

Raffaele Persico*

IL PROGRESSO SCIENTIFICO:
ALCUNE VALUTAZIONI E PROSPETTIVE NEL CENTENARIO
DELLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ RISTRETTA

1. *Ieri*

Cento anni fa, Albert Einstein, un ragazzo geniale di 26 anni laureato in fisica, scopriva o inventava (come si preferisce) la teoria della relatività speciale o ristretta. Il carattere sconvolgente di questa scoperta è, credo, il fatto che essa contraddice ogni previsione basata sul nostro possibile intuito fisico, per quanto vago sia questo termine. In particolare, la nostra sensibilità non arriverebbe mai a cogliere che lo scorrere del tempo non è lo stesso per due osservatori in moto traslatorio l'uno rispetto all'altro, e non arriverebbe mai a comprendere che le distanze fra due identificati oggetti non sono le stesse per due differenti osservatori in moto traslatorio relativo. Inoltre, nessuna evidenza "ad occhio" potrebbe mostrare che la materia può trasformarsi in energia e viceversa. E infine, quantunque conoscessimo queste correlazioni avendo studiato la relatività ristretta, con ogni probabilità ancora non immagineremmo che lo spazio-tempo e la materia-energia sono correlati fra loro. Ed Einstein ha mostrato anche questo, con la successiva teoria della relatività generale del 1916. Eppure, nonostante la deferente meraviglia che coglie (credo) chiunque al pensiero di queste cose, da quel po' che ho letto oso pensare che la teoria della relatività, almeno

* *Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA-CNR).*

quella ristretta, era per così dire “matura” quando Einstein la propose. Quest’affermazione, che non diminuisce punto il valore assoluto dello scienziato, deriva dal fatto che nel 1905 erano già note molte evidenze sperimentali (che Einstein stesso cita in suoi successivi libri divulgativi), nonché le formule di trasformazione di Lorentz sui cosiddetti spazi e tempi apparenti per un sistema di riferimento in moto traslatorio rispetto ad uno fermo. Tutte queste cose manifestavano palesemente l’insufficienza della fisica classica a descrivere correttamente alcuni fenomeni. Nello specifico, si era già consapevoli che la velocità della luce non variava nei diversi sistemi di riferimento, e quindi contraddiceva la concezione galileiana di spazio e tempo non correlati fra loro. E ovviamente si era anche ben consapevoli che non c’è esperienza quotidiana di tutto ciò semplicemente per il fatto che la luce è troppo veloce perché un uomo possa percepirne la propagazione senza l’ausilio di opportuni strumenti. Esistevano dunque, possiamo dire, delle questioni aperte, delle domande in attesa di risposta. Ma non solo: esisteva già una mezza risposta a queste domande data dalle trasformazioni di Lorentz, importate integralmente nella teoria di Einstein. Un importante passo in più, fatto da Einstein, è stato però quello di riconoscere il fatto che non esistono sistemi di riferimento privilegiati rispetto ad altri, per cui non è fisicamente identificabile un riferimento considerabile fermo. D’altronde, l’idea di un riferimento fermo era strettamente legata all’idea dell’etere, il ben noto materiale postulato attraverso cui dovevano propagarsi le onde elettromagnetiche (e quindi anche la luce): un riferimento fermo era tale se l’etere non si muoveva rispetto ad esso. Michelson e Morley avevano però dimostrato nel 1887 che l’etere non esiste, e quindi anche l’idea di un riferimento assoluto da considerare in stasi era diventata debole. A questo punto intervenne Einstein e mise ordine a tutta l’impalcatura teorica: non esiste un riferimento privilegiato e dunque non esistono un riferimento temporale e spaziale assoluti. Il tempo e lo spazio variano quindi a seconda dell’osservatore secondo le trasformazioni di Lorentz, che contengono anche l’intrinseca insuperabilità della velocità della luce. Questo faceva però nascere una domanda ulteriore: se spingiamo un corpo sempre di più (con una forza costante) in modo da far aumentare man mano la sua velocità, cosa accade quando la velocità di quest’ultimo diventa dell’ordine di quella della luce? Ovvero, come può aumentare ulteriormente la sua energia cinetica? La teoria della relatività ristretta risponde anche a questa domanda, riuscendo a dimostrare che un ulteriore lavoro sul corpo ne farà aumentare significativamente la massa anziché la velocità: l’energia si trasforma dunque in materia. Questo riordinamento einstei-

niano può essere paragonato alla risoluzione di un difficilissimo puzzle i cui pezzi, però, esistevano già tutti o quasi. Per rendere meglio quest'idea, possiamo fare un passo indietro e ripensare per un attimo all'epoca di Galileo, quando erano ancora da inventare molte domande prima di potersi concentrare per trovare delle plausibili risposte. Nel diciassettesimo secolo era difficile concepire una fisica che potesse contraddire ciò che la deduzione logica, o il non meglio precisato intuito fisico di cui sopra, ci suggerisce a prima vista. Ecco quindi che una palla più pesante di un'altra è prevista cadere prima se lanciata dall'alto e, mancando la cultura dell'esperimento, è forse relativamente facile arrivare ad affermare che una palla pesante il doppio di un'altra cadrà due volte più velocemente. È in questo scenario che interviene Galileo con le sue fondamentali domande: ma è davvero così? E come facciamo a provarlo?

A mio modesto avviso, introdurre il criterio della verifica sperimentale era scomodo per molti anche in virtù del fatto che poi gli esperimenti bisogna saperli pensare ed eseguire. Questo implicava che il monopolio della capacità di verificare delle affermazioni doveva, almeno in parte, essere ceduto da coloro che erano abituati e preparati a speculare con il pensiero e con le parole ad altre persone con differenti tipi di abilità, possibilmente mancanti ai primi. Dunque, il discernimento fra il vero e il falso passava non più, o meglio non solo, per ragionamenti progressivamente più profondi e raffinati, ma passava anche per le mani e per le macchine dei fisici sperimentali dell'epoca. È chiaro che non per tutti era facile accettare questo fatto, se supponiamo (ed io sinceramente lo suppongo) che, a tutti i livelli sociali e culturali, nel pensiero umano si fondono componenti "fredde" razionali con componenti "calde" più viscerali, magari inconsapevolmente inserite. Questa fusione inscindibile di aspetti credo sia riscontrabile anche in molte parti del pensiero scientifico stesso. Ad esempio, figure scientificamente molto rilevanti come Cartesio e come lo stesso Newton, non ammettevano che potesse esistere il vuoto, pur senza avere prove scientifiche di questa loro opinione. Probabilmente, ciò era dovuto alla comune esperienza che un uomo o un animale, per esercitare una forza su un corpo devono in qualche modo, diretto o indiretto, toccarlo. E dunque come possono propagarsi il calore, la luce, o altri enti fisici che trasportano energia da un punto ad un altro se non trasportati da qualcosa? È questa la genesi dei vari tipi di eteri del '600 e del '700, di cui neppure Maxwell seppe fare a meno, nonostante che le proprietà dell'etere elettromagnetico diventassero sempre più inverosimili al progredire degli studi sulla propagazione delle onde. Ma quello dell'etere non è l'unico esempio: Cartesio

espresse la convinzione che un corpo tenuto all'estremità di un filo teso rotante partirebbe in direzione radiale se il filo venisse improvvisamente reciso. Con il senno di poi fornitoci da Newton, oggi sappiamo che il corpo proseguirebbe lungo la direzione della tangente alla circonferenza percorsa nel punto raggiunto all'istante del taglio del filo. Ma il punto che vorrei focalizzare non è questo, quanto il fatto che Cartesio riteneva la sua deduzione talmente evidente che non c'era bisogno di progettare un esperimento che la verificasse o la falsificasse. È chiaro che il tempo della prudenza estrema sull'enunciazione di un risultato atteso non era ancora maturo. Dal mio punto di vista di ingegnere, tuttavia, è da notare anche il fatto che, se si pensa a realizzare per davvero un tale esperimento (in modo affidabile e ripetibile), ci si accorge subito di trovarsi di fronte ad un problema pratico non banale affatto, per cui la maturazione di cui sopra richiedeva in qualche modo un atteggiamento umile e fantasioso a un tempo, e anche quest'ultimo fece la sua fatica a maturare.

In tempi più recenti la meccanica quantistica ha suscitato varie perplessità, alcune delle quali forse ascrivibili di nuovo ad un atteggiamento troppo "caldo", nel senso precedentemente inteso. Addirittura lo stesso Einstein, che pure aveva dato contributi significativi anche alla ricerca sulla fisica atomica, in qualche modo storse il naso quando il principio di indeterminazione di Heisenberg fu interpretato come un intrinseco intervento (o interferenza) del processo di misura sulla quantità misurata. L'intervento di un elemento imponderabile e probabilistico così forte nelle equazioni che descrivevano una realtà considerata oggettiva da tutti i fisici precedenti sembrava troppo inverosimile, anche per un rivoluzionario della scienza come Einstein. Tuttavia, i tentativi di confutazione (fatti da studiosi anche autorevoli) della teoria dei quanti sono sempre risultati deboli perché non confortati da risultati sperimentali adeguatamente robusti. In particolare, alcuni hanno tentato di salvare il determinismo della realtà, giungendo per questo a postulare ulteriori particelle subatomiche, di per sé invisibili ma che genererebbero complicati funzioni potenziali tali da "aggiustare" l'interpretazione di quei fenomeni che sembrano a prima vista intrinsecamente aleatori. Il punto è, come notava Heisenberg, (e nel mio piccolo io concordo con lui) che chi postula una particella o quant'altro ha lui l'onere di dimostrarne l'esistenza, o altrimenti non può pensare di aver dimostrato alcunché. In altre parole, il principio di indeterminazione, così come qualsiasi teoria o interpretazione fisica attualmente ritenuta valida, potrà anche risultare un giorno falsa, ma chi voglia confutare uno di questi risultati deve farlo fino in fondo, sia elaborando una teoria plausibile e congruente

con le evidenze note, sia concependo e possibilmente realizzando una serie di opportune verifiche sperimentali incompatibili con la teoria conosciuta precedentemente. Se non è accettato questo presupposto, quasi giuridico, sulla scientificità delle congetture, rischiamo di ricadere ancora nell'errore che fece nascere i vari eteri che hanno pervaso l'Universo per tre secoli. Questo errore era più che giustificato a suo tempo, ma lo sarebbe molto meno oggi. In altre parole, non ha senso stabilire per pura congettura logica che Dio giochi a dadi oppure no.

2. Oggi e domani

Oggi la scienza è diffusa e variegata. I governi di tutto il mondo o quasi concordano nel ritenere che il futuro sia nella ricerca e dedicano ad essa ingenti risorse. Le risorse, in particolare, sono di fatto ingenti anche in paesi (come il nostro) dove si lamenta la scarsità di investimenti nella ricerca, se paragoniamo le spese attuali con quelle dedicate alla ricerca nel 1905. D'altro canto, si avverte anche la sensazione di una sostanziale maturità di molte branche della scienza, tanto che c'è chi ha congetturato che le linee guida quantomeno di talune branche della ricerca siano sostanzialmente state già tracciate, e quello che resta da scoprire sono solo dettagli applicativi. Dunque c'è chi vede la scienza (o almeno alcune sue parti) satura, o quantomeno saturabile e non destinata ad una crescita permanente. A questa convinzione spinge forse in modo indiretto la storia del ventesimo secolo, che con la creazione degli ordigni nucleari (ma anche con varie questioni oggi dibattute, come la genetica oppure l'eutanasia) ha dimostrato che i prodotti del sapere umano non sono necessariamente sempre un bene. Ma non è solo questo: è la stessa storia della scienza che può spingere a questa convinzione, in quanto a molti sembra che il progredire della scienza sia stato "esponenziale" nel suo procedere da quattro secoli in qua, e questo rende inverosimile un progredire all'infinito con lo stesso ritmo. Ci si chiede in ultima analisi se l'insieme delle cose scopribili sia finito o meno, e nel caso esso fosse finito, ci si chiede se la maggior parte di esse sia stata già scoperta oppure ancora no. Nella mia quotidiana esperienza di ricercatore, credo di vivere abbastanza direttamente la sensazione di questa fase di apparente saturazione del sapere, almeno del sapere scientifico legato più direttamente alla fisica macroscopica. In particolare, è ben noto a me e a chi svolge un lavoro simile al mio, che nelle nostre ricerche l'aspetto a cui si dà più enfasi sia oggi quello applicativo, sia per quanto riguarda il con-

seguimento di finanziamenti che per quanto riguarda la pubblicazione di lavori su rivista scientifica. Tuttavia, non vedo un dramma in questo, né avverto un senso di declassamento rispetto ai grandi fasti della ricerca del passato. In particolare, trovo alquanto inattuale e vaga la domanda (che pure “sento”) su cosa farà l’uomo quando avrà scoperto e capito tutto. A parte l’incertezza sul fatto che una tale domanda potrà mai avere un senso concreto nella storia, trovo che questo quesito possa essere fonte di angoscia solo se si vive la scienza come una fede integralista, ovvero solo se attribuiamo un valore mistico alla conoscenza umana e al nostro dovere di conseguirla, ed esauriamo pertanto in essa il nostro senso e il nostro fine. Penso che porsi domande sul futuro della scienza può essere di interesse per individuare le direzioni da percorrere nei prossimi 10-20 anni, ma porsi domande escatologiche sull’evoluzione del sapere umano rischia di diventare un esercizio retorico, perché si finisce con il fare profezie su argomenti che si sono storicamente rivelati piuttosto imprevedibili. Già nel XIX secolo era stata annunciata la prossima fine del progresso scientifico, ma evidentemente non era così. E sbaglierebbe anche chi dicesse che l’ultima grande scoperta scientifica sia stata la relatività di Einstein (e qualcuno in verità lo dice), perché successivamente ci sono stati i progressi della meccanica quantistica, e ancora successivamente abbiamo avuto i progressi della genetica e della teoria dell’informazione. Ma c’è di più: il focalizzare l’attenzione su aspetti profetici rischia di distogliere l’attenzione da un’analisi critica di come sta “funzionando” il mondo della ricerca attuale. Con molta modestia, mi permetto di ritenere che lo stato di salute della ricerca, almeno in Italia, non sia ottimale, e ritengo che questo punto non sia glissabile in nome di concetti presunti più alti. Non mi riferisco a semplici discorsi sull’insufficienza dei finanziamenti e delle risorse umane, che pure hanno tutta la loro ragion d’essere. Parlo proprio dello stato attuale della ricerca fatta dalle Università Italiane e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. C’è una crisi, ed è dovuta ad una molteplicità di fattori. Nella mia opinione, uno di questi è il meccanismo dei finanziamenti, un altro è il meccanismo dei controlli e un altro ancora è il meccanismo dei concorsi. Il conseguimento di finanziamenti è spesso legato al peso scientifico e politico del leader del gruppo che chiede finanziamento. La cosa sbagliata in ciò è che diventa difficile stabilire la vera rilevanza applicativa della ricerca che si sta andando a finanziare. Il punto è molto delicato, per cui merita qualche rigo in più. La rilevanza applicativa può anche non essere un punto *fondamentale* in un progetto di ricerca, soprattutto in virtù del fatto che la ricerca ha il diritto di guardare ad un non meglio precisato “lungo perio-

do". Quello che contesto, e lo contesto come ingegnere in particolare, è che si dovrebbe essere più severi sulla "vendita" di aspetti applicativi solo lontanamente o artificialmente legati all'attività per cui si chiede denaro, che in molti casi è sostanzialmente accademica. Il fatto è che, molto spesso, sono degli Accademici a giudicare la finanziabilità o meno di un progetto, e pertanto la loro sensibilità è spesso catturata dagli aspetti più teorici dei progetti in esame (che peraltro sono in molti casi già noti) che dagli aspetti applicativi in ogni caso millantati. A questo proposito, mi permetto di andare (forse) contro corrente rispetto al pensiero dominante nel mondo dei ricercatori. In particolare, ritengo che non ci si possa fossilizzare su una sciovinistica difesa della ricerca di base: se si vogliono chiedere ingenti fonti di finanziamento è anche giusto che il mondo della ricerca offra una qualche ricaduta sociale non eccessivamente ipotetica di ciò per cui si chiedono sovvenzioni. Direttamente connessa a quest'aspetto c'è poi la questione del controllo a-posteriori sui risultati raggiunti. Un errore che comunemente si fa, a mio avviso, è quello di considerare i progetti di ricerca come "discorsi" chiusi nell'arco temporale in cui è previsto il loro svolgersi. Questo comporta distorsioni anche molto gravi grazie alle quali, ad esempio, risulta possibile che attrezzature comprate mediante un progetto di ricerca non vengano più utilizzate una volta terminato il periodo e una volta compiuti gli adempimenti burocratici relativi al progetto stesso, e si rischia che queste attrezzature diventino obsolete senza essere mai state, se non minimamente, usate (magari perché nel frattempo ci si è dedicati ad un nuovo tema di ricerca, sul quale c'erano nuovi finanziamenti). Dunque, il mondo dei finanziamenti alla ricerca è sostanzialmente senza memoria, o meglio senza una memoria di lungo periodo. Addirittura, di fatto, fa curriculum l'essere stati destinatari di molti finanziamenti di ricerca, ma questo senza che si vada a fare un puntiglioso controllo di ciò che è stato fatto in quei progetti e della ricaduta attuale degli stessi. Infine, c'è il problema del reclutamento, che ovviamente non è scorrelato dagli altri due. Negli Stati Uniti d'America e altrove all'estero, molte strutture di ricerca hanno la possibilità di effettuare una chiamata diretta delle persone che a loro servono. In molti casi, pertanto, non esiste alcun concorso per reclutare ricercatori. Tuttavia, la maggior parte dei finanziamenti, in molti di questi casi, non è direttamente statale ma è fornito dal mondo industriale o da ambienti militari. In poche parole, anche banali ma per esigenza di brevità, i controlli all'estero sono spesso più analitici e più approfonditi che non da noi. In Italia abbiamo concorsi pubblici, ma essi non sono nazionali bensì locali. Chi bandisce il concorso, in particolare, ha la possibilità di descrivere il

profilo professionale richiesto, per cui è possibile che una persona con molte più pubblicazioni di un'altra, e con molta più esperienza, non risulti maggiormente idonea di rispetto al suo concorrente perché il suo profilo professionale non risulta aderente al profilo localmente richiesto. Nel mondo della ricerca italiana, si sono fatti centinaia di concorsi in cui il candidato era unico, e anche tanti concorsi in cui c'erano pochissimi candidati (tanti quanto i pochissimi posti a disposizione). In un paese con molte migliaia di assegnisti di ricerca post-doc, e di contrattisti "co-co-co" (ovvero di precari della scienza), questa statistica dice pur qualcosa. Idem, dice certamente qualcosa il fatto che in molti dipartimenti universitari italiani si è verificato negli ultimi anni il cosiddetto fenomeno della piramide capovolta (ovvero ci sono più professori che non ricercatori). La dicotomia sta nel fatto che il concorso pubblico deresponsabilizza in qualche modo chi, di fatto, decide l'assunzione di una persona, ma la localizzazione dei concorsi fa sì che poi chi riesce a "chiamare" un concorso ha anche in mano forti armi per indirizzarne l'andamento. Dunque in Italia abbiamo una libertà di assunzione praticamente uguale a quella che c'è all'estero (nelle strutture in cui è possibile assumere per chiamata diretta) ma in compenso nessuno teme un vero *redde rationem* sulla bontà dei reclutamenti fatti. Questo perché si sa che ogni forma di controllo sulla bontà dei risultati scientifici conseguiti sarà più che blanda, se non inesistente e, d'altro canto, il reclutamento non risulta in alcun modo di diretta responsabilità del professore locale, dal momento che è stato espletato un concorso pubblico.

Queste considerazioni non vogliono essere un giornalistico atto d'accusa contro l'Università Italiana ed il CNR, anche se esse contengono evidentemente la denuncia di una serie di distorsioni (alcune delle quali peraltro abbondantemente note). L'enfasi che mi va di dare è sul futuro della scienza. Per indirizzare propriamente quest'ultimo, credo che innanzi tutto il mondo della scienza debba interrogarsi sul suo presente, e riconoscere cosa "siamo" per poi stabilire cosa potremmo, dovremmo o vorremmo essere in un futuro. In particolare, occorre tener presente che la scienza non è un ente esistente di per sé, ma è piuttosto un discorso che va avanti sulle gambe degli uomini e delle donne che fanno ricerca. E la ricerca è un lavoro, un mestiere che si svolge in un mondo reale fatto di tensioni ideali, ma anche di interessi, di tattiche e anche di gelosie e prevaricazioni.

Nel bene e nel male, oggi, il mondo della scienza, intesa come personale che lavora nel campo scientifico, è un qualcosa di troppo vasto per poter pensare di sentirsi come un settore di eccellenza quasi separato dal resto del mondo, e non si può quindi nemmeno lontanamente pensare che la so-

cietà e le istituzioni debbano rapportarsi alla ricerca con il solo compito di ossequiare e pagare molti euro la sapienza degli scienziati. Lo scienziato di oggi non può applicare a se stesso idee apologetiche provenienti dal passato, allorquando solo una persona su dieci o più era in grado leggere e scrivere, e solo una persona su mille o più poteva definirsi "istruita". Oggi c'è una sorta di scienza di massa, che deve anche farsi (ed oserei dire pensarsi) servizio per la società di cui fa parte.

Questa ottica e questa prospettiva dovrebbero far nascere la domanda se la scienza faccia bene o meno bene quel poco o molto che può fare, prima o almeno oltre a discutere vari suggestivi oracoli sul suo futuro remoto e sul suo destino finale.