

# Il sipario della realtà. La segreta bellezza di un inganno

La ricerca in fisica è un percorso su una “strada che porta alla realtà”, parafrasando il titolo di un noto saggio di R. Penrose<sup>1</sup>. Una corrente di pensiero interpreta la matematica non solo come strumento descrittivo della realtà ma come struttura ultima della realtà. In questa breve nota, l'autore avvalora tale ipotesi speculativa mostrando il risultato cui è pervenuto partendo da un'indagine per “stanare” matematica e bellezza all'interno di una costante simbolica della fisica che da sola potrebbe spiegare e giustificare l'esistenza dell'universo

DOI 10.12910/EAI2015-061

■ E. Santoro

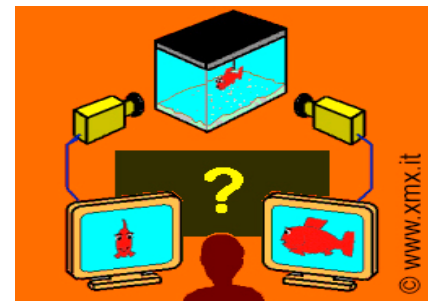
Incatenati. A fissare per sempre la parete di una caverna sulla quale viene proiettata, tramite un gioco di ombre, ciò che accade alle loro spalle, la realtà vera. Ma le ombre non sono anche “realtà vera” per quei poveri prigionieri che non hanno altro modo di percepire la verità? Così se la immaginava Platone (Figura 1). Arriviamo ai giorni nostri. Uno degli aspetti più intriganti della meccanica quantistica è certamente offerto da



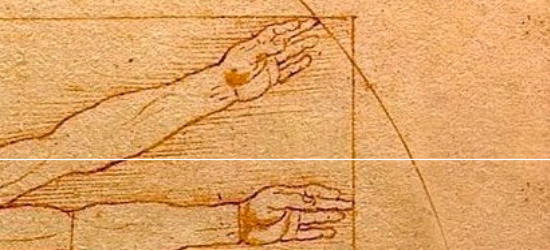
**FIGURA 1** Il mito della caverna di Platone: i prigionieri incatenati vedono le ombre proiettate sulla parete della caverna. Le ombre sono l'unica realtà che percepiscono

quel fenomeno che va sotto il nome di *entanglement*: se due particelle interagiscono per un istante nel corso della loro storia, quando queste dovessero poi trovarsi ai confini opposti dell'universo e a distanze incolmabili, ciò che accadrà all'una si ripercuoterà *istantaneamente* anche sull'altra, in barba al rapporto di causalità, almeno in apparenza (come se l'informazione viaggiasse a velocità infinita). Un po' quello che certa letteratura riporta in alcuni casi di rapporti di stretto legame psicologico tra gemelli omozigoti. Non stiamo parlando di fantascienza. Il fenomeno è stato verificato per via sperimentale già negli anni ottanta e continua a essere esplorato in modo continuo e sempre più sofisticato. David Bohm propose un modello di interpretazione della realtà che prendeva spunto da quello platonico. Immaginatoci seduti sulle poltrone di un teatro con un palcoscenico chiuso da un sipario. Dietro quest'ultimo, qualcuno ha inserito un acquario nel quale nuota un unico pesce e due telecamere che lo riprendono da due angolazioni a no-

vanta gradi l'una rispetto all'altra e che rimandano le immagini su due monitor diversi, posti però al di qua del sipario, in platea. Per noi spettatori che non sappiamo nulla di ciò che è posto al di là del palcoscenico, i pesci sarebbero dunque due, anche se non possiamo non notare che il moto dell'uno si rifletta *istantaneamente* anche sull'altro, come se i due pesci fossero *entangled* (Figura 2).



**FIGURA 2** L'acquario di Bohm: due telecamere da posizioni differenti inquadrano un acquario in cui nuota un unico pesce. Lo spettatore non vede direttamente l'acquario ma solo i monitor collegati alle telecamere, da cui vede due pesci che si muovono sincronizzati



Morale della favola: riusciremo mai a voltarci alle nostre spalle, pur se incatenati nella caverna di Platone, o la nostra realtà sarà sempre e soltanto un gioco di ombre? Riusciremo mai a guardare la “realtà vera” dietro il sipario chiuso di un palcoscenico o per noi i pesci saranno sempre e soltanto due, pure se *correlati*?

Il mito di Platone e il *paradigma bohmiano* sono modi di suggerire i limiti della nostra possibilità di conoscenza di una realtà oggettiva *al di fuori* dei nostri modelli interpretativi.

Convinto da tempo – come qualcuno suggerisce a voce sempre più alta – che dietro la trama ultima e più sottile della realtà ci sia soltanto “numero”, mi sono dedicato da molti anni alla ricerca della “pistola fumante”. Ciò che ho scoperto, lungi dall’essere una prova definitiva, è quantomeno suggestivo. Non esporrò l’intero processo di quello che ho chiamato, forse anche in modo un po’ pomposo “*modello di universo  $\alpha$ -conforme*”, non è certo questa la sede, ma ne darò soltanto il risultato finale, la sua equazione conclusiva che ha lasciato qualcuno decisamente sorpreso: esprimere il valore di una costante ben conosciuta in fisica, come la costante di struttura fine  $\alpha$ , in termini di un numero molto noto in matematica e in geometria, un numero che peraltro solletica anche la nostra percezione di bellezza, di armonia: la sezione aurea.

## Fisica in quattro domande

Se si volesse spiegare a grandi linee tutta la fisica basterebbe rispondere soltanto a quattro domande:

1. Perché una palla lanciata in aria ricade sulla terra?
2. Perché una lampadina illumina una stanza?
3. Perché esiste la radioattività?
4. Perché esiste la materia?

Ognuna di queste domande descrive una “forza” fondamentale della natura. La risposta alla prima domanda si chiama “forza di gravità”, Alla seconda si risponde con “forza elettromagnetica”. Alla terza con “forza nucleare debole”. Alla quarta con “forza nucleare forte”. E dato che si tratta di forze, è possibile attribuire ad esse una grandezza per misurarne l’intensità, una grandezza relativa arbitraria che possa in qualche modo permetterci di confrontarle in rapporto reciproco. Bene, se a quella forte, quella che tiene unita la materia e che la fa esistere perché la racchiude quasi del tutto all’interno del nucleo dell’atomo diamo per convenzione un valore 1 di riferimento, la forza nucleare debole, che spiega sia in quale modo alcuni elementi si liberano di energia in eccesso “decadendo” in altri elementi verso la stabilità tramite la radioattività, sia il meccanismo di funzionamento del nostro sole, risulta tra le centomila e le diecimila e volte più piccola ( $10^{-5}$ - $10^{-4}$ ) rispetto a quella. La forza gravitazionale è addirittura insignificante: ben  $10^{39}$  volte più piccola ( $10^{-39}$ ). Quella elettromagnetica è circa cento volte più piccola. Per l’esattezza, 137.035999... E quest’ultimo numero particolare è il prodotto di una combinazione di altre costanti fondamentali della natura. A tale rapporto:

$$\alpha = e^2/(4\pi\epsilon_0\hbar c) = 1/137.035999139(31) = 7.2973525664(17) \cdot 10^{-3}$$

viene dato il nome di “costante di struttura fine”, una grandezza che da sola potrebbe giustificare l’esistenza di tutto l’universo e anche la nostra presenza in esso. La ricetta è facile: e rappresenta la carica elettrica elementare,  $e$ , la costante dielettrica del vuoto,  $\epsilon_0$  la costante di Planck razionalizzata, cioè divisa per la quantità  $2\pi$ , che sovrintende ai fenomeni dell’infinitamente piccolo e  $c$  la velocità della luce nel vuoto. L’insieme di queste costanti “cucinate” nell’equazione riportata a fondo pagina, dà origine a quel numero puro, un numero privo di dimensioni fisiche. Se fosse di pochissimo diverso da quello che è, l’universo stesso avrebbe caratteristiche molto differenti e forse nemmeno potrebbe ospitarci. O, al contrario, ospitare una natura forse caotica, imprevedibile, senza leggi. In molti hanno cercato di indagare il significato più profondo celato dietro questa costante, senza però riuscirci con criteri di deduzione logica. Molti hanno anche provato a esprimerla in funzione di altri parametri ma sempre tramite coincidenze numeriche “pure” e senza la precisione assoluta raggiunta invece dalla presente elaborazione originale, bensì solo come sterile esercizio di calcolo.

Il valore riportato per la costante  $\alpha$  è il riferimento standard utilizzato dalla comunità scientifica (NIST CODATA<sup>2</sup>, 2014), di recentissima pubblicazione. I numeri tra parentesi rappresentano l’errore sulle due ultime cifre.

In questa nota viene analizzato un procedimento originale che mette in relazione la costante di struttura

fine  $\alpha$  alla *sezione aurea*  $\phi$ , che rappresenta il modo in cui può essere diviso un segmento in due parti affinché quella maggiore sia medio proporzionale tra quella minore e la somma delle due parti, ovvero l'intero segmento. Il rapporto tra queste due parti sarà pertanto:

$$\phi = (1 + \sqrt{5})/2 = 1.618033989\dots$$

### L'evidenza della sezione aurea

Lo sviluppo della presente idea si basa su alcune considerazioni legate al rapporto tra l'età dell'universo,  $t_0$ , così come quest'ultima è stata misurata ormai con grande accuratezza dai dati relativi allo studio del fondo cosmico di radiazione (CMB) delle missioni spaziali, un tempo forniti dalla sonda WMAP e adesso da quella Planck (e che corrisponde a poco meno di quattordici miliardi di anni), e l'intervallo di tempo più piccolo che abbia senso fisico, il cosiddetto *tempo di Planck*,  $t_p$ , derivato da un particolare modo di mettere insieme tre costanti fisiche fondamentali, la costante di gravitazione,  $G$ , la costante di Planck,  $h$ , e quella della luce,  $c$ , che fornisce:

$$t_p = \sqrt{\frac{G \cdot \hbar}{c^5}} = 5.44 \cdot 10^{-44} \text{ s}$$

pari circa a un milionesimo di milionesimo di milionesimo di milionesimo di secondo. Il logaritmo naturale ( $\ln$ ) del rapporto fra il tempo più lungo, cioè l'età dell'universo, e quello più breve, il tempo di Planck, dà:

$$\ln(t_0/t_p) \approx 140$$

Molto vicino all'inverso della costante di struttura fine ( $\alpha^{-1} \approx 137$ ).

Dato il carattere divulgativo del presente lavoro, darò solo il risultato finale, con il quale chiunque, armato di pazienza (e magari anche di computer), potrà confrontarsi. Il processo analitico attraverso cui si giunge all'espressione conclusiva è oggetto di un mio articolo più tecnico in via di completamento ("Una relazione diretta fra la costante di struttura fine e la sezione aurea") e di prossima pubblicazione.

In questa sede descriverò a grandi linee l'idea di fondo, che si basa sull'introduzione di un opportuno parametro adimensionale dipendente dal tempo che tenga conto in modo esplicito della relazione evidenziata più sopra.

Il passaggio successivo consiste nell'inserire tale parametro nella legge che stabilisce la proporzionalità diretta fra la distanza delle galassie e la velocità con cui esse si allontanano reciprocamente (legge di Hubble), evidenza dell'espansione cosmica legata alla teoria del *big bang*. La proporzionalità fra queste due grandezze si esplica tramite la cosiddetta *costante di Hubble*,  $H$  (che in realtà è un termine legato all'inverso dell'età dell'universo,  $t_0$ ).

I dati raccolti nelle missioni WMAP e Planck hanno fornito, per il prodotto fra la costante di Hubble e l'età dell'universo, un valore che si accorda con quello che si ottiene utilizzando il parametro adimensionale da me introdotto, opportunamente elaborato.

Ciò ha permesso di ottenere, in definitiva, una equazione differenziale una cui soluzione offre, in determinate condizioni e per un certo valore della variabile tempo  $t$ ,  $t_\phi$ , il risultato, a meno di uno scarto dell'1%:

$$t_\phi/t_p \approx \phi^2.$$

### Deduzione della relazione fra $\alpha$ e $\phi$

È proprio lo sviluppo esplicito di quello scarto dell'1% a fornire l'espressione più interessante, perché l'elaborazione algebrica (basata sui termini di una ricorrenza implicita) che porta al valore *esatto* della soluzione della precedente equazione trasforma quest'ultima in:

$$\sum_{n=1}^{n=3} \alpha^{n-1} \cdot \left[ 1 - \frac{(-k)^{n-1}}{n} \right] + \sum_{m=1}^{m=2} (\alpha \cdot k)^{m-2} \cdot \{k - 4 \cdot [\ln(\alpha \cdot k)]^{m-1}\}^m = 0$$

avendo indicato con  $k$ :

$$k \equiv \ln(\phi^2)$$

Oppure, raggruppando:

$$\sum_{n=1}^{n=2} \alpha^{n-4} \cdot \left\{ k^{n-2} \cdot \{k - 4 \cdot [\ln(\alpha \cdot k)]^{n-1}\}^n + \alpha \cdot \left[ 1 - \frac{(-k)^{n-1}}{n} \right] \right\} = \frac{k^2}{3} - 1$$

Il valore calcolato per la costante di struttura fine fornirà, risolvendo quindi l'equazione precedente:

$$\alpha_{\text{calc}} = 7.2973525681 \cdot 10^{-3}$$

che può essere confrontato con il dato ufficiale NIST CODATA 2014 già riportato:

$$\alpha = 7.2973525664(17) \cdot 10^{-3}$$

La differenza tra i due dati è pari a  $1.7 \cdot 10^{-12}$ , esattamente uguale all'errore fornito da NIST ( $1.7 \cdot 10^{-12}$ ) per questa costante che – ricordiamolo – deriva dalla misura di altre costanti fisiche fondamentali. Una condizione quindi più che accettabile per la congruenza del dato ricavato. Se si desiderasse aumentare nel calcolo precedente la precisione del valore di  $\alpha$  così determinato (inserendo un maggior numero di decimali di  $\phi$ ), si potrebbe molto probabilmente trovare che esso è addirittura *periodico*, la cui frazione generatrice sarebbe data da:

$$\alpha_{\text{calc}} = 0.00729735256812623362068965517241379310344827586 = \frac{8464928979026431}{1160000000000000000}$$

## Conclusioni

Si tratta solo di un caso? Straordinario quanto si vuole ma solo di un caso, di una combinazione raggiunta in modo fortuito, magari partendo da ipotesi forse fin troppo radicali? L'osservazione incontestabile è che tale relazione *esiste* ed è comunque verificabile da chiunque (utilizzando un software matematico), come dicevo poco prima. L'aspetto più sorprendente è offerto innanzitutto dalla dipendenza della costante fisica  $\alpha$  *esclusivamente dal logaritmo del quadrato della sezione aurea*. A seguire, la presenza della sommatoria lascerebbe sottintendere una

struttura ricorrente nel sottotesto della relazione trovata. Il risultato è in forma ancora grezza ma la sua suggestione è molto forte: l'espressione dell'intensità di una delle quattro forze fondamentali della natura, quella elettromagnetica (la cui variazione anche infinitesima, come abbiamo accennato, renderebbe instabile il Sole oppure elementi normalmente stabili come il carbonio e l'ossigeno, che decadrebbero) si esplica in *termini univoci* attraverso una costante *puramente geometrica e matematica*. E comunque, anche legata alla nostra percezione di bellezza (architettura, arte e musica). Basti pensare che questa "proporzione divina" è rintracciabile anche in opere come il Partenone o nel disegno per mano di Leonardo dell'*Uomo vitruviano* (Figure 3 e 4).

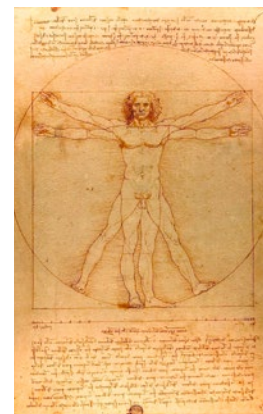
Oltre ogni possibile interpretazione di origine casuale, la descrizione geometrica e ordinata del mondo che può racchiudersi nella sezione aurea,  $\phi$ , sembrerebbe legata alla costante che individua una delle fondamentali interazioni della fisica e alla natura della realtà, dell'universo. E questo, senza alcun intervento di ulteriori parametri. Una relazione implicita e univoca tra due costanti appartenenti a *mondi diversi*. Collegate però all'ordine naturale delle cose. Poiché la sezione aurea la si ritrova anche in una particolare successione di numeri:

1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 ...

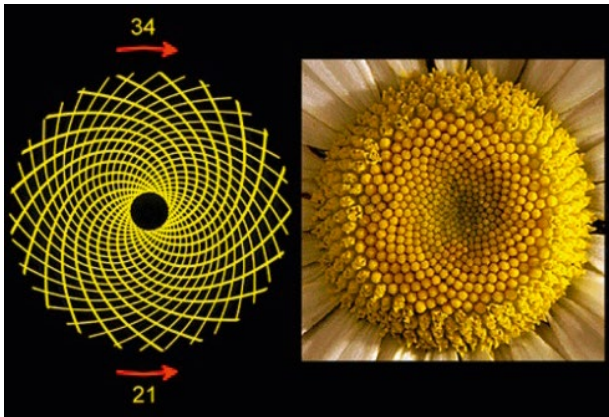
in cui ogni termine è ottenuto dalla somma dei due precedenti. Si tratta della *successione di Fibonacci*, nella quale il rapporto tra due numeri contigui si avvicina sempre di più al valore della sezione aurea (p. es.:  $144/89 = 1.61797...$ ). E questa successione descrive con incredibile



**FIGURA 3** La sezione aurea del Partenone di Atene



**FIGURA 4** L'*Uomo vitruviano* è un disegno a matita e inchiostro su carta di Leonardo da Vinci. Si trova nel *Gabinetto dei Disegni e delle Stampe* delle Gallerie dell'Accademia di Venezia



varietà di casi certe disposizioni che si trovano in natura, dai fiori del disco nei girasoli alla disposizione delle squame in un ananas o a quella

ciò che è dietro le spalle dei prigionieri della caverna? O ciò che è nascosto sul palcoscenico, al di là del sipario?

delle foglie su un fusto. Ma anche alla forma a spirale delle galassie, degli uragani. Se la conformazione di strutture segue una disposizione matematica che tende alla bellezza, il fatto di ritrovare questa configurazione in una costante fisica che può spiegare l'esistenza di questo universo e anche la nostra potrebbe suggerire l'idea che la realtà sia interpretabile in senso matematico.

È dunque questo

È solo matematica quella che è scritta nelle carte di Dio?

A questo punto, però, si aprirebbe uno scenario più inquietante. Una possibile interpretazione della realtà portata alle estreme conseguenze. Se infatti la natura ultima di questa è solo matematica, essa potrebbe risultare *simulabile*. E se essa può essere simulata, *sicuramente* è stata o sarà *simulata*.

In definitiva, viviamo davvero in una simulazione come alcuni scienziati cominciano a sospettare, per via di alcuni strani indizi?

Se fosse questa la spiegazione ultima, essa si avvicinerebbe alla scoperta di un grande inganno, spazzerebbe via ogni assurda convinzione sull'esistenza del libero arbitrio... compensata però in modo consolatorio solo dalla grande bellezza di ciò che comunque continuiamo a percepire intorno a noi.

**Emilio Santoro**

ENEA, Dipartimento Fusione e tecnologie per la Sicurezza Nucleare, Laboratorio Reattori Nucleari di Ricerca

note

1. Roger Penrose, *La strada che porta alla realtà*, Biblioteca Universale Rizzoli, Milano (2011)
2. NIST, National Institute of Standards and Technology, <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>