

La candela

Sto scoprendo che tenere una rubrica fissa su di una rivista presenta una difficoltà che non avevo prevista. Nella prima puntata ho lanciato una proposta di lavoro, sulla quale dovrei tornare; nella seconda, ho lasciato a metà un discorso; frattanto nel mondo sono accaduti alcuni fatti che mi piacerebbe commentare, è stata pubblicata una lettera alla quale forse dovrei rispondere, c'è l'articolo di J. Tomasi (*Il capitombolo di Ulisse*, anno 5, n. 3) che tocca un tema già inserito nel mio programma iniziale. . . Insomma, si sono aperte una quantità di strade che dovrei o vorrei percorrere. Se non altro, vuol dire che non mi troverò a vivere il classico dramma dello scrittore davanti al foglio bianco che non sa come riempire. . .

Vediamo dunque di concludere il discorso dell'altra volta. Prima di tutto, debbo fare ammenda di una papera colossale che ho presa, quando ho scritto che il debito pubblico italiano è 200 milioni di volte 8 miliardi. Non c'era proprio bisogno di far diventare 1000 volte più grande del vero un debito che è già astronomico per suo conto! Approfittando dell'occasione per segnalare che nella composizione dell'articolo si sono intrufolati alcuni refusi, per fortuna di poco peso. L'unico che vale la pena di notare è che ovviamente $2 \cdot 10^6$ kcal equivalgono a $8 \cdot 10^9$ J: l'unità di misura è saltata, ma non avrete avuto difficoltà a ricostruirla.

L'altra volta ci eravamo lasciati con un fattore 1500 (vero) che non tornava: tentando di stimare l'energia occorrente per costruire un albero, e quella che lo stesso albero può aver ricevuto dal Sole nel corso della sua vita, quest'ultima ci era risultata di gran lunga maggiore. Avevo concluso con un interrogativo: abbiamo sbagliato qualcosa?

In realtà avevamo dimenticato almeno due fatti molto importanti (e chissà quanti altri più o meno importanti . . .). Il primo è che l'albero non utilizza tutta la radiazione solare che gli arriva. Una buona parte viene immediatamente riflessa (infatti le foglie sono verdi, non nere); una frazione significativa viene spesa nella traspirazione; ci saranno poi altre perdite che non so elencare: che cosa resta? Qui ricorro agli esperti, i quali mi dicono che solo l'1% della radiazione solare viene usata nella fotosintesi (di più in certe piante coltivate, come il grano e il mais). Dunque il fattore 1500 si riduce a un più modesto fattore 15.

Il secondo fatto che avevamo dimenticato è che gli alberi d'autunno perdono le foglie. In realtà non tutti, e non le conifere; ma il larice (*Larix decidua*) credo sia l'unica aghifoglia europea a non essere sempreverde. Una curiosità: molte persone confondono i larici con gli abeti: ricordo di aver sentito una volta qualcuno che vedendo dei larici spogli se ne uscì: "che peccato, tutti quegli abeti morti!" S'intende che anche le foglie degli abeti non sono eterne: se no, quei

tappeti di aghi nelle abetaie, su cui nascono i funghi detti “finferli” o “gallinacci” (*Cantarellus cibarius*) da dove spunterebbero?

In tutti i casi, anche le foglie e i rametti secondari che cadono ogni anno sono massa prodotta per fotosintesi, ed è difficile stimarne la quantità; però non è piccola, come so ben io che tutti gli anni debbo salire sul tetto a liberare le grondaie intasate dagli aghetti. Non è perciò assurdo pensare che in 60 anni la massa di aghi e rametti assommi a 15 volte quella del tronco; del resto con rametti, vecchi rami morti, ecc. ci mando avanti in parte il caminetto e uno scaldabagno... Se accettiamo questa ipotesi, finalmente i conti tornano. Potremo forse rivedere e raffinare qualcosa, ma l'ordine di grandezza non cambierà.

Arrivato in fondo, mi resta solo da spiegare perché ho costretto gli eventuali lettori (o lettrici: anzi queste sono probabilmente di più) a seguire i miei problematici calcoli. Bisogna proprio convenire che i fisici hanno la mania dei numeri? È chiaro che qui sto toccando un punto importante nella discussione sui paradigmi scientifici: la controversia qualitativo/quantitativo, ovvero la questione: è possibile una scienza solo qualitativa? e una solo quantitativa? oppure i due paradigmi sono caratteristici di scienze diverse? oppure di fasi di sviluppo diverse di una data scienza? Domande troppo grosse perché io mi senta di dare risposte con pretesa di validità generale; mi limito quindi a qualche osservazione sparsa.

In primo luogo, non è sempre facile distinguere tra i due corni del dilemma. Se dico che le piante per crescere hanno bisogno della luce, questa è un'affermazione qualitativa, ma è pure evidente che anche la quantità di luce ha la sua importanza. L'altra faccia della questione si è vista proprio nel ragionamento sul larice: non era affatto importante che i calcoli tornassero fino all'ultima cifra, ma solo verificare l'*ordine di grandezza*. Voglio soffermarmi a osservare che questo punto sfugge spesso ai profani e ai principianti: entrambi sembrano prendere a criterio di “scientificità” l'esattezza dei calcoli, senza peraltro curarsi di definire questa ipotetica esattezza.

Succede così di trovarsi presi tra due fuochi: da un parte quelli che accusano la scienza “dura” di essere maniacalmente attenta ai numeri; dall'altra quelli che sono pronti a prendere in castagna qualsiasi ragionamento approssimativo, perché troppo pericolosamente “qualitativo”!

Un altro modo di vedere la questione sta nel ricorso alla storia della filosofia: qualitativo = Aristotele, quantitativo = Platone. Dopo di che, ci si divide in due partiti: pro Platone o pro Aristotele... A mio parere in questo modo di presentare le cose ci sono alcuni equivoci, il primo dei quali è responsabilità di alcuni storici della scienza (ad es. Koyré) che hanno insistito sul “platonismo” di Galileo, prendendo a pretesto la famosissima frase del *Saggiatore*): “... questo grandissimo libro ... (io dico l'universo) ... è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, e altre figure geometriche ...”. Il mio modesto avviso è che qui non di platonismo si tratti: Galileo non dice che la vera realtà

sono gli enti matematici, ma solo che non è possibile capire il mondo senza conoscere il linguaggio della matematica. Purtroppo non posso permettermi ora di approfondire il discorso.

Dunque non credo che Galileo fosse platonico, e certo non lo sono i fisici di oggi; lo sono se mai i matematici, alcuni dei quali sono fermamente convinti che le entità di cui si occupano abbiano un'esistenza oggettiva, fuori delle loro menti. È invece vero che Galileo è antiaristotelico, e soprattutto antiperipatetico (ho scritto due parole di 16 lettere: prometto di non farlo più, almeno per oggi). Lo è per vari motivi, di cui i principali sono proprio l'esigenza di una scienza quantitativa (o meglio basata sulla matematica, che non è la stessa cosa) e il rifiuto del ragionamento per analogia e della logica finalistica. Direi che ancor oggi la fisica sta sulla stessa strada, ma non senza occasionali o profonde escursioni nell'altro campo, delle quali non è ora il caso di trattare.

E se lasciamo la fisica, come vanno le cose? Ovviamente il mio giudizio è molto meno sicuro, ma direi che si assiste, in tutte le scienze, a una dialettica tra i due aspetti. Parlando della biologia, mi sembra che il contrasto tra qualitativo e quantitativo abbia molti punti di contatto con quello tra olismo e riduzionismo, su cui mi riprometto di tornare; insomma, si tratta di un terreno tutt'altro che pacifico.

Ma vediamo la questione da una visuale più vicina al mestiere dell'insegnante, prendendo qualche esempio dalla cronaca più o meno recente. Pochi anni fa, durante un periodo di forte e prolungata siccità, ricordo di aver letto su di un giornale che la mancanza di pioggia aveva fatto calare il livello del Mediterraneo: misure eseguite nello stretto di Messina mostravano un abbassamento di 40 cm. Semplicemente a lume di naso mi pareva che la cosa fosse incredibile, per cui tentai una stima, al modo seguente.

In condizioni normali il livello del mare è tenuto costante dall'equilibrio fra le entrate e le uscite: dal lato entrate abbiamo le precipitazioni sul bacino del Mediterraneo, più l'apporto dello stretto di Gibilterra (trascuro il canale di Suez), mentre dal lato uscite abbiamo l'evaporazione. Supponiamo che durante la siccità le piogge cessino del tutto e i fiumi riducano a zero la loro portata, mentre il resto non cambia in modo apprezzabile: basta allora conoscere l'entità media delle precipitazioni e l'area della superficie del mare, per valutare di quanto scenderà il livello in un dato tempo. Poiché l'ipotesi fatta è molto esagerata di fronte a qualunque siccità reale, otterremo una stima per eccesso. Risultato: meno di 70 cm se la siccità dura per un anno intero. Dunque i casi sono due: o l'abbassamento era un'invenzione, o aveva altre cause.

Non è difficile trovare queste cause: in primo luogo le maree, che possono essere più o meno ampie a seconda delle fasi lunari e della stagione (sono massime agli equinozi). C'è poi, tutt'altro che trascurabile, la pressione atmosferica, che fra minima e massima può variare tranquillamente di 6 kPa, corrispondenti a 60 cm d'acqua. Dunque il fenomeno era verosimile, ma la causa era tutt'altra.

Il punto essenziale è che a una tale conclusione non si sarebbe potuti arrivare senza un po' di numeri.

L'utilità didattica sta in questo: poniamo il problema in classe, al modo seguente: “di quanto si abbasserebbe il Mediterraneo, se cessassero tutte le piogge e tutti i fiumi smettessero di portare acqua?” Di fronte a una simile domanda i ragazzi non sapranno da che parte rigirarsi: dovranno cominciare a schematizzare la situazione (equilibrio tra precipitazioni, apporto dei fiumi ed evaporazione) per poi individuare le grandezze significative e infine cercare i dati (senza nessuna necessità di “precisione,” ma solo con ragionevole attendibilità). Un esercizio che mi pare sommamente educativo. Per esempio: quanti ragazzi sanno che grazie al Nilo il bacino pluviale del Mediterraneo si estende ben dentro l’Africa?

Finisco con una segnalazione: all’ultima edizione del premio Bonacini, che l’AIF (Associazione per l’Insegnamento della Fisica) bandisce ogni anno per classi di scuola secondaria inferiore e superiore, nella sezione per la scuola media il tema era: “L’energia che proviene dal Sole.” Il premio è stato vinto da una 3^a della Scuola Media di Buti (PI) con un lavoro che affronta, su base sperimentale, proprio lo stesso problema qui trattato parlando del larice (nel loro caso era un pesce). I tabelloni preparati dai ragazzi, e che descrivevano le varie fasi del lavoro, le misure eseguite e le conclusioni raggiunte, erano esposti al Congresso dell’AIF che ha avuto luogo a Udine alla fine dello scorso ottobre; una sintesi del lavoro sarà pubblicata sulla rivista dell’AIF. A quanto ne so il prof. Benedetto Gatti, che ha guidato la classe, e che non conosco di persona, è di formazione geologo. Credo che la coincidenza, sia spaziale, sia temporale, col mio discorso sia fortuita, ma non per questo meno interessante.