

PILLOLA 4

LA FORMATTAZIONE OPERATORIA – NEUTRALIZZAZIONE CEREBRALE – DELLO SCIENZIATO D'ALLEVAMENTO (di Eduardo Caianiello)

LA “DEFINIZIONE OPERATORIA” NON É UNA DEFINIZIONE E NON “INDICA COME OPERARE” –

Quanto alla nozione di velocità, tutto quello che trovano i nostri studenti sugli attuali libri di Fisica, adottati nella totalità dei programmi dei paesi in cui si studia questa fisica è questa definizione: «la velocità è *lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato a percorrerlo*». Una definizione che è detta “operatoria” perché “*indica come misurare*”; la scienza essa stessa non essendo che “*determinazione della quantità*” o “*misura*”.

Un'esigenza importante è che le definizioni delle grandezze fisiche siano operatorie, e cioè che indichino esplicitamente o implicitamente come misurare la quantità che è definita. Dire per esempio che la velocità è l'espressione dell'andamento con cui si muove un corpo, non è una definizione operatoria della velocità. Dire invece che la velocità è la distanza percorsa divisa per il tempo, è una definizione operatoria della velocità [M.Alonso, E.J.Finn, *Physique Générale*, Dunod, Paris 2001, vol.I p. 17. Mia trad.]

Questa definizione è *logicamente instabile*, e la sua didattica inculca potenti semi d'instabilità nel sistema cognitivo “allievo”, che è purtroppo obbligato a integrarla ai funtori operatori che essa accompagna, essendo il provvisorio ma necessario supporto per il suo apprendistato come cieco esecutore di calcoli. Vediamo.

Innanzitutto, se «la velocità è *l'espressione dell'andamento al quale un corpo si muove*» non è una definizione operatoria della velocità, «la velocità è *lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato a percorrerlo*» non è una *definizione* :

- in primo luogo, per il senso comune dell'allievo, che così come *sa* che un numero non è una figura geometrica, allo stesso modo *sa* che una velocità non è – non ha *la natura di* – uno spazio;
- in secondo luogo per le effettive pratiche operatorie dell'allievo, perché entro il perimetro dello stesso testo di Fisica in cui essa appare, tale formula è incapace identificare stabilmente il suo oggetto, e dunque di dirigere *effettivamente* (non solo per abitudine meccanizzata e non compresa) le operazioni di calcolo e misura dello scienziato in tal modo allevato.

«La velocità è *lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato a percorrerlo*» è in effetti null'altro che l'enunciazione, in linguaggio naturale, della stringa algebrica $v = s/t$ - in cui lo spazio è “diviso” *dal*, o per il tempo - e dell'equazione dimensionale $[v] = [l] \times [t^{-1}]$: formule intese costituire un “metodo di misura” o delle “indicazioni su “come misurare”

E tuttavia, perché questa enunciazione abbia una qualunque capacità effettivamente *definitoria* – anche solo “operazionale” – è necessario che essa identifichi stabilmente il suo oggetto davanti all'operatore, mentre non è questo il caso.

Consideriamo infatti l'oggetto v , che abbiamo appena definito attraverso la sintesi logico/operatoria $[v = s/t] \times [v \text{ è lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato}]^1$, e collochiamolo all'interno della «definizione operatoria» della «quantità di movimento» p :

La quantità di movimento di una particella è definita come il prodotto della sua massa per la sua velocità. Designandola con p , noi scriviamo : $p = mv$. La quantità di movimento è una nozione fisica molto importante, perché essa combina i due elementi che caratterizzano lo stato dinamico di una particella: la sua massa e la sua velocità. [Ibid. p.144 segg]

All'interno di questa combinazione algebrica di m e v , la «velocità» – e cioè, secondo la nostra stessa definizione operatoria: *la distanza percorsa nell'unità di tempo* – partecipa a una relazione di «scambio»:

Giustificiamo adesso l'introduzione della nozione di quantità di movimento. Si dia una particella di massa m , di velocità v al tempo t , e di velocità v' al tempo t' . La variazione di velocità durante l'intervallo di tempo $\Delta t = t' - t$ è $\Delta v = v' - v$, e la variazione di quantità di movimento è $\Delta p = \Delta(mv) = m(\Delta v)$, perché m è una costante. Se allora abbiamo due particelle di

¹ NB! Senza quella stringa di linguaggio naturale il testo di fisica non potrebbe essere letto né appreso.



massa m_1 e m_2 che interagiscono l'una con l'altra verificando l'equazione $m_1\Delta v_1 = -m_2\Delta v_2$, possiamo anche scrivere $\Delta p_1 = -\Delta p_2$. [...] Si può esprimere questo risultato dicendo che un'interazione produce uno **scambio di quantità di moto**, di modo che la quantità di moto "perduta" da una delle particelle in interazione è uguale a quella "guadagnata" dall'altra particella. [Ibid.]

All'interno di questa relazione di scambio tra le differenti grandezze in questione, noi possiamo far variare tanto la velocità che la massa:

$$\Delta p = \Delta(mv) = m(\Delta v) = v(\Delta m),$$

... e questo, secondo le parole dell'autore «arricchisce» la nozione di velocità:

Che questa quantità di movimento sia una grandezza dinamica più ricca d'informazioni della velocità da sola, si può vederlo grazie a *qualche semplice esperienza*. Per esempio, un camion a pieno carico in movimento è più difficile da frenare o accelerare di un camion vuoto che procede alla stessa velocità, perché la quantità di movimento del camion a pieno carico è più grande. [Ibid.]

Ora questo esempio di «didattica positiva» (dove cioè le *uniche* evidenze di cui si fa uso sono evidenze di polarità +, che indottrinano/formattano, evitando *sempre* che la mente del discente faccia fronte a un conflitto logico – polarità negativa – interno ai contenuti appresi) ottiene in realtà l'effetto di *destabilizzare completamente* il composto cognitivo appena introdotto [$v = s/t$][v è lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato], perché l'esempio dei due camion «arricchisce» la stringa $v = s/t$ di una proprietà che si trova in un *incomponibile conflitto* con l'espressione «la velocità è lo spazio percorso...».

Secondo il complesso simbolico $p = mv$ infatti, un camion di una tonnellata che viaggia a 1km/h, e una granata di un chilo viaggiante a 1000km/h, sono portatori della stessa quantità di movimento $\vec{p} = 1 \times 1000 = 1000 \times 1$. Noi diciamo cioè all'allievo, che possiamo prendere tutto il *movimento* v del proiettile in volo, e trasformarlo in materia m , perché una tonnellata estremamente lenta di questa stessa materia – un camion che ci mette un'ora per percorrere un chilometro – è tuttavia dotata dello *stesso movimento* che anima quel proiettile ultrarapido.

Ora quest'affermazione confligge *naturalmente* con l'intuizione diretta di qualunque uomo, e dunque di qualunque studente di fisica, che di fronte a un grosso e lentissimo camion dirà che il camion "si muove appena" o "a stento" etc., sicché l'affermazione che "nel" camion c'è altrettanto "movimento" che nella granata superevelece o verrà presa come semplice dettame scolastico e formula di calcolo, o necessiterà di una spiegazione, e cioè di una dimostrazione sperimentale, la quale è l'esatto opposto *modale e polare* di una «semplice esperienza» à la Alonso-Fynn. Una simile dimostrazione sperimentale, infatti, non solo costringe all'ammissione di *esistenza* di un fatto mai notato prima (modalità categorica della necessità), ma tale fatto è *puramente negativo*, perché è in diretto contrasto con qualunque «semplice esperienza» che l'allievo possa immaginare.

Si tratta dunque di dimostrare al nostro allievo perplesso – se abbiamo la grande fortuna di trovare un allievo che ha ancora il coraggio e il tempo di essere e dirsi *perplesso*, e cioè in *stato di transizione* cognitiva – che la *massa* di un corpo può in quanto tale essere portatrice di un "movimento" che un altro corpo compie effettivamente davanti a noi nello spazio circostante: in dieci secondi, il proiettile copre più o meno 2500 *metri*, mentre questo grosso e pesantissimo camion ne percorre 2 e mezzo. Se noi affermiamo che "nella" massa del camion *ci sono* i 2.497,5 metri del **moto** che il camion non ha compiuto, dovremo dimostrare *in generale* la possibilità della presenza di un movimento [=una velocità] all'interno di un corpo che non la realizza nello spazio esterno. Ora questo è A) in contrasto logico diretto con la nostra definizione operatoria «la velocità è lo spazio percorso ...»; B) in contrasto operatorio diretto con la possibilità di trasformare questa scorretta definizione in una pratica di misura, perché per misurare una distanza occorre appunto la distanza da misurare, mentre nel nostro caso i 2.497,5 metri di moto massificato non identificano una distanza [l] ma appunto una massa [m]. C) In contrasto ermeneutico diretto col senso comune del termine "movimento".

LA SCIENZA NON È MISURA – Ora, per poter rispondere allo studente perplesso di fronte a questa massa di contrasti cognitivi, noi dobbiamo innanzitutto abbandonare la nostra "definizione", per costruire una *sperimentazione* che ci metta davanti alla semplice *presenza* – al fatto bruto – di un corpo realmente esistente e dotato di una "velocità", ma in assenza di una distanza percorsa. L'Alonso-Fynn, tuttavia, da buon manuale d'allevamento, non fa che *accennare* al contesto sperimentale in cui questa prima operazione *esistenziale* ("si dà in effetti nella realtà un quantum di moto in assenza di spazio percorso") è stata realizzata:



È lo scienziato olandese Christian Huygens (1629-1695) che per primo scoprì questo principio della conservazione della quantità di moto, dopo aver analizzato delle collisioni tra sfere. [Ibid.p.146]

Se gli autori descrivessero *effettivamente* le esperienze di Huygens che hanno *sperimentalmente obbligato* la nuova Meccanica a introdurre inserire v nel complesso mv , ne verrebbe un corso di questo tipo:

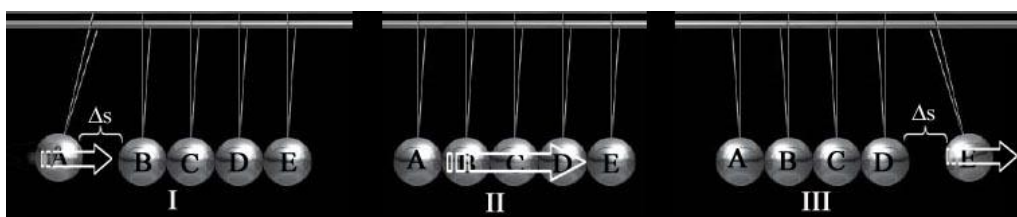
1) (I) Consideriamo la sfera A, dotata di un certo movimento, e la sfera B in quiete. (II) La sfera A urta la B e in conseguenza di questo fatto, (III) il movimento di cui la sfera A è portatrice, passa¹ alla sfera B che dunque percorre la distanza Δs



Questa esperienza traduce molto bene la tua [parliamo all'allievo] credenza immediata sul movimento e i corpi in movimento: un corpo è dotato di una certa velocità – questo movimento è in questo corpo – se questo corpo si muove, e cioè se percorre questo spazio Δs durante questo tempo Δt . Noi diciamo allora : il corpo A [massa m] è dotato del movimento p [mv] – e cioè si muove – , e questo movimento p passa al corpo B, che si muove di conseguenza. D'accordo? – D'accordo.”

Fin qui il nostro allievo capisce perfettamente, e dunque *resta* perplesso, e in attenta attesa (suspense!) perché gli abbiamo appena detto che questo movimento può essere presente anche se il corpo non si muove.

2) “Disponiamo allora i corpi A e B nella successione ABCDE:



Allo stesso modo che nel caso 1)(II), in 2)(II) A urta B, ma né B, né C, né D si muovono, mentre (III) si muove la E, allo stesso modo in cui in 1)(III) si era mossa la B, percorrendo la distanza Δs . – Va bene? – Ok.

Lo stato di transizione cognitiva dell'allievo comincia ad essere energetizzato dalla presenza intuita di una carica cognitiva *negativa*: l'allievo si incuriosisce e comincia ad animarsi.

Se dunque noi abbiamo affermato in 1) che il movimento= velocità era passato da A a B grazie al contatto in II, siamo costretti a dire la stessa cosa adesso, e cioè che in II il movimento di A passa - e dunque è - in B (e cioè B è in movimento) senza che tuttavia B percorra alcuna distanza nello spazio.”

“... ”
 “Dunque, in 2)-II, la massa di B è portatrice in quanto tale dello stesso movimento che il corpo E effettivamente compie in III davanti ai nostri occhi, percorrendo la distanza di spazio Δs . – “!!!”

Notiamo dunque che, come detto, per poter rispondere allo studente perplesso di fronte a questa massa di contrasti cognitivi, noi dobbiamo innanzitutto abbandonare la nostra “definizione operatoria”, per costruire una *sperimentazione* che ci metta davanti alla semplice presenza di una “velocità” in assenza di una distanza percorsa. Se lo facciamo – se in effetti abbandoniamo questa limitante definizione – noi abbiamo in effetti *giustificato* l'introduzione di una nuova nozione attraverso un

¹ EVIDENTEMENTE, la nozione stessa – cui purtuttavia ci obbliga quest'esperienza – di un movimento che, esso stesso « passa » da A a B, e cioè *si muove* nello spazio, è IMMENSAMENTE enigmatica, come TUTTO il tessuto di nozioni/entità che popolano il mondo della scienza vera, e cioè di QUESTA STESSA scienza come pratica di elevazione dell'uomo che, a questo *solo* fine, l'ha inventata.

procedimento logico di *identificazione* della *realtà* che le corrisponde, e in nessun caso potremo dire di aver “quantificato” o “misurato” una qualunque cosa, perché è innanzitutto necessario che qualcosa *esista*, perché possiamo sottoporla a una qualunque operazione di misura, soprattutto se in contrasto flagrante con gli strumenti (qui, il metro) di cui disponiamo. Soltanto un fatto *luminosamente esistente nonostante* la sua enigmaticità può permettere che un uomo misuri *col metro* il movimento di una sfera *immobile* senza sentirsi un idiota imbavagliato (“zitto e calcola”).

Il nostro allievo perplesso è adesso... **ancora più perplesso!**... ma almeno ha capito che le dimensioni della scienza appartengono a un mondo che non è quello del senso comune, e che la sua mente deve essere educata a muoversi, altrimenti resterà per sempre un asino in messo ai suoni. È in questo punto che potrebbe cominciare *il tempo della scienza* che eleva piuttosto che allevare.

LA FORMATTAZIONE A OPERARE - Ora questo tipo di corso non ha evidentemente *mai* luogo, nei manuali d'allevamento. Avviene invece una pratica insistita e incessante di completa destabilizzazione (neutralizzazione) cognitiva degli allievi/studenti, in nome di una “definizione operatoria” che in realtà non è che una *formattazione* della mente/cervello di chi se la vede infliggere.

Torniamo infatti alla «definizione operatoria» che accompagna la nostra equazione dimensionale della velocità (un *ritorno* che negli attuali testi d'allevamento non avviene *mai*):

$$I) \quad [v] = [l] \times [t^{-1}] \equiv [v \text{ è lo spazio percorso diviso per il tempo impiegato}]$$

«Arricchiamo» adesso la nozione $[v]$ così definita, introducendola nell'equazione dimensionale della quantità di moto:

$$II) \quad [p] = [m] \times [v] \equiv \Delta p = \Delta(mv) = v(\Delta m) = m(\Delta v)$$

Ora, nella II) la nozione di “velocità” non si limita a venire «arricchita»: essa ha semplicemente *cessato* di poter essere uno «spazio percorso», perché dato $p=mv$, v continua ad avere un senso e un'esistenza anche nel caso di un corpo perfettamente immobile.

Ciononostante, la «definizione operatoria» con cui v è stata introdotta – e cioè l'identificazione logica dell'entità sperimentale v , che ci permette di determinarne il valore delle sue variazioni – *non subirà più*, nel corso di questo testo, né di alcun altro testo, *alcuna* modificazione effettiva e conseguente, anche se così formulata essa non può dirigere alcuna operazione concreta di misura, in tutti quei casi in cui la «distanza percorsa» si sia trasformata in una massa in quiete.

Questo cosa comporta? Comporta – con il linguaggio della sistemica – che abbiamo appena fatto dell'allievo perplesso un sistema cognitivo instabile, perché da un lato l'interiorità della sua mente non cesserà di oscillare tra le due nozioni *incomponibili*, ma anche *inseparabili*, di *velocità/distanza* e *velocità/massa*, mentre i suoi esteriori comportamenti operatori (compiti in classe, esami universitari, concorsi etc. etc. etc.) si tradurranno necessariamente in una meccanica messa in sequenza di grafemi “convenzionali” *nel solo senso* di oscuri e non compresi.

In tal modo, ciò che viene *lasciato indietro* da un testo così organizzato, è la *coesione mentale* dell'allievo che apprende. Se a questo punto, data questa condizione della sua mente, si esercita sulla soggettività dell'allievo una pressione sociale (brutto voto, carriera compromessa...) e cioè *mentale*, per spingerlo a usare la sua strumentazione operatoria così confezionata, non si farà che aumentare il potenziale di destabilizzazione cognitiva di cui essa è già portatrice, generando comportamenti di compensazione volti a garantire *una qualunque* praticabile stabilizzazione del sistema.

Evitare accuratamente – così come si fa al presente – **la polarità negativa dell'evidenza scientifica**, proponendo nei testi un seguito ininterrotto di «semplici esperienze» e «comode convenzioni», crea necessariamente dei *danni gravi* alla circuitazione del nostro hardware mentale, e cioè del nostro *cervello*.

