

## La candela

Mi ero ripromesso di dedicare questa puntata a un argomento nuovo, o magari alla ripresa di qualche argomento lasciato in sospeso da tempo; ma è accaduto un imprevisto (però: che cosa c'è di più prevedibile degli imprevisti?). Infatti l'ultimo numero di *NATURALMENTE* contiene diversi scritti che m'interessano da vicino per il tema trattato, o in qualche caso addirittura mi riguardano personalmente; così ho cambiato idea, e dedicherò le pagine che seguono a commenti su due di questi articoli. Con ciò i commenti non sarebbero finiti, ma non voglio esagerare la lunghezza dei miei sproloqui; quindi il seguito al prossimo numero...

Comincio con Tomaso Di Fraia, che ci parla di piramidi e di “piramidologi.” Dico subito che condivido largamente ciò che scrive, e perciò il mio commento è dedicato più che altro a fornire ulteriori argomenti a suo sostegno. Ma prima debbo dire qualcosa sulla chiamata in causa della comunità scientifica, che a suo parere mostra eccessiva inerzia nei confronti dei divulgatori di pseudo-teorie.

Posso dare ragione a Di Fraia sull'inerzia degli scienziati, anche se ci sono per questo, secondo me, delle ragioni che cercherò di spiegare fra poco; quanto all'inadeguatezza degli studiosi “ufficiali” a confrontarsi con piramidologi e altre genie affini, credo che le cose stiano in modo un po' diverso.

Di Fraia cita il programma televisivo “Misteri” come un modello (in senso negativo) di questa bassa divulgazione. Sono totalmente d'accordo: quelle rare volte che l'ho seguito, ne sono stato veramente scandalizzato, anzi direi di più, e vorrei spendere qualche parola per cercare di spiegare la mia reazione. Non era il giudizio sprezzante di quello che dall'alto della sua torre d'avorio guarda la povera umanità in basso, che si sperde in elucubrazioni senza senso scientifico. Era invece un senso di dolorosa frustrazione, unito a una certa indignazione, non tanto verso gli organizzatori del programma (o verso l'ineffabile Lorenza Foschini ...) quanto verso alcuni colleghi, assai più famosi di me, che accettavano di partecipare a quell'ignobile gioco.

Parlo di frustrazione, e forse questo vi è già chiaro: a chi come me cerca da anni di contribuire per tenere a galla l'educazione scientifica nella scuola, vedere come vengono spese le risorse del servizio pubblico per uno scopo esattamente opposto non può che produrre frustrazione, vista l'incolmabile differenza di mezzi: tecnici, spettacolari, finanziari... Viene proprio la tentazione di gettare la spugna...

In questo senso si può capire, almeno in parte, la criticata inerzia: gli strumenti a disposizione del singolo scienziato, ma anche della comunità nel suo insieme, sono del tutto insufficienti, specie se si tiene conto che occorre comunque passare per i mezzi di comunicazione di massa, che sono controllati, nelle

loro scelte, da persone il cui orientamento è più che chiaro. Un esempio diverso dalle Piramidi è fornito dal baccano massmediologico attorno al Lotto e al Superenalotto. (Anche qui si distingue la RAI, con un altro inqualificabile programma: “Il Lotto alle 8.”) Più volte ho visto pagine di quotidiano dedicate all’argomento ritardi, dove — nel caso migliore — i pareri di matematici, statistici, ecc. erano messi sullo stesso piano di quelli di sedicenti “esperti” (esperti nello spillare quattrini ai creduloni, intendo). Stando così le cose, si può capire che molti scienziati ritengano che la partita sia persa in partenza, se non peggio, come spiegherò tra un momento; e preferiscano perciò chiamarsi fuori.

Ci sono eccezioni, come ho già accennato sopra. Mi è capitato di vedere a “Misteri” personaggi del calibro di Hack, Pacini, Rubbia. Con quale effetto? Come osserva anche Di Fraia, neppure un premio Nobel può permettersi di parlare per più di 30 secondi senza essere inesorabilmente e stupidamente interrotto dalla Foschini di turno. Vi lascio immaginare la possibilità di sviluppare un ragionamento appena un po’ articolato... Ricordo di aver visto una volta Pacini costretto a rispondere a bruciapelo a questa domanda: “insomma, Lei, prof. Pacini, ci crede o no agli extraterrestri?” E lui a cercare di distinguere, nei soliti 30 secondi, fra l’assai probabile esistenza di civiltà extraterrestri, e l’inverosimiglianza delle visite sulla Terra... Quando si sarebbe dovuto prima di tutto discutere sull’uso del verbo “credere”; ma la Lorenza non l’avrebbe permesso!

Quale può essere il ruolo di così illustri personaggi in quel genere di programmi? Detto in breve: quello di specchietto per le allodole, o di foglia di fico. Lo spettatore sprovveduto dirà “c’era anche Rubbia” e questo gli farà credere che il programma avesse validità scientifica. Ai possibili critici si replicherà: “abbiamo rispettato la *par condicio*: erano presenti anche insigni rappresentanti della scienza ufficiale.”

\* \* \*

E ora occupiamoci un po’ della ... numerologia dei pyramidologi. Infatti le cose stanno ancora peggio di come Di Fraia già dice. Prima di tutto preciso la mia fonte: il libro *Impronte degli dei* di G. Hancock, che mi sono fatto prestare per l’occasione.

Partiamo dalle dimensioni della Grande Piramide: altezza 146.729 metri, perimetro di base 921.459 metri. Hancock nel libro indicato fornisce gli stessi dati, solo che il perimetro ha una cifra in meno: 921.45 metri (per questi dati cita I.E.S. Edwards, che non ho consultato). Ora la prima cosa che colpisce un fisico è: accidenti, con che precisione sono note queste misure! Provate un po’ a immaginare come si possa misurare il perimetro, lungo quasi un km, con l’approssimazione di un solo centimetro (o addirittura di un millimetro).

Notate che non stiamo parlando di distanze accuratamente marcate, ma dei lati di un monumento in pietra vecchio di migliaia di anni. Ho visto la Piramide solo in fotografia, ma anche così mi riesce già difficile immaginare come si possano determinare esattamente i vertici della base di cui si vuole misurare il perimetro.

E non parliamo dell'altezza: a parte che misurare l'altezza di una piramide non è affatto semplice, pensate voi che il vertice sia un bel punto nettamente definito, o non piuttosto la sommità sbeccata e corrosa dal tempo di un blocco di pietra? E queste misure dovrebbero essere affidabili al millimetro? Mah!

Però siamo solo agli inizi. Prendiamo per buoni quei numeri, e facciamone il rapporto. Ora io so che il lettore medio di questa rivista non ama i numeri, ma debbo pregarlo di avere pazienza, e di seguire con attenzione: la pignoleria numerica è necessaria per smascherare i trucchi dei nostri piramidologi. Il rapporto in questione vale 6.280005997, dove colpiscono soprattutto quei tre zeri. Infatti il rapporto dovrebbe essere, secondo i nostri autori, nient'altro che  $2\pi = 6.283185307$ , e come vedete la discordanza è sulla terza decimale. "Che c'è di strano?" mi chiederete: "in fondo esistono gli errori di misura!" Già, ma le misure vengono date con ben 6 cifre, quindi non mi dovrei aspettare un errore che influisca sulla terza decimale. . .

Ma non è finita: se per  $2\pi$  prendete il valore comunemente usato, ossia  $2 \times 3.14 = 6.28$ , allora l'accordo diventa eccellente: ben 6 cifre esatte! È più che evidente che i numeri sono stati aggiustati, da qualcuno che ha conoscenze assai rozze della matematica, per far tornare 6.28. Oppure i costruttori della Grande Piramide, con tutte le profondissime conoscenze scientifiche e tecnologiche che gli vengono attribuite dai Nostri, non andavano oltre 3.14. . .

Vedete dunque, come avevo promesso, che pignoleggiare sulla quinta o sesta decimale serve a qualcosa, anche applicata all'archeologia!

E ora un altro problema. Di Fraia lamenta l'assoluta arbitrarietà del moltiplicatore 43 200, usato per correlare le misure della Piramide con quelle della Terra. Ma Hancock ci spiega benissimo da dove salta fuori questo numero magico! È connesso, nientemeno, con la precessione degli equinozi.

La precessione fa avanzare il punto gamma incontro al Sole, di circa 50 secondi d'arco all'anno. In realtà 50'' è un po' arrotondato, ma prendiamolo per buono. Allora occorrono 25 920 anni per un intero giro (il "Grande Anno" di Hancock). Poiché i segni dello Zodiaco sono 12, si vede che per percorrere un segno occorrono  $25\,920/12 = 2160$  anni. Ma non dovevamo trovare 43 200? Presto fatto: Hancock ci dice che numeri come questi vengono a piacere moltiplicati per 10, per 100, per 2. . . Infatti  $2160 \times 10 \times 2 = 43\,200$ , c.v.d. A conferma di ciò, il Nostro ritrova gli stessi numeri in vari posti: ad es. "432 000 guerrieri uscirono dal Walhalla per combattere il Lupo," mentre i re che governarono il paese di Sumer prima del diluvio regnarono per 432 000 anni, secondo Berosso. Anche nel calendario maya si trova un periodo di 43 200 giorni, eccetera, eccetera.

A me, senza essere né storico né archeologo, viene in mente facilmente un'obiezione, ed è che numeri come 360, 2160, 43 200, sono favoriti in qualunque sistema numerico per il fatto di essere composti di fattori primi semplici: soltanto 2, 3 e 5. Li si genera moltiplicando numeri "naturali," come 12, 20, e simili; non c'è quindi bisogno di spiegarli riferendoli a significati particolari. Senza con-

tare che, nel caso dei Babilonesi, è ben noto che usavano fare calcoli in base 60; e guarda caso,  $12 \times 60 \times 60 = 43\,200$ . Ma capisco che argomenti così prosaici non possono far breccia nei fedeli di codesti miti. . .

Perciò passiamo a un ultimo argomento: il possibile rapporto fra la Piramide e la Terra. Si dice che moltiplicando per 43 200 si arriva alle misure della Terra: vediamo.

Intanto qui c'è un vero carosello di numeri. Secondo Bauval e Hancock (citati da Di Fraia) il raggio polare della Terra è 6353.94 km e la circonferenza equatoriale 40 967 km. Secondo Hancock, nel libro che ho sott'occhio, i dati sono rispettivamente 6356.9 km e 40 077 km. Invece le misure ufficiali usate attualmente in geodesia sono 6378.137 km per il raggio equatoriale, da cui una circonferenza di 40 075 km, e 6356.752 km per il raggio polare. Se ora calcoliamo i famosi rapporti, troviamo:

- fra raggio polare e altezza della piramide: secondo i dati di Bauval e Hancock 43 304; secondo Hancock 43 324; secondo i dati moderni 43 323
- fra circonferenza equatoriale e perimetro di base, rispettivamente: 44 459, 43 493, 43 491.

Come si vede, il famoso 43 200 non salta proprio fuori, e lo scostamento è veramente grosso nel caso dell'equatore. Tanto grosso che Hancock deve ammettere: “sottovalutazione della circonferenza del nostro pianeta [...] probabilmente dovuta alla mancata considerazione del rigonfiamento equatoriale.” Errore veramente imperdonabile per i geniali costruttori delle piramidi di 12000 anni fa (secondo Hancock)!

Insomma, un gran pasticcio. Ma non mi sfugge un fatto: che queste orge di numeri . . . hanno una funzione. Per il lettore digiuno di qualsiasi conoscenza scientifica, mettere in fila tanti numeri di cui non capisce niente fa soggezione, e dà un'aura di rispettabilità, non importa se del tutto usurpata. Sapete di certo che qualche anno fa è stato coniato, da un autore di lingua inglese, un neologismo che costituiva anche il titolo di un libro: “innumeracy,” ovviamente ispirato a “illiteracy,” che in italiano si traduce “analfabetismo.” Una traduzione di “innumeracy” non la conosco; potrebbe essere “anumerismo,” oppure “anaritimismo” (brutti tutti e due, però). Ma è il concetto che conta: l'incapacità di destreggiarsi in qualsiasi calcolo o valutazione numerica, anche elementare, è purtroppo assai diffusa, anche tra persone che si ritengono colte; ed è proprio su questa vera e propria ignoranza che piramidologi e compagnia bella possono prosperare.

C'è un'altro insegnamento da trarre da questa storia: si vede che l'archeologia, tradizionalmente considerata appartenente alle discipline umanistiche, ha un grande bisogno di apporti scientifici. Non solo affidando a specialisti compiti particolari, come datazioni radioattive, analisi di pollini, termoluminescenza delle terrecotte, e simili; ma proprio come formazione di base dell'archeologo.

Non so quanto ciò venga riconosciuto nell'istruzione universitaria, mentre mi pare che nella ricerca l'esigenza sia sempre più avvertita.

\* \* \*

Sull'articolo di Pietro Ramellini, che tratta di quello sfuggente concetto che è la complessità, sarò molto più breve. Anche con lui sono largamente d'accordo, specialmente quando scrive "spesso si contrabbandano l'oscurità del ragionamento e l'imprecisione del linguaggio per caratteristiche intrinseche (e magari positive!) del reale." Non si poteva dir meglio.

La distinzione che Ramellini fa tra complicazione e complessità mi sembra senz'altro importante. Tuttavia sul criterio di distinzione che propone, basato in fin dei conti sul fatto che un sistema complesso non possa essere analizzato scomponendolo in parti, credo sia necessario meditare più a fondo. Non sono preparato ad affrontare il problema, e poi ho detto che voglio essere breve; ma ho l'impressione che su questa idea della riducibilità in parti, e su quella parallela delle "proprietà emergenti," si scrivano troppe cose quanto meno discutibili.

Ho letto di recente, purtroppo non ricordo più dove, un esempio veramente incredibile. Si osservava che mentre il sodio è un metallo esplosivo (sic!) e il cloro un gas velenoso, invece il cloruro di sodio è tranquillamente usato come sale da tavola. . . Questo voleva essere un esempio di proprietà emergenti, di non riducibilità di un sistema alle sue parti!

È fin troppo facile fare una serie di obiezioni: 1) già le proprietà del sodio solido di essere metallico e spontaneamente infiammabile all'aria sono proprietà emergenti, che i singoli atomi di sodio non possiedono (e non avrebbe senso neppure parlarne). Dovremmo dire che un cristallo di sodio è un sistema complesso? Non so che ne pensi Ramellini, ma per me certamente non lo è. Le proprietà del sodio metallico sono riconducibili a quelle dei singoli atomi? Se la fisica dei solidi serve a qualcosa, direi di sì, anche se il discorso dovrebbe essere approfondito. 2) Includere tra le proprietà del cloro quella di essere velenoso mi sembra indice di una certa confusione d'idee. Questa non è una proprietà del cloro, ma piuttosto degli organismi viventi, o delle cellule. Al massimo, si potrà dire che è una proprietà dell'interazione chimica fra il cloro, le proteine, e altre molecole biologiche. . .

Quanto al cloruro di sodio, se si vuole cercare dappertutto la complessità, la si troverà dappertutto. Ma a me pare che qui stiamo solo scoprendo che sodio e cloro nel sale da cucina sono in stati di ossidazione diversi che come elementi: gli atomi del primo hanno perso un elettrone, quelli del secondo l'hanno acquistato. E con questo il loro comportamento chimico cambia radicalmente. Che cosa c'è di complesso o di emergente?

Mi si potrà replicare che l'esempio era troppo banale, ed è vero. Ma appunto: la moda della complessità si spinge a questi estremi. Però esempi più sottili, ma non saprei se più fondati, non sono affatto rari. Ad esempio:

“Benché disponiamo di una gran mole di conoscenze sulla struttura nucleare — sappiamo che la stabilità del nucleo dipende prevalentemente dalle sue proprietà di simmetria — sembra proprio che il valore *preciso* della mezza-vita di un nucleo debba rimanere sempre una proprietà emergente, ossia una proprietà imprevedibile partendo dalle proprietà dei suoi costituenti.”

Questo è Popper, in “L’Io e il suo cervello,” vol I, p. 42 (Armando, 1981). L’esempio è scelto bene, perché credo anch’io che a tutt’oggi (e sono passati altri vent’anni) i fisici nucleari teorici non siano in grado di calcolare in tutti i casi le vite medie dei nuclei. Ma io direi che ciò dipende dal fatto che non abbiamo ancora capito bene le interazioni forti e di conseguenza le forze nucleari che ne derivano. Che però questo debba essere “per sempre,” mi sembra una conclusione arbitraria.

Popper continua poi in nota:

“Un’altra proprietà emergente sembra essere la propensione di certe molecole a formare cristalli capaci di riflettere la luce di una certa lunghezza d’onda: l’emergenza di superfici colorate. Può darsi che anche le proprietà ottiche di un cristallo complesso — cioè, di una complessa combinazione periodica o aperiodica di molecole estesa nello spazio — e quindi le proprietà degli analizzatori spettrali, non siano completamente prevedibili in base alla proprietà dei singoli atomi e fotoni, benché siano prevedibili quelle delle combinazioni semplici e altamente simmetriche e nonostante il fatto che dagli spettrogrammi dei loro raggi X si possano fare molte deduzioni circa la struttura di molecole estremamente complesse.”

Dove si vede che il discorso è tutt’altro che superficiale. A parte la piccola osservazione che una combinazione *aperiodica* di molecole non sarà certo un cristallo, all’argomento non è facile ribattere; anche perché Popper lo pone in forma dubitativa: “può darsi”... È difficile replicare “non può darsi,” dal momento che di fatto credo che in molti casi oggi le cose stiano così: non sappiamo spiegare le proprietà ottiche di cristalli complessi. Ma il problema non è la situazione contingente: è se questa potrà o no cambiare in futuro.

Posso fare anche un esempio più impressionante, che non era ancora noto al tempo in cui Popper scriveva: i superconduttori ad alta temperatura. Sappiamo che cristalli piuttosto complicati, formati da 4 o 5 elementi (con la struttura della perovskite, se ricordo bene) sono superconduttori alla temperatura dell’azoto liquido. Per questa scoperta, Bednorz e Müller hanno avuto il Nobel nel 1987. A quanto ne so (debbo sempre mettere una clausola cautelativa, perché non riesco a tenermi aggiornato su tutto ciò che servirebbe) la spiegazione teorica di questo comportamento non è ancora stata trovata.

Ma il problema resta il solito: non è stata trovata *per ora*, o non potrà *mai* essere trovata? E soprattutto: come si può rispondere a tale domanda?

Dobbiamo andare in cerca di una specie di teorema di Gödel, o portare argomenti vaghi, di carattere filosofico, oppure basarci sull'evidenza sperimentale (ossia che nonostante i molti tentativi il successo non è ancora arrivato)?

Per capire che la terza alternativa non funziona, pensate all'ultimo teorema di Fermat. In effetti, fino a qualche anno fa c'era chi sosteneva che si trattasse di una proposizione indecidibile, visto che in secoli di sforzi nessuno era riuscito a dimostrarla. Poi è arrivato un certo Wiles... D'altra parte un vero e proprio teorema credo che nessuno se lo aspetti, e questo lascia spazio solo all'alternativa "filosofica," che è ovviamente prediletta dai non specialisti, tra i quali Popper.

Che questa alternativa non mi convinca, credo sia chiaro; ma non aspettatevi da me una risposta bella e pronta. Tenderei a favorire una soluzione aperta, del tipo: "esistono ovvie difficoltà, ma non bisogna abbandonare la ricerca delle soluzioni." Può darsi che in certi casi le soluzioni saltino fuori, in altri no; ma cercarle ha di per sé un suo valore.

Insomma, l'avevo detto: non ho le idee chiare. Ma sull'argomento della complessità dovrò tornare anche la prossima volta, quando risponderò a un altro articolo; e forse riuscirò a spiegarmi meglio. E con questa speranza, per ora arrivederci.