
Comitato per la Edizione Nazionale delle Opere di

FEDERIGO ENRIQUES

ENRIQUES, FEDERIGO

Sui principii della meccanica

Rend. Acc. Sci. Ist. Bologna X (1906), pp. 48-53.



L'utilizzo di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali.

Il presente testo è stato digitalizzato nell'ambito del progetto "Edizione nazionale delle opere di Federigo Enriques"

promosso dal

Ministero per i Beni e le attività Culturali

Area 4 - Area Archivi e Biblioteche

Direzione Generale per i Beni Librari e gli Istituti Culturali

FEDERIGO ENRIQUES

Sui principii della Meccanica.

NOTA

letta alla R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna
nell' adunanza delli 25 Marzo 1906.



BOLOGNA

TIP. GAMBERINI E PARMEGGIANI

—
1906

Estratto dal *Rendiconto delle sessioni della R. Accademia delle Scienze
dell'Istituto di Bologna.* — Anno accademico 1905-1906.



Questa Nota ha per scopo di esporre brevemente i concetti direttivi che ci hanno guidato ad una critica dei principii della Meccanica, e di riassumerne i risultati. Un più ampio sviluppo del tema in rapporto alle nostre vedute filosofiche si troverà in un libro d'imminente pubblicazione sui « Problemi della Scienza » (1), a cui rimandiamo anche per le notizie bibliografiche.

1. Dall'analisi filosofica dobbiamo qui richiamare soltanto il criterio fondamentale della definizione dei concetti fisici: il loro contenuto reale deve essere dichiarato mediante osservazioni ed esperienze, cioè mediante le sensazioni di un osservatore possibile, posto ipoteticamente in date condizioni.

Adottando questo criterio resta per noi privo di significato il parlare di *movimento* o di *forza in senso assoluto*; e quest'avvertenza ci sembra necessaria soprattutto per riguardo alla « forza » che viene d'ordinario trattata come qualcosa di assoluto, anche da chi si rende conto chiaramente della relatività del moto.

Secondo il nostro criterio si può definire *in relazione ad un sistema Σ di riferimento*, la *forza che agisce sopra un punto materiale P tenuto fermo*. Si possono

(1) Bologna - Zanichelli, 1906.

quindi porre i principii di *simmetria statica* e della *composizione delle forze*, sia nel caso del punto, sia nel caso dei sistemi vincolati. E si riesce così a fondare la ordinaria *Statica, relativa al sistema Σ* .

Passiamo alla fondazione della *Dinamica*, e limitiamoci al caso del punto materiale; prendiamo inoltre come dato il concetto del *tempo* ed i postulati che vi si riferiscono, sui quali viene costruita la *Cinematica*.

La *Dinamica classica* porge una analisi del fenomeno di movimento, il cui significato si può spiegare riferendosi ad un caso tipico schematicamente semplice « *il movimento di un punto isolato in un campo di forze* ».

In questo caso tipico il movimento riesce determinato mercè la sovrapposizione di talune circostanze determinanti caratteristiche, dove si suppone di aver separato:

1) Ciò che appartiene proprio al punto, cioè la sua *massa m* .

2) Il *campo di forze* dato, come qualcosa d'indipendente dal punto stesso, *in relazione ad un sistema Σ* che servirà anche come *sistema di riferimento del moto*.

3) La *velocità* (iniziale) del punto in un dato istante, rispetto a Σ .

4) Il moto di Σ rispetto ad un sistema di assi α , che serbi una *orientazione invariabile rispetto alle direzioni delle stelle fisse*.

La definizione positiva dei dati 1) 2) ci condurrebbe ad una analisi che qui passeremo sotto silenzio. Basti per noi osservare:

1) Che le masse m dei corpi possono essere determinate all'infuori del loro movimento, ove ci si restringa alla *Dinamica di un sistema di corpi omogenei*; entro un tale sistema la massa è definita come invariante addittivo delle trasformazioni fisico-chimiche.

2) Che il campo di forze relativo a Σ può essere

definito mediante una *esplorazione* del campo stesso, misurando la forza che agisce sopra un punto tenuto fermo successivamente nelle varie posizioni del campo. E l'importante è che le esperienze definitorie sono *esperienze statiche*; la « forza agente sopra un punto che si muove » è dunque per noi un'espressione priva di senso, fino a che non si sia fatta in proposito una qualche convenzione precisa.

Ora osserviamo che fra i *dati* occorrenti per la determinazione del moto, il dato 4), cioè la conoscenza del moto di Σ rispetto ad α , fa intervenire la considerazione dell'universo astronomico.

Vi è luogo a domandare (e fu sotto un altro aspetto investigato da Reech e Andrade) fino a che punto possa eliminarsi questa considerazione, cioè fino a che punto il problema del moto possa trattarsi isolando il campo di forze e il punto che in esso si muove, dal rimanente universo.

A questa domanda si può rispondere che:

Qualunque sia il sistema di riferimento delle forze e del moto, vale rispetto ad esso la legge fondamentale di Galilei-Newton presa come *legge del moto incipiente*.

Cioè, data la forza f che agisce sul punto P tenuto fermo e la massa m di P , si può prevedere che: ove P venga lasciato libero prenderà un'accelerazione ω tale da soddisfare all'equazione vettoriale,

$$f = m \omega .$$

Per passare dalla determinazione del moto incipiente a quella del moto in generale, la Dinamica newtoniana postula implicitamente un principio, di cui una parte soltanto viene espressa dalla *legge d'inerzia*, e che perciò appunto chiameremo *principio d'inerzia generalizzato*.

Questo principio vale soltanto pei sistemi Σ che con-

servano un'orientazione invariabile rispetto ad α , ed afferma che, *in questo caso*:

il moto di un punto isolato può essere determinato ad ogni istante sommando (in senso vettoriale) la velocità del punto e la forza che agirebbe su di esso *ove fosse fermato*.

La traduzione analitica del principio consiste nel prendere l'equazione differenziale

$$f = m \omega,$$

come valida in modo affatto generale, ove s'immagini f definita dall'ipotetica esperienza statica suddetta.

Pertanto i principii della Meccanica newtoniana possono essere disposti in ordine gerarchico, postulando prima la *Statica* e la *Dinamica del moto incipiente* e poi il *principio d'inerzia generalizzato*, il quale viene a rendere determinata la previsione del moto.

I postulati concernenti la *Statica* e la *Dinamica del moto incipiente* sono validi rispetto a qualunque sistema Σ di riferimento; essi costituiscono un insieme di premesse che potrebbe venire integrato con qualche altro principio diverso da quello d'inerzia generalizzato, o dal principio che se ne deduce tenuto conto del moto di Σ rispetto ad α ; perciò i suddetti postulati definiscono la parte comune ad una serie di *Dinamiche possibili*, che si possono considerare come *Dinamiche non-newtoniane*.

2. A lumeggiare l'interesse della critica di cui abbiamo riferito i risultati, faremo le osservazioni seguenti:

1) In ogni *Dinamica non-newtoniana* il principio d'inerzia generalizzato vale *in via approssimata per velocità abbastanza piccole*.

2) Se si ritengono date le premesse comuni alla *Dinamica newtoniana* e alle *non-newtoniane*, il principio

d'inerzia generalizzato equivale al *principio newtoniano d'azione e reazione*.

3) Gli sviluppi più recenti dell'ipotesi meccanica nella Fisica, ed in ispecie quelli della teoria ottico-elettromagnetica, conducono direttamente ad invalidare il principio newtoniano d'azione e reazione, almeno quando si ritenga il suo significato positivo in relazione alla *materia* e non all'*etere*.

Ne consegue che la validità della Dinamica newtoniana non può ritenersi che approssimativa, e vi è luogo ad una radicale correzione delle leggi del movimento.

Da questo punto di vista la correzione che s'introduce nella nuova *Dinamica elettrica* non apparirà più qualcosa di paradossale, bensì riconosceremo in essa una conseguenza dell'averе sostituito le *azioni a distanza* con *azioni per contiguità*, ed infirmata quindi la base del principio newtoniano d'azione e reazione.

4) Se si lascia cadere il principio d'inerzia generalizzato si può porre al suo posto, come ipotesi non-newtoniana :

a) o un'ipotesi *d' eredità* (secondo la pittoresca espressione di Robin e Picard), cioè postulare che il movimento futuro di un punto materiale in un campo di forze dipenda da tutto il *movimento passato*;

b) o un'ipotesi di *solidarietà*, cioè postulare che il campo di forze, in luogo di essere dato come indipendente dal punto (isolato) che si muove, subisca per questo moto una *variazione locale progressiva*, come se esso sia riempito da un mezzo che partecipi al moto suddetto.

La prima ipotesi si è presentata nei fenomeni di *isteresi*; la seconda è appunto quella della *Dinamica elettrica*.

Le due ipotesi sono *equivalenti*, e cioè corrispondono egualmente, in un certo senso, al *tipo più generale della Dinamica non-newtoniana*.

3. In conclusione la critica di cui abbiamo esposto i risultati ci mostra i principii della Meccanica sotto un aspetto *più chiaro e più generale*.

Essa è direttamente utilizzabile nell'insegnamento.

Secondo le nostre vedute si comincerà a svolgere una *Statica* e una *Dinamica terrestre*, dando le leggi del moto incipiente, e constatando che vale in via approssimata, per velocità non troppo grandi, un'ipotesi di semplificazione espressa dal principio d'inerzia generalizzato.

Si avrà poi luogo di riferire le esperienze di Tadini e di Reich sui proiettili, e di Foucault sul pendolo ecc., dalle quali si desume che quel principio deve essere corretto in un ordine di approssimazione ulteriore. Si noterà che la correzione può essere fornita mettendo a riscontro i fatti suddetti col movimento della terra rispetto alle stelle, e prendendo come sistema di riferimento un sistema che abbia un'*orientazione astronomicamente fissa*.

Gli spiriti saranno così preparati ad intendere il carattere approssimato del principio, e disposti a ricevere o a studiare le successive correzioni che ci vengono imposte dallo studio del movimento di punti con *velocità enormi*, come sono quelle degli elettroni nei raggi catodici, ecc.

