

## VARIAZIONI SUL TEMPO autori vari

### Il problema filosofico

Malgrado le obiezioni di Leibniz e Huygens nel XIX secolo s'impongono le nozioni newtoniane di spazio e tempo (tempo lineare e continuo, spazio assoluto a tre dimensioni euclidee) prima fra i fisici, poi tra gli scienziati e infine tra i filosofi. La diffusione di queste idee fu favorita dal crescere della potenza industriale e commerciale del Regno Unito.

Secondo Leibniz lo spazio non può coincidere con la natura dei corpi, come voleva Cartesio, e meno che mai può essere *sensorium dei* come voleva Newton, o addirittura proprietà assoluta di Dio come voleva il newtoniano Clarke. Lo spazio diventa per Leibniz un fenomeno, ossia un modo di apparire a noi della realtà, anche se non si tratta di mera illusione, bensì di *phaenomenon bene fundatum*

. Lo spazio altro non è che l'ordine delle cose che coesistono nello stesso tempo, quindi qualcosa che nasce dalla relazione delle cose fra loro. Non è dunque una entità o proprietà ontologica delle cose, ma una risultanza del rapporto che noi cogliamo fra le cose stesse.

Pertanto è fenomeno

*bene fundatum*

perché si basa su effettive relazioni fra le cose; ma è fenomeno perché non è di per sé ente reale. In conclusione: lo spazio è un modo di apparire soggettivo delle cose, pur con fondamento oggettivo (le relazioni fra le cose).

Analoghe conclusioni Leibniz trae altresì per il tempo, che diventa una sorta di *ens rationis* esattamente come lo spazio. Il tempo non è una realtà sussistente, quasi come uno scorrere ontologico, un fluire reale, regolare e omogeneo, ma è un fenomeno, esso pure

*bene fundatum*

. Come lo spazio è una risultanza fenomenica che scaturisce dal rapporto di coesistenza delle

cose, così il «tempo» è la risultanza fenomenica che scaturisce dalla successione delle cose. Il fondamento oggettivo del tempo sta nel fatto che le cose preesistono, coesistono, postesistono, ossia si succedono. Da questo noi ricaviamo l'idea di tempo. Anche la considerazione del tempo come entità assoluta è un «idolo» in senso baconiano che va come tale spazzato via. In breve, spazio e tempo non sono realtà a sé stanti, ma fenomeni conseguenti all'esistenza di altre realtà. Ecco la definizione più concisa che Leibniz ne ha dato:

«Lo spazio è l'ordine che rende i corpi situabili, e mediante il quale essi, esistendo insieme, hanno una posizione relativa tra loro; allo stesso modo che il tempo è un ordine analogo, in rapporto alla loro posizione successiva. Ma se non esistessero creature, lo spazio e il tempo non sarebbero che nelle idee di Dio» 1.

È questa una tappa molto importante nella discussione circa la natura fenomenica dello spazio e del tempo; anzi è addirittura una tappa indispensabile per comprendere la successiva «rivoluzione» compiuta da Kant.

## **Gli a priori della conoscenza**

Malgrado sia vissuto nel XVIII secolo [Immanuel Kant](#) trascende gli orizzonti dell'Illuminismo per protendersi nel Romanticismo. Intorno al 1750, nel periodo dei suoi primi interessi filosofico-scientifici, le sue posizioni sono vicine a quelle di Leibniz. Successivamente, nel periodo 1765-1770, sarà sedotto dall'opera di Newton. Questa sua prima fase speculativa è chiamata «precritica» perché precede il periodo degli scritti «critici»; negli scritti precritici egli oscillava fra l'empirismo e il razionalismo senza individuare nuove linee da seguire, in quelli critici invece giungerà a grandi e originali scoperte teoretiche. Kant disse di aver avuto una «grande luce» nel 1769 che lo portò a quella che chiamerà la sua «rivoluzione copernicana». Sotto questa nuova luce 'spazio' e 'tempo' non sono, come ritenevano i newtoniani, proprietà delle cose, ossia realtà ontologiche, e neanche semplici rapporti fra corpi, come credeva Leibniz: essi sono le forme strutturali della sensibilità. Spazio e tempo vengono così a configurarsi, invece che come modi di essere delle cose, come modi con cui il soggetto coglie sensibilmente le cose. Non è il soggetto che si adegua all'oggetto nel conoscerlo, ma viceversa è l'oggetto che si adegua al soggetto. Spazio e tempo sono concetti intuitivi, innati, il filosofo li nomina intuizioni trascendentali, categorie a priori della sensibilità. Questo spazio è euclideo e il tempo è lineare e continuo, essi non sono frutto dell'esperienza o della storia culturale ma sono

le condizioni necessarie per 'fare esperienza di qualcosa. Da questo punto di vista non è più possibile determinare la verità dello spazio e del tempo assoluti, in quanto aprioristici spazio e tempo sono le condizioni stesse dell'esperienza sensibile e dunque della loro stessa determinazione attraverso l'esperimento. È questa una deificazione animale dello spazio e del tempo occidentale, estranea allo spirito di Newton, ma la concezione kantiana avrà successo tra i fisici che vedranno giustificata la posizione di preminenza che essi danno ai fenomeni spazio-temporali. Le tesi di Kant prevarranno nel corso del XIX e XX secolo, provocando in modo paradossale, nella fisica di questi due secoli, il disinteresse per il 'tempo', che verrà considerato solo come quadro in cui si svolgono i fenomeni.

### **Equivalenza tra passato e futuro**

A metà dell'Ottocento gli studi di termodinamica tarleranno la solida e massiccia certezza della concezione fisica del tempo come 'quadro in cui si svolgono i fenomeni'. Lo studio del calore dimostra che in un sistema chiuso v'è degradazione d'energia e disordine che aumenta spontaneamente, la parte d'energia che si perde col calore non è recuperabile sotto altra forma (vedi [La freccia del tempo](#)). Il secondo principio della termodinamica è la legge che dice che le cose si consumano; un altro modo per esprimere questo principio è che il calore non può passare spontaneamente da un oggetto freddo a uno più caldo: se mettiamo un cubetto di ghiaccio in una tazza di acqua tiepida, il ghiaccio si scioglie assorbendo calore dall'acqua, cosicché alla fine avremo una tazza d'acqua leggermente più fredda di quanto non fosse all'inizio. Non vedremo mai formarsi spontaneamente cubetti di ghiaccio in tazze d'acqua, cosa che implicherebbe il passaggio di calore dal ghiaccio al liquido più caldo. Possiamo formare cubetti di ghiaccio (per esempio in un frigorifero domestico) solo usando energia per estrarre calore dall'acqua. Un altro aspetto del secondo principio è che una casa abbandonata per molto tempo cade in rovina per effetto dell'erosione meteorologica, e che una pila di mattoni lasciata a sé non assumerà mai spontaneamente l'aspetto di una casa.

libro

*he Nature of the Physical World*

, Arthur Eddington scrisse:

Nel

T

«Il secondo principio della termodinamica detiene, secondo me, la posizione suprema fra le leggi della natura. Se qualcuno ti dice che la tua teoria preferita dell'universo è in disaccordo con le equazioni di Maxwell, tanto peggio per le equazioni di Maxwell. Se essa è contraddetta dall'osservazione, si può rispondere che a volte gli sperimentatori fanno dei pasticci. Ma se si trova che la tua teoria contraddice il secondo principio della termodinamica, puoi rinunciare a

ogni speranza; in tal caso non c'è nulla che possa salvarla dal crollo più ignominioso».

In realtà i principi della termodinamica sono tre, e sono stati scherzosamente parafrasati come un compendio della vita e dell'universo. Secondo questa parafrasi essi dicono: 1) non puoi vincere; 2) non puoi neppure pareggiare; 3) e nemmeno puoi ritirarti dalla partita.

Lo spirito romantico, che privilegia l'energia alla forza, scopre il principio del disordine crescente, della gerarchia delle energie. Come la maggior parte dei fisici, Engels liquiderà questi principi sostenendo la concezione dell'Universo infinito e non banalmente chiuso.

### **L'irreversibilità e il progresso evolutivo**

Negli anni in cui nasce la termodinamica si rafforza e si definisce un'idea di progresso nata, o meglio ripresa, già nel Settecento e diffusasi poi nell'Ottocento industriale. Lamarck prima e Spencer dopo formuleranno le leggi di evoluzione della materia vivente.

Secondo Herbert Spencer (1820-1903) l'evoluzione dell'universo è un processo necessario. Il punto di partenza dell'evoluzione è l'omogeneità, che è uno stato instabile. E «in tutti i casi troviamo un progresso verso l'equilibrio» 2. Per quel che riguarda l'uomo, «l'evoluzione può terminare [...] solo con lo stabilirsi della più grande perfezione e della più completa felicità» 3. Certo, condizioni di equilibrio possono non durare, venir meno e distruggersi; ma anche la condizione di caos e di dissoluzione non può essere definitiva, giacché da essa inizia un nuovo processo di evoluzione. Dunque l'universo progredisce verso il meglio. Qui sta l'ottimismo del Positivismo evolucionistico di Spencer.

Spencer offre una visione metafisica dell'evoluzionismo. Ma egli ha inteso anche specificare la sua teoria in vari e precisi ambiti. In riferimento alla biologia, Spencer sostiene che la vita consiste nell'adattamento degli organismi all'ambiente che di continuo, mutando, li sfida. Gli organismi rispondono a questa sfida differenziando i loro organi. È così che Spencer riconosce il principio di Lamarck secondo cui la funzione, cioè il prolungato esercizio di una specifica

reazione del vivente, precede e lentamente produce la determinazione degli organi. Una volta poi che l'ambiente ha agito sul vivente producendo strutture e organi differenziati, la selezione naturale – su cui Spencer la pensa come Darwin – favorisce la sopravvivenza del più adatto. Sulla questione della derivazione della vita organica da quella inorganica, Spencer è incline a ritenere che la vita organica abbia inizio da una massa che, sebbene indifferenziata, possiede tuttavia la capacità di organizzarsi.

Si tratta di un'evoluzione necessaria, si chiama infatti legge dell'evoluzione che segue il tempo lineare e da a quest'ultimo una sorta di consistenza ontologica. Il tempo spinge l'evoluzione perché è irreversibile nel senso opposto a quello della termodinamica. Il secondo principio della termodinamica non permette di capire cos'è la morte, a farlo è il principio d'evoluzione.

Nel 1859 venne pubblicato *L'origine della specie per selezione naturale* di Charles Darwin. La teoria dell'evoluzione rappresentò nel secolo scorso un fenomeno analogo a quanto già qualche secolo innanzi accadde in astronomia con Copernico: una vera e propria rivoluzione scientifica, feconda di grandi sviluppi e non solo nel campo della biologia. Con l'evoluzionismo scompare l'immagine millenaria dell'uomo; immagine incarnata nella teoria fissista che parlava di specie fisse e immutabili esistenti fin dalla loro creazione. E se con Copernico la rivoluzione astronomica risistemava l'ordine spaziale e da alla Terra e all'uomo un posto ben diverso da quello di prima, con Darwin la rivoluzione biologica risistemava l'ordine temporale dell'uomo.

Darwin stesso classificò le prove della teoria evolutiva in cinque principali tipi:

- prove tratte dall'ereditarietà e dall'allevamento, con particolare considerazione delle variazioni dovute all'addomesticamento;
- prove provenienti dalla distribuzione geografica;
- prove provenienti dalle testimonianze fossili;

- prove tratte dalla «affinità reciproca tra gli esseri viventi»;
- prove provenienti dall'embriologia e dagli organi rudimentali.

Verso la conclusione de *L'origine della specie* Darwin fa presente che autori di altissima levatura sembrano perfettamente soddisfatti dell'opinione che ciascuna specie sia stata creata indipendentemente. Però, egli aggiunge, «per la mia mentalità meglio si accorda con quanto conosciamo delle leggi impresse sulla materia dal Creatore il concetto che la produzione e l'estinzione degli abitanti passati ed attuali del mondo siano derivate da cause seconde, simili a quelle che determinano la morte e la nascita dell'individuo. Quando concepisco tutti gli esseri non come creazioni speciali, bensì come discendenti diretti di alcuni, poco numerosi, esseri vissuti molto tempo prima che si depositassero i primi strati del sistema siluriano, mi sembra che ne escano nobilitati» 4 .

Ma quali sono «le leggi impresse sulla materia» di cui Darwin parla? Queste leggi, egli risponde, «prese in senso generale, sono lo sviluppo con riproduzione, la variabilità legata all'azione indiretta e diretta delle condizioni di vita e dell'uso e non uso, un ritmo di incremento numerico talmente alto da portare alla lotta per la vita e conseguentemente alla selezione naturale, che a sua volta comporta la divergenza dei caratteri e l'estinzione delle forme meno perfezionate. Dunque dalla guerra della natura, dalla carestia e dalla morte, nasce la cosa più alta che si possa immaginare: la produzione degli animali più elevati. Vi è qualcosa di grandioso in questa concezione della vita con le sue molte capacità, che inizialmente fu data a poche forme o ad una sola e che, mentre il pianeta seguita a girare secondo la legge immutabile della gravità, si è evoluta e si evolve, partendo da inizi così semplici, fino a creare infinite forme estremamente belle e meravigliose» 5 .

Sul piano religioso la spiegazione per via evolutiva della nascita dell'uomo fu considerata incompatibile con la teologia della creazione determinando uno scontro fra fede e scienza paragonabile solo a quello che nel XVI secolo seguì alla rivoluzione copernicana. Tuttavia lo scandalo suscitato dalla riduzione dell'uomo ad animale sembra compensato dallo stesso principio d'evoluzione che pone l'uomo alla sommità della scala evolutiva. L'idea di Darwin e quella di Spencer sono differenti ma inizialmente questo scarto non venne compreso. Secondo Darwin infatti l'evoluzione si sviluppa attraverso i meccanismi delle variazioni e delle selezioni naturali e non ubbidisce a una legge universale. È una storia evolutiva aleatoria e non necessaria, in ogni momento si producono avvenimenti che sarebbero potuti non accadere. Secondo Darwin, se è vero che tutto ciò ha messo capo all'uomo e anche vero che il risultato

non era per niente certo.

### **La critica dello spazio euclideo**

La scoperta delle geometrie non euclidee è stata una delle più grandi conquiste intellettuali dell'Ottocento cui giunsero, indipendentemente l'uno dall'altro, l'ungherese Janos Bolyai (1802-1860), il russo Nicolai Ivanovic Lobacevskij (1793-1856) e il tedesco Bernhard Riemann (1826-1866). Il problema riguardava l'ultimo dei cinque postulati assunti da Euclide come base del suo sistema deduttivo, secondo il quale per un punto  $P$  posto al di fuori di una retta  $r$  passa una e una sola parallela alla retta data. Per più di duemilacinquecento anni questa affermazione fu considerata nel contempo vera (una descrizione dell'effettiva realtà) e indimostrabile (perché troppo evidente, da accettare per intuizione). Per conseguenza il sistema di Euclide, con i 450 teoremi (compreso quello di Pitagora) che derivano per necessità logica dai cinque postulati, venne assunto come l'unica geometria possibile. La grande scoperta dei teorici del secolo scorso fu che è possibile costruire sistemi geometrici diversi, basati su un quinto postulato diverso da quello euclideo. L'effetto di queste nuove impostazioni è una modifica del concetto di piano, il luogo in cui si dispongono le figure geometriche, che Euclide presupponeva sempre rettilineo e infinito.

Lobacevskij costruì una geometria iperbolica, basata sul postulato che più rette passanti per  $P$  possono essere parallele alla retta

$r$

. L'universo descritto da questa geometria non è facilmente rappresentabile per l'immaginazione umana e ha preso il nome di 'mondo a sella' per la conformazione assunta dal piano. Riemann partì invece dal postulato opposto (non esiste neppure una sola retta passante per

$P$

e parallela a

$r$

), scoprendo così la possibilità di costruire una geometria ellittica che descrive un mondo in cui il piano geometrico si avvolge su se stesso fino a raggiungere la sfericità.

Gli enunciati di queste geometrie sono inusuali: per esempio nel mondo sferico di Riemann la somma degli angoli interni di un triangolo è sempre superiore a  $180^\circ$ ; al contrario in quello 'a sella' è sempre inferiore a  $180^\circ$ . Il risultato tuttavia (ed è l'unica cosa che importa in campo geometrico) gode di altrettanta coerenza del sistema di Euclide: sviluppando queste geometrie (ricche e complesse quanto quella euclidea) non si arriva mai a un paradosso o a situazioni indefinibili (due proposizioni contrarie ed entrambe dimostrate). Non solo: alcuni di questi nuovi sistemi possono essere usati per 'geometrizzare' determinati aspetti della realtà naturale. Se si ragiona in termini planetari, per esempio programmando le orbite di una nave spaziale attorno alla Terra, ci si pone in un mondo ellittico descritto da Riemann, in cui la distanza più breve fra due punti è una geodetica, una linea curva (di questo tipo è la geometria utilizzata da Einstein nei calcoli astronomici della relatività).

La scoperta delle nuove geometrie non implica la falsità di quella euclidea, che rimane valida ma relativizzata, applicabile solo nel caso di piani 'rettilinei' e per piccoli spazi terrestri, a misura d'uomo.

Con la loro nascita, in seno alla comunità dei matematici, le geometrie non euclidee abolirono il dogma della verità assoluta della geometria euclidea. In sostanza, l'apparizione delle geometrie non-euclidee assestò un colpo decisivo alla fiducia ingenua nell'intuizione con la sua pretesa di fondare assiomi e postulati e quindi di giustificare l'intero edificio della geometria. Con la scoperta delle geometrie non euclidee, venne meno l'idea di assiomi veri di per sé, indubitabili ed autoevidenti. Fu così che gli assiomi, da principi fondati e fondanti tutto l'insieme dei teoremi, si tramutarono in cominciamenti o punti di partenza della dimostrazione.

Da questo punto centrale scaturisce la distinzione tra geometria matematica e geometria fisica: la prima sviluppa i suoi teoremi a partire da premesse il cui rapporto con gli oggetti del mondo diviene irrilevante, mentre la seconda si configura come una branca della fisica e cerca di



descrivere e razionalizzare ambiti dell'esperienza sensibile, in particolare quello dell'esperienza spaziale.

La geometria non euclidea non si occupa dello spazio fisico ma di quello geometrico, con la sfida di poggiare su fondamenti logici altrettanto saldi come quelli euclidei. Nel 1820 Gauss e nel 1830 Lobacevskij si interrogarono sulla natura dello spazio curvo e successivamente cercarono di stabilire se lo spazio fisico fosse euclideo o non euclideo. Essi conclusero che è possibile che esista lo spazio curvo ma che quello reale è euclideo. Furono conclusioni premature attenuate però in Gauss dalla consapevolezza della difficoltà di simili misure. Pochi anni dopo Bernhard Riemann intravide le conseguenze fisiche di uno spazio non euclideo, ma il matematico venne isolato dall'ambiente kantiano, allora egemone nella comunità scientifica. Sarà Einstein, nel 1905 a riprendere queste idee.

## Note

1. Reale Giovanni, Antiseri Dario, *La filosofia nel suo sviluppo storico* vol. II, Brescia, La Scuola, 1996.
2. Reale Giovanni, Antiseri Dario, *Storia della filosofia* vol. III.
3. Cfr. nota 1.
4. Darwin Charles, *L'origine della specie per selezione naturale* .
5. Cfr. nota 4.

da Variazioni sul Tempo (Università della Calabria)