

La candela

Come avevo previsto, la mia idea di fare una breve esposizione della relatività (ristretta e generale) per arrivare fino ai buchi neri, si sta rivelando troppo ambiziosa. Ho già scritto due puntate, e sono ben lontano dal termine; temo che un'ulteriore puntata non basterà. Perciò ho deciso di prendermi una pausa (soprattutto, di concederla ai miei lettori, ammesso che qualcuno abbia avuto la perseveranza di seguirmi).

Però non intendo cambiare del tutto argomento. Forse ricorderete che all'inizio, due puntate fa, nel motivare la mia decisione scrivevo tra l'altro:

“... al tempo stesso avremo occasione di affrontare un tema che va al di là del ristretto campo della fisica: che cosa può significare, e se sia davvero possibile, fare divulgazione scientifica seria.”

Ora vorrei appunto iniziare questa riflessione, basandomi su quello che ho scritto le volte scorse e su altri esempi che vedremo.

* * *

Per cominciare: quante volte ho scritto “qui occorrerebbe una lunga discussione, ma questo non è un libro”? È chiaro che parlando di libro mi riferivo a quella che più sopra ho chiamato “divulgazione scientifica seria,” che a mio giudizio è rara come le mosche bianche.

Come sono fatti i libri divulgativi che vanno per la maggiore, che vendono grandi quantità di copie (in qualche caso pare addirittura milioni)? Non si può fare di tutto un unico mucchio, ma cercando di sintetizzare direi che gli scopi che si propone un tipico libro di divulgazione scientifica sono tra i seguenti:

- venire incontro alle “grandi domande”
 - soddisfare la curiosità intellettuale, specie dei più giovani
- ma anche (e purtroppo)
- trasmettere messaggi extrascientifici.

Ben difficilmente ci troverete invece quelle “lunghe discussioni” che dicevo.

Ma procediamo con ordine, cominciando con le “grandi domande.” Vorrei partire aprendo una parentesi. Non so se qualcuno ricorderà che quasi dodici anni fa dedicai una puntata a parlare dei gruppi di discussione (newsgroups) in internet e dell'acido fosforoso. Dicevo allora che esistevano nel mondo oltre diecimila NG; ora sono almeno 40000. In particolare, nel settore `it.scienza` si sono aggiunti `it.scienza.biologia`, `it.scienza.chimica`, e altri. Ma ora interessa una recente discussione che si è aperta, su mia iniziativa, in `it.scienza.fisica`, intorno alla domanda: come mai un'altissima percentuale degli interventi riguardano un solo argomento: la relatività? Vi riporto alcune delle risposte.

Larry:

A me interessa la RG per la bellezza della teoria, che nasce dall'ingegno umano (teoria pura) ma con le sue predizioni trova verifiche sperimentali incontestabili e per il fatto che sia collegata con la gravitazione universale all' "infinitamente" grande, alla geometria dell'Universo in cui ci troviamo.

Bhisma:

Mi sembra vi sfugga un fatto importante: in qualche modo, relatività e quantistica, si intrecciano (o perlomeno sembrano intrecciarsi) a quel tipo di domande generali sul mondo che l'uomo si pone da sempre: come è nato l'universo? esiste qualcosa al di là dell'universo? cos'è la materia? cos'è la realtà?

È difficile per una persona dotata di un po' di cultura, e di una notevole curiosità intellettuale, accettare l'idea di essere emarginata dalla comprensione di certe idee fondamentali per la scienza moderna perché se non sei fisico e/o non hai una preparazione matematica di un certo livello, proprio non ci puoi arrivare.

È il motivo per cui Hawking dichiara di essersi dedicato alla divulgazione ... ed è anche l'argomento di una delle prime discussioni che feci in questo NG con Elio Fabri ed altri di voi, se rammento :O)

A mio avviso è questo il motivo per cui le domande sul tema sono tanto gettonate. Poi, naturalmente c'è anche un motivo di segno opposto alla curiosità intellettuale, che però afferisce anch'esso a quanto sopra: non c'è fuffaro o ciarlatano che per sostenere le tesi più inverosimili ed assurde non cerchi di riallacciarsi in qualche modo a relatività e quantistica.

Elio Fabri:

La nostra tradizione scolastica tende a privilegiare questi "grandi problemi," anche se in realtà nella maggior parte dei casi ridotti a pure chiacchiere.

Capire come funziona un oggetto del mondo reale, anzi solo porsi la domanda, è roba da "vili meccanici."

Accettare poi che non ha neppure senso pretendere di pensare ai "grandi problemi" se non si hanno delle basi sulle questioni da "vili meccanici," è qualcosa che ripugna alla stragrande maggioranza dei nostri concittadini, quale che sia il loro livello culturale.

John Travolta Sardus:

Vorrei aggiungere un'altra cosa. Anche per chi è interessato alle cose da "vili meccanici" (io per esempio mi sono iscritto a Fisica perché volevo imparare bene la meccanica classica: come calcolare il moto dei corpi) la relatività ha una caratteristica particolare.

Mette in discussione il concetto di tempo, di cui almeno io personalmente fino a una certa età credevo di avere un accesso intuitivo e diretto basato sull'esperienza. "Sentivo" il tempo scorrere, senza rendermi conto che la mia "sensazione

del tempo” era basata su tutto il resto delle sensazioni che provo e non riuscivo a capire che il fatto di “sentire il tempo scorrere” non lo rendeva una cosa oggettiva. Quindi leggere sui libri che il tempo “potesse scorrere a velocità diverse per diversi osservatori” mi sembrava una cosa che necessitasse di capacità intellettuali sovrumane per poter essere compresa, e pertanto era estremamente intrigante.

Elio Fabri:

Capisco. Però lasciarmi dire una cosa.

A mio giudizio la frase che hai messo tra virgolette è del tutto falsa, anzi è un non senso.

So bene che sono in molti a usarla, anche fisici per altro rispettabili.

Ma io ho questa precisa idea: è un modo di esprimersi che andrebbe rigorosamente bandito.

La sola cosa che ha significato fisico, e che differenzia la concezione relativistica del tempo da quella newtoniana, è la seguente.

[...]

Questa breve sintesi mostra già vari aspetti del tema, tra cui l'esigenza che molti sentono, di dare risposta a certe domande; nonché il mio punto di vista in materia. Ma forse qualche ulteriore commento non guasta, anche se non voglio allargarmi troppo, in un campo che ad allargarsi invita. . .

Il mio punto di vista è che spesso certe domande sono mal poste, o addirittura prive di senso. Non di rado ci si lascia trascinare dall'analogia con situazioni dell'esperienza comune, e si estrapola ciò che sappiamo accadere nel piccolo mondo che conosciamo in modo diretto fino ad ambiti ed estensioni estremamente diverse.

È di questo tipo, per fare un solo esempio, la domanda “che cosa c'era prima del big bang?” Noi siamo abituati al fatto che prima di un qualsiasi evento dell'esperienza comune ce n'è un altro (magari infiniti altri); estrapoliamo da ciò un'idea del tempo come un'estensione infinita, della quale la fisica newtoniana fa anche un modello matematico, nella retta euclidea. Perciò se qualcuno ci parla di un evento come il big bang, non possiamo non pensare che esso sia stato preceduto da qualcosa.

A questa domanda si può dare una risposta in chiave religiosa, che ha il vantaggio di risolvere il problema: il big bang non è che la Creazione. Molto più difficile la posizione di chi non si accontenta di questa soluzione. . .

Che cosa si può dire in proposito da un punto di vista scientifico o anche filosofico? Ci sono forse diverse risposte possibili.

1. Non è necessario che ci sia un “prima” del big bang, così come non ci sono temperature al disotto dello zero assoluto.

2. La questione non ha senso dal punto di vista della teoria fisica, perché è sempre possibile ridefinire la scala dei tempi in modo da mandare a $-\infty$ l'istante del big bang.
3. Non è affatto certo che la teoria (relatività generale) sia applicabile in prossimità del big bang, dove diversi parametri fisici assumono valori estremamente elevati: per es. temperatura e densità della materia.

Non posso ora approfondire e sviluppare questi punti; non solo per ragioni di spazio, ma per un motivo più profondo, che ci porta al cuore di un altro problema: quello espresso da Bhisma, e che vi ripeto:

È difficile per una persona dotata di un po' di cultura, e di una notevole curiosità intellettuale, accettare l'idea di essere emarginata dalla comprensione di certe idee fondamentali per la scienza moderna perché se non sei fisico e/o non hai una preparazione matematica di un certo livello, proprio non ci puoi arrivare.

Qui Bhisma enuncia con grande chiarezza l'esigenza psicologica di non essere tagliato fuori, e può farlo anche perché conosce posizioni come la mia:

non ha neppure senso pretendere di pensare ai "grandi problemi" se non si hanno delle basi sulle questioni da "vili meccanici."

Peggio: se non si ha una preparazione piuttosto avanzata in fisica e in matematica.

Ma c'è di più: sapere la fisica significa anche aver acquisito un certo modo di pensare, che porta a impostare molti problemi in modo diverso da quello del senso comune. Esempio tipico è proprio il tempo. Per un fisico il tempo, specie dopo la nascita della relatività, non ha niente a che fare con l'intuizione comune, e neanche con le diverse interpretazioni che ne hanno dato i filosofi.

Per un fisico il tempo è un elemento di un discorso teorico, che ha una precisa struttura matematica, delle definizioni operative, delle regole per l'interpretazione dei risultati della teoria. . . Al di fuori di questo il tempo per un fisico *non ha senso*, e quindi non hanno senso tutti i "ragionamenti" che vengono fatti senza rispettare le regole di procedura implicite in ciò che ho detto.

Va da sé che lo stesso vale, *mutatis mutandis*, per qualsiasi ambito scientifico. Non è una particolarità della fisica, anche se in questa scienza le condizioni sono più stringenti; il che forma parte della ragione per definire la fisica una scienza "dura."

Resta però che quest'esigenza di porsi i "grandi problemi," e di cercare risposte, è anch'essa un'esigenza dura, tenace, con cui occorre fare i conti. . . A volte si producono curiose coincidenze, e qui posso citarne una. Proprio mentre ero alle prese con questa puntata della "Candela," è venuta a trovarmi una delle mie figlie, che vive stabilmente a Parigi da parecchi anni. Mi ha portato in regalo un libro, ma conoscendo i miei interessi e le mie idee ha messo le mani avanti dicendomi che era un regalo "provocatorio." Aperto il pacchetto, ho trovato

Le visage de Dieu (il volto di Dio), scritto dai gemelli Bogdanov, che nonostante il cognome russo sono francesi.

Una parentesi è d'obbligo: confesso la mia ignoranza, ma non sapevo che i Bogdanov sono famosi in Francia e fuori per aver dato origine a un "affare Bogdanov." Detto molto in breve si tratta del fatto che alcuni articoli scientifici da loro pubblicati hanno causato violente critiche e sono stati definiti privi di qualsiasi contenuto scientificamente accettabile. Aggiungo solo che il tema degli articoli era il big bang, la sua origine e interpretazione . . . non so se mi spiego. Chi voglia saperne di più troverà un lunghissimo articolo in wikipedia (in inglese).

Di che cosa tratta il libro? Premetto che sono arrivato a metà, quindi non posso esprimere un giudizio compiuto, ma l'argomento e lo stile della narrazione sono ben chiari. Il titolo è spiegato nella quarta di copertina:

È l'espressione che utilizzò l'astrofisico George Smoot (premio Nobel 2006) quando il 23 aprile 1992 riuscì, grazie al satellite COBE, a prendere delle foto della nascita dell'universo come emergeva dalle tenebre cosmiche, appena 380 000 anni dopo il Big Bang.

La citazione era opportuna anche perché dà un'idea dello stile, del linguaggio dell'intero libro. Non lo definirei un libro divulgativo, perché non si cura minimamente di spiegare niente di ciò che viene affermato. Nella migliore delle ipotesi, fin dove sono arrivato, è un racconto molto romanzato, pieno di aggettivi enfatici e di punti esclamativi, di come da un secolo a questa parte è nata e si è sviluppata l'idea di un universo in divenire. Non c'è alcuna preoccupazione di rigore e nemmeno di coerenza: non di rado si trovano a breve distanza affermazioni contrastanti.

Quanto al Big Bang, la tesi è esplicita: si tratta né più né meno che della Creazione. Quindi, sebbene non si tratti a rigore di un libro di divulgazione, posso farlo rientrare nella terza categoria che avevo enunciato all'inizio: il "messaggio extrascientifico."

A proposito di messaggi extrascientifici, quello che ho citato a proposito di *Le visage de Dieu*, ossia il tentativo di usare conquiste della scienza moderna a favore di una visione religiosa del mondo è frequente nei libri divulgativi: altri nomi che mi vengono in mente sono Davies e Tipler. Nel libro dei Bogdanov è citata addirittura una frase che Pio XII pronunciò nel corso di un'allocuzione alla Pontificia Accademia delle Scienze, nel 1951:

Sembra in verità che la scienza di oggi, risalendo d'un tratto milioni di secoli, sia riuscita a farsi testimone di quel "fiat lux" iniziale, di quell'istante in cui sorse dal nulla con la materia un oceano di luce e di radiazioni, mentre le particelle degli elementi chimici si separavano e si raccoglievano in milioni di galassie [...]. Dunque la creazione ha avuto luogo nel tempo: dunque c'è un Creatore, dunque Dio esiste!

Oggi i pontefici sono più prudenti, e parlano al più di accordo tra Fede e Ragione. Se mai, si sostiene la tesi opposta, ossia che la scienza non può né deve pretendere di dire la sua sui grandi temi religiosi. Questo argomento viene usato spesso in materia di evoluzione e di origine della vita.

* * *

Pensando alla curiosità intellettuale, mi viene in mente una richiesta, comunissima da parte dei non addetti ai lavori: si può dare una spiegazione “intuitiva” di certi concetti, che non richieda di sottoporsi al faticoso tirocinio di uno studio sistematico e spesso lontano dal tema di diretto interesse? Qui il termine “intuitivo” vuol dire pressappoco “che faccia uso solo delle idee di senso comune.” Spesso si aggiunge che solo questo tipo di spiegazione sarebbe davvero “fisica.”

È frequente veder formulata la stessa richiesta, in modo apertamente polemico, nella forma di “argomento della nonna.” Si tratta di una battuta, di solito attribuita ad Einstein, secondo la quale chi ha veramente capito qualcosa è in grado di spiegarla alla nonna (che si suppone scientificamente analfabeta). Varianti della storiella mettono al posto della nonna la propria ragazza, oppure la domestica: sempre una donna, comunque. . .

Ho definito polemico questo argomento, perché viene di solito sollevato in opposizione a chi obietta l'impossibilità di spiegare certe idee profonde della scienza (della fisica in particolare) a chi non abbia una preparazione adeguata. Il sottinteso (non tanto sottinteso, a dire il vero) è: “non è che sia impossibile, sei tu che non ci riesci perché non hai veramente capito.”

Mi chiedete che cosa rispondo all'argomento della nonna? Ora ci provo. . . In primo luogo direi che la richiesta contiene al fondo (molto al fondo, però) un'esigenza condivisibile: quella che le idee di base, i concetti fondanti, i ragionamenti centrali, non vengano sepolti sotto un complicato apparato formale. È la stessa cosa che si richiede di regola a uno studente, quando nel corso di un esame si lancia in una serie di calcoli: “va bene, ma l'idea di base qual è?”

Però la pretesa che si possa spiegare tutto a chi non ha un'adeguata preparazione, ossia che si possa sempre esporre qualunque teoria come un insieme di asserzioni riducibili al senso comune, a mio parere è da respingere totalmente. In fin dei conti tale pretesa fa a pugni con la scienza galileiana *tout court*:

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Ma poi non c'è solo la matematica: ci sono quasi sempre dei prerequisiti *fisici*. Come posso spiegare le idee centrali della meccanica quantistica a chi non

ha idea di che cosa siano e come si studiano gli atomi? non sa che cos'è una riga spettrale? E potrei moltiplicare gli esempi *ad libitum*...

* * *

Una questione a parte è costituita da quello che chiamerò “il problema dell'intuizione.” Si tratta di questo: consideriamo una qualsiasi teoria fisica, meglio se abbastanza complessa dal punto di vista matematico. In questa teoria sono presenti dei concetti la cui formulazione richiede l'uso di un linguaggio specializzato, di regola fondato su una matematica tutt'altro che elementare. Un paio di esempi possono essere proprio lo spazio-tempo curvo, oppure gli autostati di un'osservabile in meccanica quantistica. Sorge allora la domanda: è possibile un'intuizione di questi concetti? Ossia una comprensione, una capacità di usarli nei ragionamenti, che passi per così dire “al disopra” della dettagliata formulazione matematica?

Per esempio, è possibile intuire uno spazio-tempo, per di più curvo? Qui la mia risposta, sia pure con qualche cautela, è affermativa. Certamente non si tratta di un'intuizione alla portata di tutti, e non credo neppure che sia una capacità innata, di cui alcune persone eccezionali siano dotate, anche se credo che delle differenze individuali esistano. Penso invece che la capacità possa formarsi con l'allenamento e la pratica, anche in campi molto astratti; che chi lavora in un certo ambito riesca pian piano a ragionare senza dover sempre ricorrere al linguaggio delle equazioni; che riesca a “vedere” cose anche più complicate di uno spazio-tempo curvo.

Non voglio dilungarmi troppo, e concludo questo punto facendo notare che se la mia idea è corretta, tra chi ha sviluppato quell'intuizione, e le persone “comuni,” che non ce l'hanno, si produce un *gap* difficilmente colmabile, che rende problematica una comunicazione efficace.

* * *

Dopo tutto quello che ho scritto, posso facilmente immaginare una domanda che i miei lettori staranno ponendosi: “Ma se la pensa così, come gli è saltato in mente di mettersi a spiegare la relatività generale?” Vediamo di rispondere.

Intanto, se ricordate, avevo parlato (due puntate fa) di “esperimento ambizioso.” Avevo anche scritto: “avremo occasione di affrontare un tema che va al di là del ristretto campo della fisica: che cosa può significare, e se sia davvero possibile, fare divulgazione scientifica seria.” Ora posso chiarire meglio in che consisteva l'esperimento: non avevo (e non ho) molte speranze che quelle poche pagine, con le altre che ancora debbo scrivere, potessero davvero portare il lettore, per quanto volenteroso, a *capire* l'argomento; ma pensavo (e penso) che un approccio come quello che ho tenuto mi avrebbe aiutato a puntualizzare la natura dei problemi che la divulgazione scientifica si trova davanti.

Problemi che i gemelli Bogdanov, tanto per fare un esempio, eludono completamente. Solo per indicare un caso: c'è in quel libro un capitolo dedicato

alla “scoperta dell’espansione dell’universo.” L’ho messa tra virgolette per le ragioni che vedremo subito. Il capitolo inizia con una breve biografia di Edwin Hubble; passa poi a raccontare la storia di quell’insolito personaggio che fu Milton Humason, che merita un cenno anche qui. Humason non arriva agli studi secondari; inizia a lavorare alla costruzione dell’osservatorio di Monte Wilson (il telescopio di due metri e mezzo, il più grande dell’epoca) come mulattiere, e viene poi assunto come custode notturno. Grazie al suo ingegno e alla sua dedizione, passa ad assistente notturno, poi ad astronomo titolare, e diventa fedele collaboratore di Hubble nelle sue ricerche che porteranno appunto alla scoperta dell’espansione.

Ma che cosa dicono i Bogdanov di quelle ricerche? Assolutamente niente: parlano di fotografie, di calcoli; ma mai di che cosa venisse fotografato, quali calcoli e perché venissero fatti; in che modo foto e calcoli abbiano portato al risultato. C’è solo un cenno, nella frase “le galassie si spostano le une rispetto alle altre a velocità vertiginose.” Poco più avanti si accenna alla “nuova legge di Hubble e Humason,” ma non si dice in che consista. Il tutto condito di aggettivi come “incredibile,” “straordinario,” “inaudito.”

Voglio fare ora un altro esempio, in certo senso opposto, di come la divulgazione affronta i problemi che abbiamo detto. Si tratta del fortunato libro di Brian Greene: *L’universo elegante*, che forse qualcuno di voi avrà letto. Giorni fa è stata richiamata la mia attenzione su una nota, che si trova a pag. 133 dell’edizione italiana, e che vi trascrivo ampiamente:

Quando affermiamo che una regione è vuota, intendiamo — tra le altre cose — che nessuna onda la sta attraversando, e che tutti i campi hanno valore zero. Ma per il principio di indeterminazione, se conosciamo l’ampiezza esatta la sua velocità di cambiamento ci è del tutto sconosciuta; e se l’ampiezza cambia, allora in un momento successivo non sarà più uguale a zero, anche se la regione rimane “vuota.” In media il campo sarà nullo, perché in alcuni punti avrà valori positivi e in altri negativi, e quindi l’energia totale media della regione non cambia. Ma questa è solo una media. Per il principio d’indeterminazione l’energia fluttua sempre — anche in una regione vuota — e lo fa sempre più man mano che restringiamo la sezione spaziale e l’intervallo temporale di esame. Grazie alla formula $E = mc^2$, l’energia coinvolta in queste fluttuazioni momentanee può essere convertita nella creazione momentanea di particelle e antiparticelle, che si annichilano con grande rapidità per evitare che l’energia media cambi.

La domanda è la solita: per chi sono state scritte queste frasi? Per il lettore comune? Non direi proprio, perché un lettore che non sia già piuttosto ferrato in meccanica quantistica e teoria dei campi non può che smarrirsi dopo poche parole; o peggio, può credere di aver capito qualcosa, e farsi invece delle idee del tutto errate. Sono scritte per un lettore del mestiere? A parte che in tal caso sarebbero inutili e non si sarebbe dovuto usare un linguaggio così fiorito e approssimativo, il guaio è che il lettore smaliziato capirà che cosa ha in mente

l'autore, ma non potrà non rilevare dei veri e propri strafalcioni (e mi perdonerete se non entro in dettagli) che non verrebbero accettati se li dicesse uno studente a un esame.

Ma c'è un punto critico che debbo segnalarvi, perché va sempre guardato con sospetto, ed è l'uso "magico" della parola "energia." L'energia "fluttua," viene "convertita in particelle," si conserva "in media"... Dato che questa puntata è già abbastanza lunga, non posso approfondire (magari lo faremo un'altra volta); però voglio mettervi sull'avviso fin d'ora: diffidate dell'uso e abuso che si fa della parola "energia" nella divulgazione della fisica. Assai spesso per questa via si finisce per contrabbandare una visione che non esito a definire *spiritualistica*, come appare chiaro tutte le volte che l'energia viene contrapposta alla materia, quasi si trattasse di due diverse specie di sostanze: appunto una sostanza "materiale" e una "spirituale."

Bene: credo di avervi dato ampia materia per riflettere, discutere, magari contestare le mie idee... Quale sarà il tema della prossima puntata? Vedremo...