposizione perfettamente simmetrica avrebbe lo stesso valore e significato, qualunque fosse la legge secondo cui la rottura dell'equilibrio si determina in dipendenza di una variazione dei pesi o delle distanze; è per conseguenza affatto impossibile dedurre dal solo fatto della esistenza dell'equilibrio in quel caso particolare, la forma di detta legge.

In realtà quando noi sostituiamo a due pesi eguali applicati alla leva un unico peso doppio nel punto di mezzo, facciamo un'operazione che sarebbe evidentemente indifferente dal punto di vista dell'equilibrio, solo quando quel punto di mezzo coincidesse col punto d'appoggio o di sospensione: nel qual caso è facile convincersi che non esciremmo dal caso particolare della simmetria, epperò non troveremmo niente di nuovo.

In ogni altro caso l'operazione implica il ravvicinamento di un peso alla sospensione, e l'allontanamento dell'altro. Ora ammettere che l'equilibrio non venga turbato se il primo peso si avvicina alla sospensione esattamente di quanto l'altro se ne allontana, equivale proprio ad avere già decisa la legge di cui si tratta, poichè la costanza dell'azione nel caso descritto non è possibile che se la determinante dell'equilibrio è il prodotto del peso per la distanza.

È così che Archimede — e con lui tutti quelli tra i suoi continuatori che andarono cercando la dimostrazione logica del principio della leva, rifiutandosi di accettare puramente e semplicemente il fatto sperimentale — hanno fatto un uso tacito e più o meno ben dissimulato dell'ipotesi che l'effetto di una forza P applicata alla leva ad una distanza d dal punto di sospensione è misurato da quel prodotto $P.d$ che ricevette assai più tardi il nome di momento.

***

In realtà è soltanto dalla precisazione di questo concetto di " momento di una forza " che il principio della leva trarrà ad un tempo chiarezza e generalità di applicazioni.

Ora la nozione di momento era certamente nota ai matematici della scuola Alessandrina nei primi secoli dell'êra volgare. Essa appare nettamente formulata in un libro di Erone che è però rimasto sconosciuto fino a questi ultimi tempi.

Nell'evo medio la precisazione del concetto di momento avviene assai lentamente e dopo non lievi titubanze, attraverso al timido riapparire della primitiva concezione aristotelica tendente a far in qualche modo dipendere l'equilibrio delle forze dai possibili spostamenti dei loro punti di applicazione.

Ricordiamo un antico manoscritto del XV secolo nel quale si trova conservata, in un testo che pare completo ed esente da manipolazioni posteriori, un'opera intitolata " Elementa super demonstrationem ponderis " attribuita a certo Jordanus de Nemore vissuto a quanto sembra verso il 1230.

In essa il problema della leva viene esposto presso a poco in questi termini:

Alle estremità A e B dei bracci di una leva (fig. 11) avente in C il suo fulcro siano applicati due pesi le cui grandezze stiano tra loro nel rapporto inverso dei bracci.

Supponiamo per un momento che la leva non stia in equilibrio, ma si metta a discendere dalla parte di B fino a prendere la posizione inclinata A′B′.

Il peso applicato in B subirà un certo abbassamento che in figura abbiamo indicato con h: contemporaneamente il peso applicato in A dovrà subire un ben determinato innalzamento k.

Ora, i due triangoli ACA′ e BCB′ essendo evidentemente simili, il rapporto dell'altezza h all'altezza k dovrà necessariamente essere eguale al rapporto del braccio BC al braccio AC, ossia al rapporto del peso applicato in A al peso applicato in B.

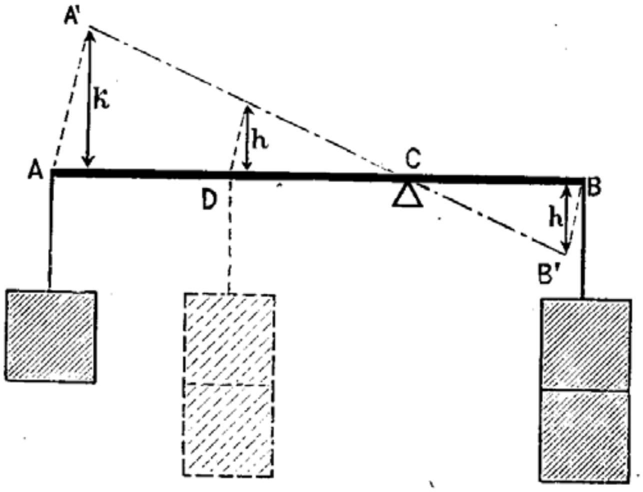

Fig. 11.

A questo punto — premesso che un secondo peso eguale a quello agente in B, supposto appeso nel punto D simmetrico di B rispetto al fulcro, dovrebbe subire nella supposta rotazione della leva un innalzamento esattamente eguale all'abbassamento h di B — Jordanus osserva che non viene ad esserci alcuna differenza tra il sollevare il peso effettivamente applicato in A all'altezza k ed il sollevare il peso supposto in D all'altezza h. Ma quest'ultima operazione certo non avverrebbe spontaneamente, poichè i due pesi in B ed in D eguali e simmetricamente disposti per rapporto al fulcro si farebbero sicuramente equilibrio.

Così non avverrà neppure che il peso applicato in B sollevi quello applicato in A. Non ha cioè ragione d'essere la rotazione della leva dapprima supposta.

E poichè non v'è neppure ragione perchè avvenga una rotazione in senso opposto, conviene concludere che la leva, nelle considerate condizioni di posa e di carico, sta in equilibrio.

Per quanto in questa dimostrazione non appaia esplicitamente enunciato, è impossibile non riconoscere qui quel medesimo principio a cui noi abbiamo nelle nostre premesse fatto ricorso per definire il concetto di lavoro: " elevare un dato peso ad una data altezza è la stessa cosa che elevare un peso n volte più grande ad un'altezza n volte più piccola „. Ed il nesso che qui si viene a stabilire tra quel principio e la nozione di momento è estremamente istruttivo e degno di tutta la nostra attenzione.

***

Nè meno degno di attenzione è il seguente ragionamento riguardante un caso particolare di equilibrio della leva angolare. Esso è dovuto ad un geniale seguace della scuola di Jordanus, di cui disgraziatamente ignoriamo anche il nome.

Una leva (fig. 12) è dotata di due braccia CA e CB diseguali e formanti fra loro un certo angolo. Se le due estremità A e B sopportano pesi eguali e sono equidistanti dalla verticale passante per il fulcro C, la leva sta in equilibrio.

Per dimostrare il suo asserto, il nostro Autore traccia, da una parte e dall'altra del braccio CA due raggi CA′ e CA″ facenti con CA angoli eguali: e da una parte e dall'altra di CB due raggi CB′ e CB″ facenti con CB angoli eguali tra loro ed ai precedenti.

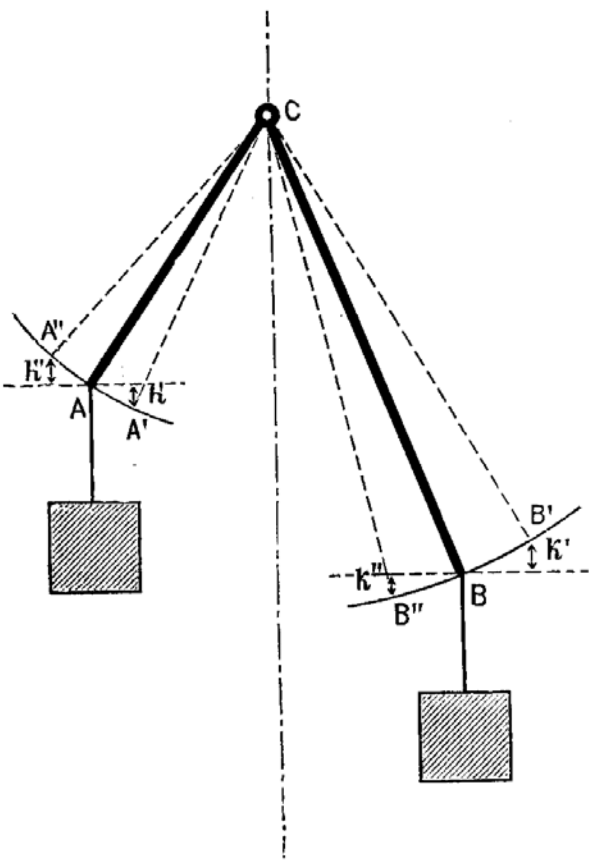

Fig. 12.

Ciò fatto egli si domanda se il peso collocato in A potrà prevalere su quello collocato in B e dichiara che ciò non è possibile perchè, ove ciò avvenisse e la leva si portasse nella posizione A′CB′, il peso A discendendo dell'altezza h' farebbe salire il peso B (che gli è eguale) dell'altezza k' evidentemente superiore ad h'.

Similmente egli osserva che il peso B non potrà prevalere sul peso A poichè, portandosi la leva nella posizione B″CA″, il peso B si abbasserebbe bensì dell'altezza k'' ma dovrebbe contemporaneamente far salire il peso (eguale) A dell'altezza h'' sicuramente superiore a k''.

Questo ragionamento non ha che un difetto: quello di considerare spostamenti finiti: se il suo anonimo, ma certamente acutissimo Autore, avesse potuto disporre di quegli elementi primi di analisi infinitesimale che a chiunque di noi suggerirebbero la considerazione di spostamenti piccolissimi, nessuna diseguaglianza egli avrebbe scorta tra lavoro motore e lavoro resistente, e la sostanziale identità di metodo nei due ragionamenti che siamo venuti esponendo sarebbe apparsa più chiara.

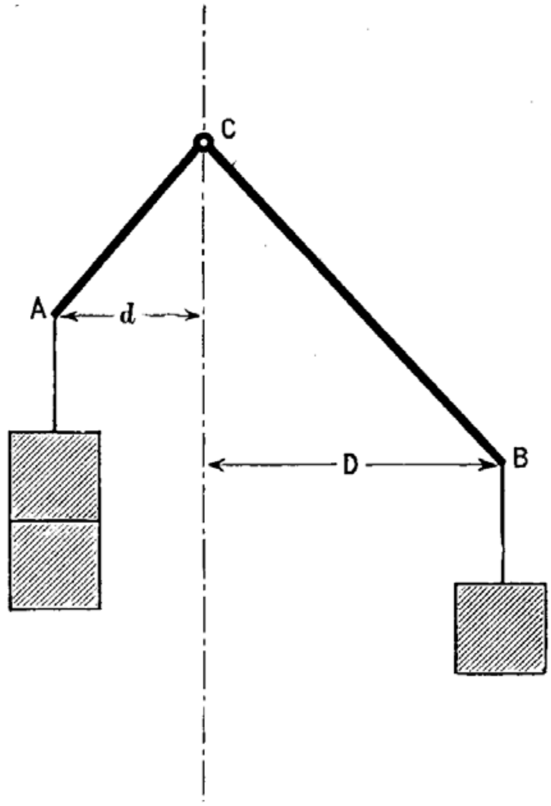

Fig. 13.

In ogni caso un nuovo progresso, ed assai importante, può ben dirsi compiuto. Di qui a risolvere il problema della leva angolare nelle condizioni più generali, il passo è ormai breve, ed il nostro Autore lo compie con assoluta sicurezza.

Egli scrive infatti: Se una leva angolare ACB (fig. 13) porta alle estremità dei suoi bracci dei pesi disuguali, essa si orienterà per modo che le distanze d e D delle sue estremità A e B dalla verticale passante per il fulcro C stiano tra loro in ragione inversa dei pesi ad esse estremità applicati.

***

Non meno chiaro appare il concetto di momento nei manoscritti lasciatici da LEONARDO DA VINCI (1451-1519).

In uno di quei tanti fogli che costituiscono la più originale e straordinaria enciclopedia scientifica che intelligenza umana abbia mai concepita, Leonardo si chiede come varii la potenza motrice di un peso applicato alla estremità di una leva quando questa, ruotando, si inclina rispetto all'orizzontale.

E risponde che l'azione di un peso agente in un punto qualunque A di una circonferenza (fig. 14) è quella stessa che il medesimo peso eserciterebbe se fosse applicato in quel punto D del diametro orizzontale in cui esso diametro è intersecato dalla linea d'azione (verticale) del peso.

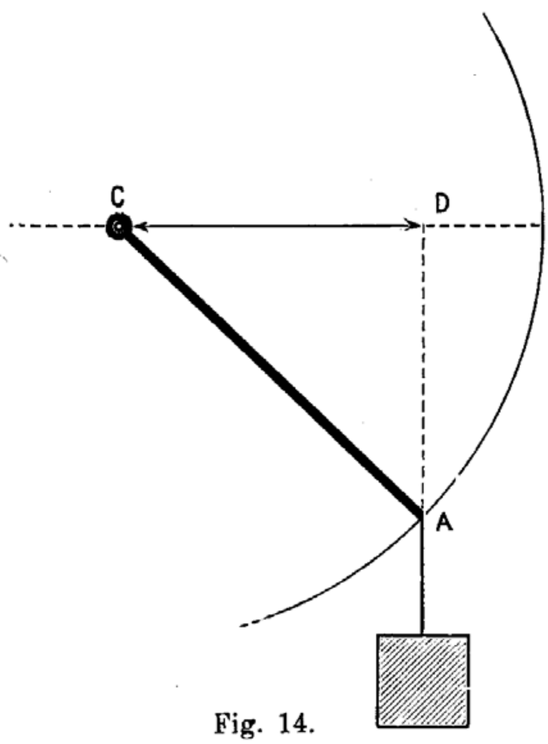

Fig. 14.

Alla distanza di questo punto D dal centro C della circonferenza, Leonardo dà il nome assai espressivo di *braccio di leva potenziale.*

E altrove, premesso che *vero braccio della leva* deve considerarsi il tratto di perpendicolare condotta dal fulcro alla retta secondo cui agisce la forza, avverte nel modo più esplicito che l'azione di questa è da considerarsi immutata

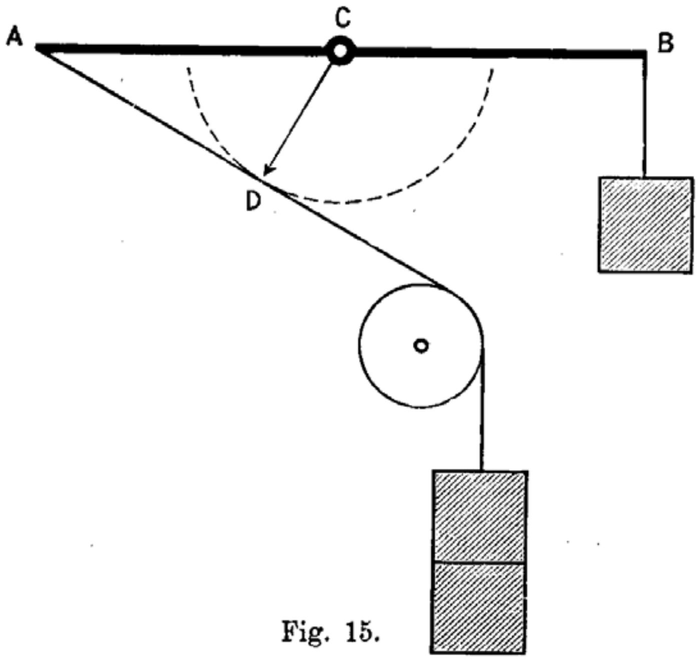

Fig. 15.

qualunque sia il punto della sua retta su cui essa materialmente agisce, anche se diverso dal piede di quella perpendicolare.

Le due figure 15 e 16, che riproducono due casi di equilibrio contemplati negli schizzi originali di Leonardo, non lasciano dubbii sulla esatta e completa comprensione del problema della

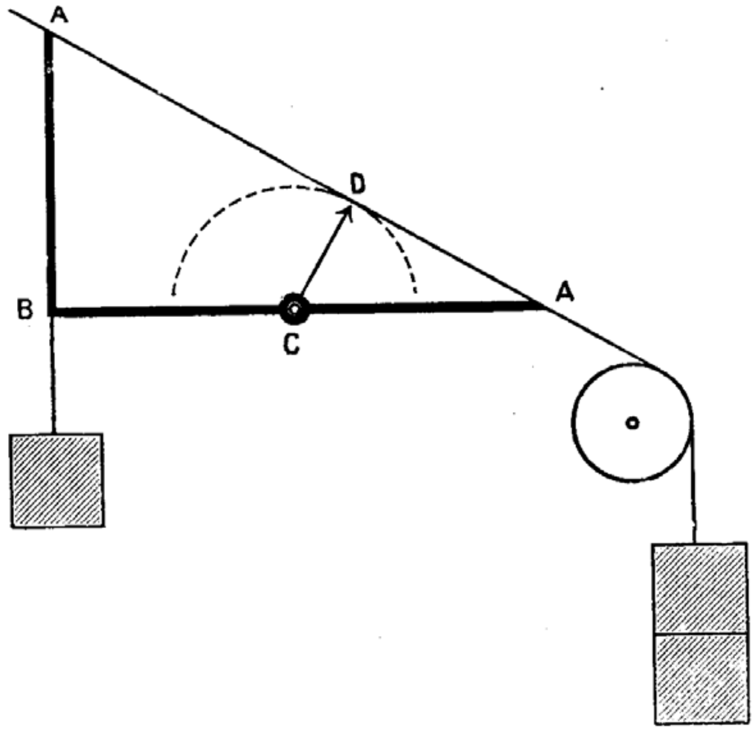

Fig. 16.

leva da parte sua. Vedremo più innanzi come ciò gli abbia permesso di ripetere, in differenti occasioni, ma sempre con successo, l'antico tentativo di ricondurre con ingegnosi artifizii a questo caso fondamentale di equilibrio i più svariati problemi della statica.