

LA TEORIA DELL'URTO NELLA DYNAMICA DE POTENTIA DI LEIBNIZ

GUSTAVO AVITABILE

Dipartimento di Chimica, Università Federico II, Napoli

Email: avitabile@chemistry.unina.it

ROSSANA VALENTI

Dipartimento di Filologia Classica, Università Federico II, Napoli

Email: valenti@unina.it

La dinamica di Leibniz è stata recentemente rivalutata come significativa studiando tre inediti scritti negli anni dopo il 1690. Leibniz ha anche scritto un libro sulla meccanica, il *Dynamica de Potentia*, che però è stato rimaneggiato molte volte e di cui manca una traduzione in Italiano.

Presentiamo una traduzione dal latino di una delle parti più significative, *Sectio III 1-18*, che tratta dell'urto, che per Leibniz è il fenomeno fondamentale di tutta la fisica. La traduzione è visibile alla URL: <http://chemistry.unina.it/~avitabil/leibniz.htm>.

Sottoponiamo alla discussione alcune osservazioni di carattere scientifico, redatte da G. Avitabile, e di carattere linguistico-lessicale, curate da R. Valenti.

1. Terminologia

vis → forza

Il termine **vis** è usato in senso generico, come proprietà di un corpo dovuta al suo moto. Lo abbiamo tradotto con **forza**, da intendere a sua volta non come la grandezza fisica, ma come termine generico.

Spesso **vis** è specificato meglio con un aggettivo o un genitivo determinativo: **vis respectiva**, **vis progressiva**, **vis absoluta**, **vis directiva**, **vis ictus**.

potentia → potenza

potentia indica l'**energia**, come risulta dalla sua definizione "prodotto del peso per l'altezza a cui può salire per effetto della sua velocità" e dall'essere proporzionale alla prima potenza del peso e alla seconda della velocità.

Abbiamo preferito in Italiano la traduzione letterale **potenza**, anche per non entrare in conflitto con la definizione moderna $\frac{1}{2}mv^2$, che contiene

la massa e non il peso e il fattore $\frac{1}{2}$. Comunque il termine non ha il significato di potenza in senso moderno (energia/tempo).

progressus → quantità di moto

Il termine **progressus** indica la **quantità di moto** (*quantitas progressus seu factum ex celeritate progrediendi in totam corporis molem seu pondus ...* prodotto della velocità per la massa totale del corpo ossia il peso).

Il **progressus** è riconosciuto come grandezza vettoriale (*quantitas progressus in easdem partes in iisdem parallelis manebit idem ...* rimarrà costante la quantità di moto in direzione e verso).

quantitas motus → grandezza del movimento

Con **quantitas motus** si intende una grandezza scalare: il prodotto del peso per il modulo della velocità.

Si corpora progressum ex consentiente mutant in contrarium vel contra, summa quantitatum motus in progressu consentiente aequabitur differentiae earundem in progressu contrario ... Se i corpi mutano il moto da concordante a opposto o viceversa, la somma delle grandezze del movimento nel moto concordante sarà uguale alla differenza delle stesse nel moto opposto

respectivus → relativo

progressivus → traslazionale

Potentia absoluta aggregati plurium corporum ... componitur ex vi eorum respectiva agendi in se invicem, et vi progressiva (agendi in tertium)

La potenza assoluta di un aggregato di più corpi è composta dalla loro forza relativa di azione l'uno sull'altro, e dalla forza traslazionale (di azione verso un terzo)

I due aggettivi **progressiva** e **respectiva** si riferiscono al moto globale (del baricentro) e ai moti relativi dei corpi in un sistema in cui il baricentro è immobile

satis → perfettamente

Duo corpora ... qua velocitate venere reflectuntur, si modo satis elastica sint
Due corpi ... rimbalzano con la stessa velocità con cui sono venuti incontro, purché siano perfettamente elastici

conatus → spinta elementare

Il termine **conatus** indica la spinta istantanea, in un modo che prefigura, per lo spostamento, il concetto del differenziale (mai formulato compiutamente in questo passo). Il **conatus** è sempre rettilineo, in opposizione al **motus**. La velocità dà luogo a una spinta (**impulsus**) se il

corpo è libero di muoversi, ma solo a un **conatus** se il corpo è vincolato (per es. a ruotare intorno a un centro)

inassignabilis → infinitesimo

incomparabiliter → infinitamente

Questi aggettivi prefigurano l'idea del differenziale, dove i termini di ordine superiore sono trascurabili

Hi autem conatus non impediuntur in ipsa conversione motus rectilinei in circularem nisi differentia incomparabiliter parva seu inassignabili

Nel moto circolare il **conatus**, rettilineo, è deviato istante per istante solo per un infinitesimo di ordine superiore

corpora → corpi

→ pesi

Con **corpora** sono indicati spesso non solo i corpi implicati nell'urto, ma anche i loro pesi. Nella traduzione è stato usato il termine **peso** quando il significato è quello

anima → essere animato

In opposizione a **corpus**, indica un oggetto che partecipa al moto, ma può esercitare azioni volontarie. Leibniz rimarca che queste azioni possono alterare lo stato dei corpi che si urtano, ma non il moto del baricentro del sistema.

2. Conoscenze di Fisica corrette

- impossibilità del moto perpetuo

è assunta come postulato, e usata per dimostrare altre conseguenze

- separazione del moto traslazionale del baricentro dai moti in un sistema solidale col baricentro

“Nell'urto non cambia la forza progressiva, ossia la forza traslazionale, sommata sui diversi corpi ... e rimarrà uguale ... la velocità del centro di gravità dell'intero sistema”

- invarianza della meccanica interna a un sistema rispetto al moto uniforme dell'intero sistema (relatività galileiana)

“Su una nave che avanza in linea retta e non subisce scosse ... sperimenterai gli stessi fenomeni che sulla terra”

“Se uno è trascinato insieme a un corpo grande ... e non può prendere coscienza **dall'esterno** dello stato di moto o di quiete, non ha modo di conoscere, se gli sia toccato un luogo in quiete o in moto”

- l'energia cinetica è proporzionale alla prima potenza del peso e alla seconda potenza della velocità

3. Prefigurazione del calcolo differenziale

- i corpi sono costituiti di particelle infinitesime

... sono costituiti di punti, ossia sono nient'altro che somme di punti, cioè di corpi abbastanza piccoli, in modo da evitare l'errore, che così resta minore di una qualsiasi quantità data

- le trasformazioni si ottengono per somma di infinitesimi

... si può assumere che acquisti deformazioni sempre più piccole, finché la forza della spinta è completamente esaurita

In Natura non ci può essere alcun cambiamento istantaneo osservabile cioè misurabile, e perciò non si può passare da un grado di velocità ad un altro se non per gradi intermedi

- gli infinitesimi di ordine superiore sono trascurabili

E queste spinte elementari non sono impedito nella conversione del moto rettilineo in uno circolare se non per una differenza infinitamente piccola ossia trascurabile

4. Concezioni errate

- non esistono Atomi

“Da qui si capisce che gli Atomi non sono compatibili con le leggi della Natura”

Secondo Leibniz la divisibilità illimitata della materia è necessaria per assicurare la continuità delle trasformazioni

- non è possibile alcuna rottura di simmetria

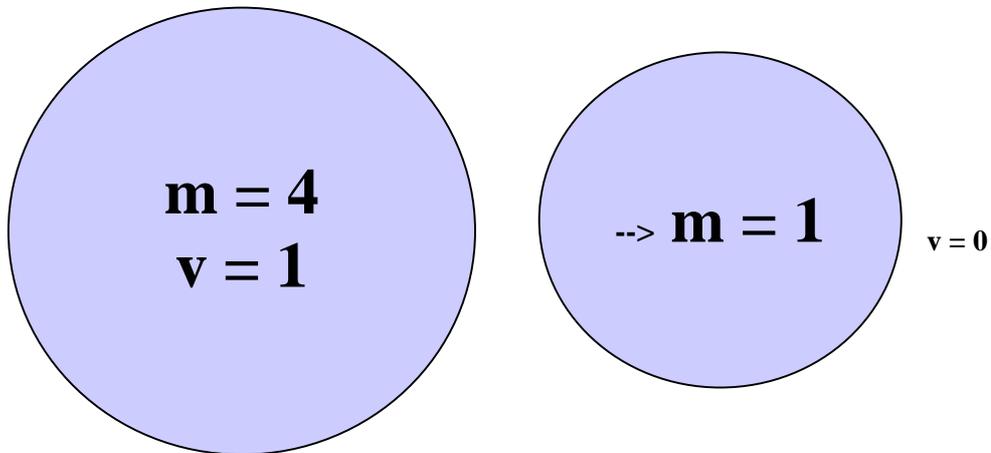
“dopo l'urto [due sfere uguali] non possono ... deviare, perché non c'è alcuna ragione per cui debbano essere deviate da una parte piuttosto che un'altra”

La simmetria è rispettata anche se solo le probabilità sono uguali nelle diverse direzioni. Molti esempi si possono prendere dalla meccanica quantistica.

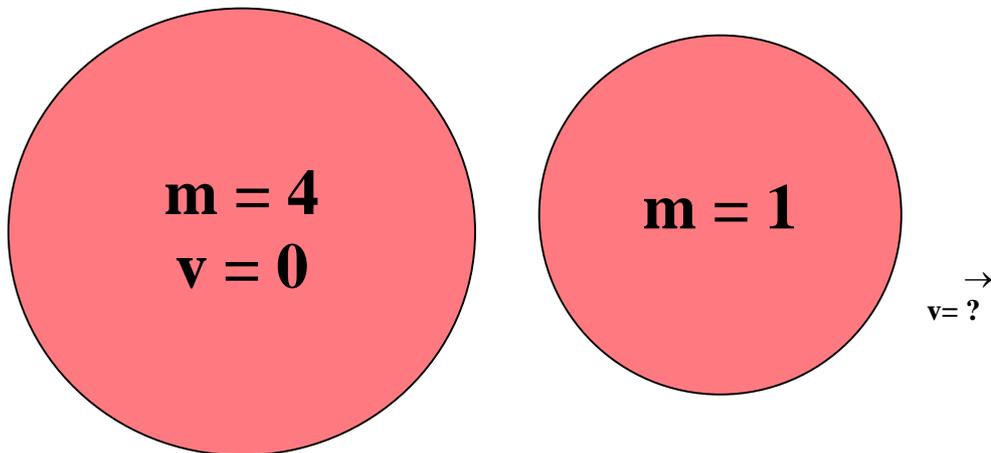
- la conservazione della quantità di moto è incompatibile con la conservazione dell'energia

Sebbene Leibniz abbia in genere un'idea corretta della quantità di moto, incorre in un errore logico-matematico abbastanza grossolano nella dimostrazione seguente:

Prima dell'urto



Dopo l'urto



Se un corpo di massa 4 e velocità 1 urta uno fermo di massa 1 e si ferma, che velocità assume il corpo di massa 1?

Non 4, conservando la quantità di moto, ma al massimo 2, perché $E = mv^2$ e l'energia non può aumentare, altrimenti si realizzerebbe il moto perpetuo

Errore : l'ipotesi è impossibile. Un corpo di massa maggiore non può arrestarsi per l'urto con uno più piccolo

5. La scrittura

L'impianto espositivo del *Dynamica de potentia* è affidato a una serie di **propositiones**, gli enunciati, dai quali si sviluppa il procedimento dimostrativo, condotto secondo un criterio di tipo rigorosamente analitico - deduttivo.

Il modello di scrittura scientifica adottato da Leibniz attribuisce una forte attenzione alle strutture formali - spesso di impianto sillogistico - e un deciso rilievo alla sintassi, come espressione del procedimento logico.

6. La verità scientifica

Manca una distinzione fra *evidenza sperimentale* e *deduzione teorica*, come richiederebbe il metodo sperimentale. Si assume implicitamente che il *ragionamento*, condotto senza errori, conduce necessariamente alla *verità*.

Sono indizi significativi di questo approccio:

a) l'uso insistito del verbo *intelligere*, che fonda sul ragionamento (piuttosto che sui dati sperimentali) il valore delle affermazioni proposte;

b) la densa strutturazione del periodo, ricca di connettivi e subordinate, che alterna costantemente le "prove" meccaniche con ipotesi concettuali, spesso articolate in periodi ipotetici:

cfr., ad es., Propositio 4: ***Cum enim post concursum nec progredi possint (sc. globi) (alioqui se penetrarent), nec flectere in latus, cum nulla sit ratio in quam potius partem flecti debeant, nec quiescere, alioqui effectus foret debilior causa, tanta quippe vi perdita, nisi scilicet eam transtulerint in partes, quod est contra hypothesis; regredi igitur debent, et ita quidem, ut in summa sit eadem vis quae ante.***

c) il ricorrere del nesso *nesse est*, che rimanda a un contenuto logico di stampo argomentativo e sillogistico:

cfr: Propositio 5: ***Idem sic quoque ostenditur, quod nesse est in corporibus concurrentibus aliquando mutari velocitates, idque fieret in momento concursus, si corpora essent perfecte rigida.***

7. La lingua

Il latino di Leibniz, a differenza di quello di Galilei e di Newton, è piuttosto involuto e decisamente complesso: le proposizioni sono quasi sempre molto lunghe, dense di subordinate, appesantite spesso da doppie negazioni.

Ricorre anche qualche errore sul piano grammaticale (cfr.: Propositio 12: ... *quod etiam corporum distantiam in partes secat, corporibus ad quos pertinent reciproce proportionales*), ma si può anche pensare a un errore meccanico di trascrizione del manoscritto.

8. Utilizzo didattico

Alla luce di queste considerazioni, risulta interessante, ma problematico, l'utilizzo didattico di questo testo da parte del docente di latino: l'applicazione didattica può sollecitare la comprensione dei rapporti che storicamente hanno legato discipline scientifiche e umanistiche, ma richiede l'impegno a selezionare passi significativi, e a guidarne l'analisi da parte degli studenti.

9. Proposte didattiche

In riferimento a un passo scelto dai docenti di latino e fisica, gli studenti potrebbero essere invitati a:

- a) individuare i termini scientifici e tecnici verificando la loro corrispondenza con l'attuale terminologia scientifica;
- b) tradurre l'enunciato in forma matematica;
- c) evidenziare l'origine e la storia della terminologia scientifica;
- d) tradurre il testo in notazione moderna, controllando con l'aiuto del docente di fisica la correttezza della traduzione.