

FISICA. La rivoluzione della relatività in due saggi di Enrico Bellone e Massimo Pauri

Albert Einstein ha davvero ucciso il tempo?

La realtà dello spazio e del tempo, l'illusione del divenire. Due recenti saggi di Enrico Bellone, fisico e storico della fisica, e di Massimo Pauri, fisico e filosofo della scienza, ripropongono, con eguale rigore ma da posizioni diverse, un dibattito antico eppure attuale. Il tempo e lo spazio della fisica si sono allontanati dal senso comune, hanno perso la loro oggettività e negano il divenire del mondo. Anche la filosofia deve prenderne atto. Ma come?

PIETRO GRECO

«Il mondo non diviene: il mondo è, e basta». Per Enrico Bellone, fisico e storico della fisica in Padova, è lì, nella maestosa costruzione matematica della teoria generale della relatività, ben oltre l'orlo osservativo del linguaggio e del senso comune, che dal mondo scompare il divenire e, quindi, si esauriscono le sue filosofie.

«Il mondo diviene, ma il fisico non può saperlo». Per Massimo Pauri, fisico teorico e filosofo della scienza a Parma e a Pittsburgh, è lì, nella pluralità oggettiva dei soggetti coscienti, ben oltre i domini dei formalismi matematici (attuali), che si svela la realtà temporale inerente al mondo e, quindi, il suo divenire.

Due recenti saggi, al massimo livello forse possibile oggi in Italia, riaprono il vecchio dibattito, filosofico e scientifico, della realtà del tempo e del divenire. Il primo saggio, quello di Enrico Bellone, è il libro *Spazio e tempo nella nuova scienza* uscito per i tipi della Nuova Italia Scientifica. Il secondo saggio, quello di Massimo Pauri, è una monografia su *Spazio e Tempo* scritta per il Dizionario delle Scienze Fisiche che sta uscendo a cura dell'Istituto Treccani.

I due studiosi, accomunati da solide letture e da fermo rigore, dopo percorsi non sempre divergenti, approdano a conclusioni, filosofiche, affatto diverse. E ci offrono, quindi, la migliore delle occasioni per riflettere e costruire con buoni mattoni la nostra opinione sui diversi e contraddittori aspetti di una storia culturale ricca e decisiva: la storia dello spazio e del tempo. Ricca e decisiva sia perché, come sostiene Bellone, questa storia è tout court la storia della fisica. Sia perché, come sostiene Pauri, spazio e tempo hanno sempre avuto nelle ricerche della filosofia (e della filosofia naturale) il ruolo decisivo di principio di individuazione del reale.

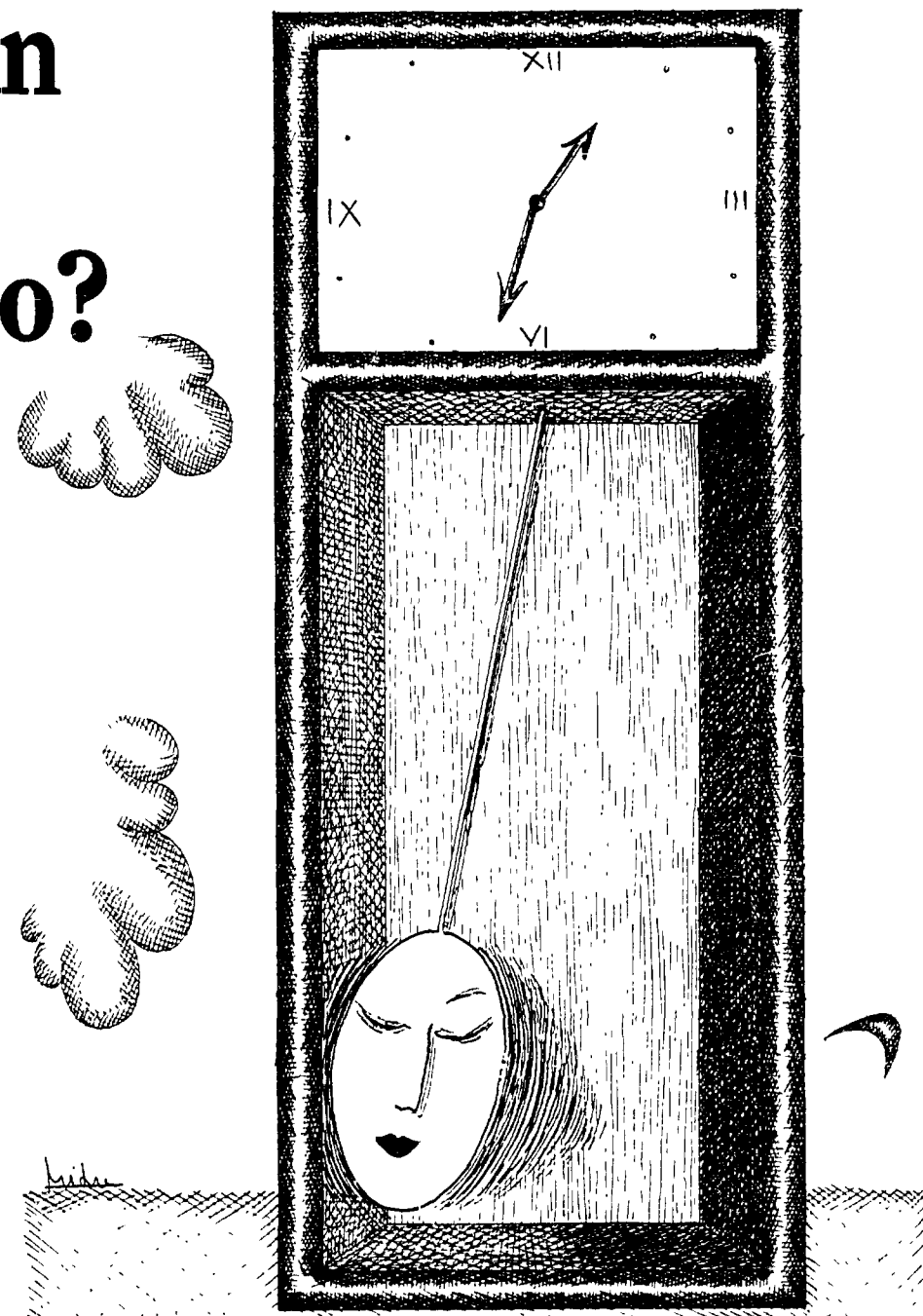
Massimo Pauri ed Enrico Bellone concordano: è la nascita, con Galileo, della nuova scienza che segna il distacco tra spazio e tempo del senso comune e spazio e tempo come costruzione scientifica. Si tratta di un passaggio epocale, perché, come ricorda Pauri, con la costruzione dell'oggetto scientifico la nuova strategia di conoscenza sospende ogni soggettività

esperiente. Overo, come ricorda Bellone, non è più la percezione, e non sono neppure le *sensate esperienze*, ma è la matematica a (dover) fungere da guida nel cercare le leggi che governano il mondo.

Iniziano così la costruzione matematica e la decostruzione percettiva dello spazio e del tempo. Nulla però di veramente risolutivo, almeno fino ad Einstein. Perché è vero che già Galileo descrive un tempo *uniforme* e uno spazio *omogeneo* e *isotropo*, ben lontani dal senso comune. Un tempo che, contro ogni percezione, inizia a non distinguere più tra passato e futuro. Ed uno spazio *controintuitivo* dove non è possibile effettuare esperimenti di meccanica per distinguere uno stato di assoluta quiete da uno stato di moto rettilineo uniforme. È vero persino che in questo spazio galileiano non solo non vi sono osservatori privilegiati, ma a ben vedere, come sostiene Bellone, l'osservatore stesso diventa superfluo. Ma è anche vero che è solo dopo tre secoli, con Einstein, che si verifica quella brusca e definitiva accelerazione che Pauri definisce la «continua degradazione dello status ontologico» del tempo e dello spazio e che Bellone individua come il progressivo allontanamento dall'orlo osservativo del linguaggio dei parlanti.

È Isaac Newton, a ben vedere, colui che rallenta, per un secolo e forse più, la divergenza definitiva tra lo spazio e il tempo del pensiero matematico e lo spazio ed il tempo della percezione immediata (sensazione) o anche di quella percezione mediata che Kant chiamerà intuizione. Perché è vero che con l'elaborazione delle leggi di gravitazione universale Newton determina, come sostiene Pauri, la prima grande concretizzazione dei concetti scientifici di spazio e di tempo. Ma è anche vero che questa risulta «una sintesi straordinaria del sostanzialismo materialistico di derivazione atomistica e dell'intuizione metafisica dello spazio e del tempo della tradizione spiritualistica». Una sintesi nuova, dunque, ma di concetti per nulla estranei alla storia del pensiero.

In breve. L'universo di Newton diviene. Ogni parte si muove pur restando identica a se stessa. E si muove in due contenitori ineffabili, dotati di piena e irriducibile autonomia ontologica, di uniformità, di



Disegno di Mitra Dvshali

indipendenza dinamica rispetto al contenuto, cioè alla materia e al suo moto. Questi due contenitori sono lo spazio e il tempo. Anzi: «il tempo assoluto, vero e matematico, in sé e per sua natura, [che] fluisce uniformemente senza relazione a qualcosa di esterno». E «lo spazio assoluto, per sua natura privo di relazione a qualcosa di esterno, [che] rimane sempre omogeneo e immobile». Questi due maestosi contenitori, ospiti indisturbati di *moti assoluti* della materia, domineranno la meccanica per molto tempo. E tuttavia non sono affatto ben definiti dal grande scienziato inglese, come puntualmente nota Bellone. Probabilmente perché Newton ha qualche difficoltà a tradurli in puri termini matematici. In ogni caso non rendono conto delle proprietà inerziali della materia messe in luce da Galileo. E quindi, anche da un punto di vista squisitamente scientifico, hanno un che di

incompleto.

Non c'è dubbio: è all'inizio del '900, con Albert Einstein, che la fisica consuma il degrado ontologico dello spazio e del tempo e si allontana definitivamente dall'orlo osservativo del linguaggio dei parlanti. La rivoluzione di Einstein è stata preceduta dalla scoperta delle geometrie curve non euclidee da parte di Georg Riemann. Una scoperta decisiva. Perché, come intuì William Clifford, lo spazio tradizionale piatto di Euclide, quello che noi percepiamo e che la meccanica di Newton eleva ad assoluto, diventa solo uno degli spazi possibili. Chi ci assicura che lo spazio del mondo reale abbia davvero la piana geometria euclidea e non una delle tante possibili geometrie curve? Sarà Einstein a tradurre queste astratte intuizioni matematiche in sintesi fisica.

La storia è nota. Nel 1905 pubblica il famoso articolo: «Sull'ele-

trodinamica dei corpi in moto» con cui definisce la teoria della relatività speciale. Non esistono un *qui ed ora* universali. Non esistono orologi in grado di battere le ore del cosmo intero. Lo spazio e il tempo perdono la loro indipendenza e diventano concetti relativi. Mentre solo lo spazio-tempo quadridimensionale conserva un carattere assoluto, almeno nel senso della uniformità e dell'autonomia della materia (spazio-tempo piatto di Minkowski). In questa griglia a quattro dimensioni, veicolo della materia e del campo gravitazionale, come la definisce Bellone, continuano a succedere gli eventi cosmici. Per quanto concettualmente nuovo, l'universo della relatività ristretta è ancora un universo in divenire.

Ma la storia continua. Con la definitiva accelerazione. Nel 1916 Einstein pubblica: «Le equazioni di campo della gravità» con cui dimostra l'eguaglianza tra forze inerziali

e forze gravitazionali, definisce la teoria generale della relatività e spazza via (quasi) ogni traccia residua del tempo e dello spazio assoluti. La rete a quattro dimensioni dello spazio-tempo conserva una sua geometria piatta e una sua indipendenza solo in assenza di materia e di radiazione. Ma si curva, proprio come una rete elastica sotto il peso di un grosso macigno, non appena entra in gioco una qualche forma di materia o di radiazione. La gravità, conclude Einstein, non è altro che una misura della distorsione dello spazio-tempo. Materia e radiazione informano di sé lo spazio-tempo. Anzi, gli spaziotempi. Perché le equazioni di Einstein ammettono diverse soluzioni, ciascuna delle quali definisce uno spazio-tempo distinto. Il degrado ontologico dei concetti di spazio e di tempo è (pressoché) totale.

Il filosofo Hilary Putnam sostiene che ormai non c'è più alcun problema filosofico riguardo alla realtà e al tempo. Tutto è già stato risolto dalla fisica. Se non lo interpretiamo male, Enrico Bellone ritiene che con la teoria generale della relatività sia stato, almeno momentaneamente, risolto il problema fisico dello spazio e del tempo. E che di questa soluzione la filosofia non può che prendere atto.

Massimo Pauri non è d'accordo nel considerare chiuso il problema fisico del tempo e dello spazio ed esaltava la pur maestosa teoria di Einstein. E nel corroborare questa sua convinzione enumera almeno tre ragioni fondamentali. In primo luogo la teoria generale della relatività deve essere considerata, in qualche modo, incompleta. Gli oggetti macroscopici, infatti, trovano solo una collocazione empirica, ma non una collocazione teoricamente autosufficiente all'interno della teoria. Inoltre, come sostenne Stephen Hawking, la teoria contiene al suo interno i germi della propria distruzione. Nell'ambito della relatività generale, infatti, non è possibile evitare le singolarità: vale a dire quei punti dove molti parametri raggiungono dimensione infinita e le leggi della fisica vengono meno. Una teoria esauritiva dello spazio e del tempo deve trovare soluzione a questi problemi aperti.

La seconda ragione riguarda il problema micro-macro e la possibilità di conciliare la teoria generale della relatività con l'altra grande teoria fondamentale della fisica, la meccanica dei quanti. Il degrado ontologico dello stato dello spazio e del tempo non si ferma con la teoria generale della relatività, ma prosegue con lo sviluppo delle teorie quantistiche. Lo spazio-tempo relativistico perde ogni suo residuo rapporto con il linguaggio e l'immaginazione per assumere le forme di una schiuma indeterministica inafferrabile quando i cosmologi quantistici cercano di esaminarlo al livello infinitesimo della scala di Planck. A tutt'oggi manca una teoria dello spazio-tempo micro-fisico. E quindi è l'intero problema dello spazio e del tempo a restare aperto.

C'è, infine, una terza ragione. Forse la più importante. Include in sé la faccenda non risolta della anisotropia o della freccia del tempo. E la dualità cartesiana mente/cervello. Attraverso il dibattito sul libero arbitrio. Per fermarsi di fronte al problema che da Eraclito e Parmenide divide in due il mondo dei filosofi (e dei filosofi naturali): il divenire del mondo che noi soggetti coscienti ravvisiamo è realtà concreta o mera illusione?

(1. continua)

Dimesso il biologo contaminato a Yale

È stato dimesso dall'ospedale il ricercatore dell'università di Yale, Jean Paul Gonzales, rimasto infettato l'otto agosto scorso dal poco conosciuto virus brasiliano *sabia*, che stava studiando. Per tre settimane Gonzales, così come altre cinque persone che lo scienziato aveva frequentato prima di manifestare i sintomi dell'infezione, rimarranno sotto osservazione dei medici della clinica di medicina tropicale di Yale-New Haven. Le autorità sanitarie dell'ospedale si sono affrettate a precisare che Gonzales non è più contagioso. Il virus era stato scoperto a San Paolo tre anni fa quando aveva provocato la morte di una giovane donna, deceduta in seguito a una emorragia interna. Un altro ricercatore brasiliano rimasto infettato era riuscito a guarire.

Cinque parchi per guardare le stelle

Nascono in Italia i «parchi delle stelle». Sono cinque per il momento le aree protette che hanno detto «sì» alla creazione di zone per l'osservazione delle stelle, ormai cancellate dal firmamento urbano a causa dell'inquinamento luminoso. Si tratta del parco dell'Adamo, lo Brenta, del Monte Barro, dell'Argentera, del Gigante, dell'Alto Brenta Bresciano. In tutti questi parchi verrà creato un sentiero notturno di osservazione del cielo. Alcune aree naturali protette, regionali e nazionali, infatti, censite da esperti astronomi e astrofili, potrebbero proteggere il cielo e dimostrare che le stelle brillano ancora. In questo modo anche le nuove generazioni, soprattutto i ragazzi che vivono in città, potranno, secondo l'unione astrofili bresciana, sapere che esiste per esempio, una via lattea, «cancellata» dai lampioni dell'illuminazione pubblica e da altre fonti luminose che bombardano il cielo con un miliardo e mezzo di chiloradianti, secondo stime di Greenpeace. Tra gli altri prescelti ci sono i parchi del Conero, delle Dolomiti d'Ampezzo, dello Stelvio, delle Alpi Apuane, del Pollino, dei Sibillini e dei Lessini.

Un nuovo insetto scoperto in Sicilia

Un nuovo insetto è stato scoperto dai ricercatori nell'oasi naturalistica di «Vendicari», ad una trentina di chilometri da Siracusa. Si tratta, secondo l'anticipazione sul bimestrale dell'Ente Fauna Siciliana «Grifone», di un coleottero della famiglia degli «Staphilini» appartenente al genere «Stenus». La nuova specie è stata individuata dall'entomologo Fernando Angelini di Francavilla Fontana (Brindisi) ed è stata ribattezzata «Stenus Angelini». Il coleottero, secondo le prime informazioni disponibili, è di pochi millimetri di dimensione e si trova negli ambienti umidi, piuttosto caldi e un po' salmastri ed evidenzia affinità con altre specie di «Stenus» individuate in Nord Africa ed Andalusia. La scoperta del nuovo coleottero è avvenuta nel corso della campagna di raccolta dei volontari dell'Ente Fauna Siciliana avviata lo scorso anno e ripresa in questa estate dal 12 giugno al 15 agosto nell'oasi di Vendicari.

Brasile: la palude a rischio

Il progetto di rendere navigabili 3.300 chilometri del fiume Paraguay rischia di far morire il Pantanal, la palude grande come la Francia che rappresenta il maggior santuario faunistico sudamericano. È l'allarme lanciato in questi giorni dal WWF e da altre organizzazioni internazionali ecologiste dopo che i governi di Argentina, Bolivia, Brasile, Paraguay e Uruguay, hanno approvato il primo studio di fattibilità dell'opera. Il fiume Paraguay verrà reso navigabile da Cáceres, in pieno Pantanal brasiliano, fino alla sua immissione nel Paraná. Per fare questo il suo letto verrà dragato e vari bracci verranno chiusi per aumentare la capacità e il volume d'acqua del corso principale. Secondo gli ecologisti questi lavori porteranno ad una diminuzione del flusso del fiume che ogni anno allaga l'immensa palude del Pantanal. Un abbassamento delle acque, calcolato in 26 centimetri circa, potrebbe portare ad un disastro ecologico senza precedenti nell'America meridionale.

IL CASO. Le recenti accuse a sportivi famosi ripropongono il problema dell'uso di sostanze eccitanti nello sport

Le piccole droghe quotidiane degli atleti sconosciuti

Pare proprio che scienza e sport non vadano molto d'accordo. Soprattutto nel campo del doping. Dove le analisi ordinate ed attuate dalle autorità sportive non seguono sempre percorsi scientifici corretti. La lista delle sostanze «dopanti», per esempio, e dei loro metaboliti che fa «testo» nello sport è largamente incompleta. Il problema degli atleti di fama. E quello dei tanti praticanti di base. I più esposti. I meno controllati.

EDGARDO ALTOMARE

In tema di doping, occorre anzitutto fare chiarezza sulle reali dimensioni del problema. Magari con un pizzico di autocritica: la stampa infatti è solita occuparsi di doping solo di fronte al caso che fa notizia, o meglio scandalo (da Ben Johnson - ricordate? - a Madonna, fino a Bugno, Indurain, ecc.), ma non del doping quotidiano, praticato da atleti numerosi ma sconosciuti.

Sono molto limitati gli studi epidemiologici ad ampia diffusione e

condotti con adeguate metodologie sull'abuso dei farmaci nello sport: le uniche casistiche ufficiali sul doping sono state ricavate dai dati sull'anti-doping. «Ma la metodologia anti-doping risente della sua collocazione nell'ambito della normativa sportiva, che ha sempre rifiutato un approccio scientifico al problema», lamenta Adriana Ceci, ematologa, che sull'argomento ha presentato già nel 1988 una proposta di legge mai approvata. Una ri-

prova è data dalla stessa definizione del doping: sia le autorità governative che l'International Olympic Committee (Ioc o Cio) partono dalla constatazione che nelle urine di un atleta che abbia assunto determinate sostanze - farmacologiche - è possibile rilevare quelle stesse sostanze o i loro metaboliti: ma solo quelle contenute in una lista standard largamente incompleta.

In realtà la convenzione secondo la quale si riconosce come «dopato» solo l'atleta che risulta positivo all'anti-doping ha generato una grande confusione. Su un totale di centinaia di sostanze che possono far parte di trattamenti dopanti, solo alcune decine sono comprese nelle liste delle sostanze proibite. Si pensi inoltre che su oltre 160 nazioni aderenti al Cio, solo 23 hanno almeno un laboratorio anti-doping accreditato: in pratica, oltre l'86% dei paesi aderenti al Cio non è nemmeno accreditato delle pos-

sibilità di effettuare le analisi anti-doping.

Anche i valori percentuali riscontrati ufficialmente in Italia dal laboratorio accreditato dal Cio, che esprimono positività oscillanti tra lo 0,6 e lo 0,3% dei campioni esaminati nel periodo 1988-1992, non corrispondono assolutamente alla realtà dei fatti. Il campione su cui viene calcolata la percentuale di positività non è rappresentativo della popolazione che pratica attività sportiva e che può incorrere negli esami anti-doping: «A parte la grande quantità di medicamenti che vengono utilizzati, ma che non sono inclusi nelle liste - afferma Gianni Benzi, farmacologo e membro della commissione anti-doping del Cio -, va considerato che vi sono milioni di atleti che sono sicuri di non correre il rischio di incappare in controlli anti-doping, dal momento che questi sono effettuati solo in poche competizioni

di alto livello o su un ristretto numero di atleti al di fuori delle competizioni».

Benzi calcola che in Italia, su una cifra globale di circa 9.500.000 tesserati del Cio, il numero totale di atleti potenzialmente ammissibili all'esame anti-doping non superi i 100.000 per anno. Si deve concludere che nel nostro paese circa il 99% dei praticanti le attività sportive è praticamente certo di non essere sottoposto a controllo: una popolazione ad alto ed incontrollato rischio di utilizzo di farmaci dopanti. «Va soprattutto riportata al centro dell'attenzione l'identità clinico-biologica e l'integrità psicofisica dell'atleta - esorta Adriana Ceci - riconoscendo che esiste, accanto ad un effetto economico-sociale del doping (offesa della lealtà sportiva, alterazione delle regole della libera concorrenza, ecc.), un ben più grave problema etico-sanitario legato all'illecita manipolazione del corpo umano ed ai gravi

esiti per la salute che questa manipolazione comporta».

C'è infine il problema di una corretta definizione delle responsabilità. Se l'autorità sportiva deve farsi carico, attraverso una nuova metodologia che utilizzi la ricerca biomedica avanzata, della identificazione dei colpevoli di doping, chi deve occuparsi degli aspetti etico-sanitari, dei danni sulla salute e della repressione del reato-doping?

Di una legge anti-doping c'è tuttora un gran bisogno: una legge che ci tiri fuori dal ridicolo. «Attualmente in Italia - sostiene la Ceci - rischia l'arresto l'atleta che assume, magari occasionalmente, una sostanza classificata come stupefacente perché ricade nella previsione di reato della legge sulle tossicodipendenze, mentre non è punibile l'atleta «bombardato» con anabolizzanti o sottoposto ad autotrombasfusione se non con le norme della giustizia sportiva».