

A02



Paolo Di Sia

# **Fine-tuning, universo, multiverso**

Tra scienza, filosofia e teismo

*Prefazione di*  
Alessandro Sona





Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)

[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXIX

Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.gioacchinoonoratieditore.it](http://www.gioacchinoonoratieditore.it)

[info@gioacchinoonoratieditore.it](mailto:info@gioacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20

00020 Canterano (RM)

(06) 45551463

ISBN 978-88-255-2943-2

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: dicembre 2019

*A tutte le pietre, scartate  
da costruttori incapaci e  
non liberi, che stanno  
diventando testate d'angolo*



La follia vien collocata in posti  
elevati e gli abili siedono in basso.

La Sacra Bibbia, *Eccl. 10,6*



- 11 *Prefazione*  
di Alessandro Sona
- 13 *Introduzione*
- 15 **Capitolo I**  
*Il fine-tuning: ipotesi*  
1.1. Introduzione, 15 – 1.2. Il problema del fine-tuning alla luce del multiverso, 19 – 1.3. Ipotesi a favore del fine-tuning, 19 – 1.4. La possibile scelta di Dio, 21 – 1.4.1. *La dimensionalità dell'universo*, 22 – 1.4.2. *L'asimmetria materia-antimateria*, 23 – 1.4.3. *Densità dell'universo e costante cosmologica*, 23 – 1.4.4. *Sull'intensità delle interazioni fondamentali*, 24 – 1.4.5. *Le masse delle particelle*, 25 – 1.4.6. *Sul principio antropico*, 28 – 1.5. Ipotesi non-fine-tuning, 28
- 33 **Capitolo II**  
*La logica del fine-tuning*  
2.1. La logica del fine-tuning: introduzione, 33 – 2.2. La deduzione, 34 – 2.3. L'induzione, 35 – 2.4. L'abduzione, 36 – 2.5. Probabilità, scienza duhemiana e naturalismo metodologico, 38
- 43 **Capitolo III**  
*L'ipotesi del multiverso*  
3.1. Introduzione, 43 – 3.2. Dall'universo al multiverso, 45 – 3.3. Sulla gerarchia di Max Tegmark, 48 – 3.4. Sulla cosmologia inflazionaria, 50 – 3.5. Sulla teoria delle stringhe, 53 – 3.6. Sul principio antropico in scenari di multiverso, 55
- 57 **Capitolo IV**  
*Fine-tuning e multiverso*  
4.1. Introduzione, 57 – 4.2. Sull'ipotesi di fine-tuning e non-fine-tuning, 58 – 4.3. Il fine-tuning riferito al funzionamento del multiverso, 65 – 4.4. Considerazioni a sfavore dell'ipotesi di non-fine-tuning, 68 – 4.5. Considerazioni a favore dell'ipotesi di fine-tuning, 70

75    **Capitolo V**

*Fine-tuning e azione divina*

5.1. Evoluzione e multiverso, 75 – 5.2. Fine-tuning nel nostro universo, 76 – 5.3. Sulle spiegazioni del fine-tuning, 77 – 5.4. Dio e il multiverso, 80 – 5.5. La crescita della nostra conoscenza dell'universo, 81 – 5.6. Multiverso, scienza, filosofia, teismo, 83

87    **Conclusioni**

1. Dalla fisica alla metafisica, 87 – 2. Il “migliore di tutti i mondi”, 88 – 3. Riflessioni conclusive, 90

93    **Bibliografia**

111    *Bibliografia in ordine alfabetico*

129    *Elenco delle figure*

131    *Elenco delle tabelle*

# Prefazione

di Alessandro Sona<sup>1</sup>

Ho accettato con grande interesse e curiosità l'invito a leggere questo libro. Mi ha subito colpito, in particolare, la presenza nel titolo di due parole chiave molto affascinanti e originali: multiverso e fine-tuning.

Sono sempre stato appassionato di pianeti, galassie e universo. E qui, in questo titolo, appariva la parola "multiverso", ad indicare qualcosa di ancora più grande e misterioso.

E poi "tuning", una parola per me sinonimo di armonia, ordine e bellezza, e qui associata all'aggettivo "fine", a richiamare la possibilità di un qualcuno, un sintonizzatore, una mente, un Dio, all'origine di tutto questo.

Ma a chi si rivolge questo libro? La presenza di numerosi concetti complessi di fisica, astronomia, logica, matematica, filosofia, eccetera, potrebbe far pensare solamente a degli "addetti ai lavori". Ma non è così. Ritengo questo libro adatto a tutti gli amanti delle esplorazioni più grandi, a quelli che amano scoprire e lasciarsi stupire, senza la pretesa di capire e conoscere tutto.

È questo il modo con cui mi sono avvicinato alle pagine di questo libro. Ho immaginato un viaggio di esplorazione da inesperto ma accompagnato da una guida esperta, l'autore. Un viaggio tra i più grandi misteri della vita, dell'universo, o multiverso, di Dio.

Nel libro, infatti, si parla di universo, di questo universo, ma anche di molti universi. Si parla di fisica ad un livello altissimo, quasi da vertigini. Si parla di inizio dell'universo, di simmetrie e asimmetrie, di vita e osservatori, di teorie e scenari ipotetici. Ci si confronta con i grandi della scienza di ogni tempo, sui loro pensieri, dibattiti, ipotesi. Lo stile è a tratti scientifico e a tratti più divulgativo con esempi accessibili a tutti, in un'alternanza che permette da un lato di rimanere agganciati al discorso, da un altro di avvicinarsi a delle vette impossibili da raggiungere da soli.

---

<sup>1</sup> Professore - Università degli Studi di Padova.

L'autore torna e ritorna più volte sui concetti più difficili spesso con esempi che incoraggiano il lettore a fare un passo in più, come a dirti: "Coraggio, ce la puoi fare, fai un passo in più, vieni a vedere il panorama da quassù".

Ed è questo che è capitato a me, pagina dopo pagina. Come dicevo, sono sempre stato affascinato dall'universo, dai pianeti, dallo spazio-tempo. Ma qui gli scenari si moltiplicano e le ipotesi ancora di più.

E poi, il fine-tuner: e se fosse veramente opera di un fine-tuner, di una mente così creativa e così buona che ha creato e accordato tutto in modo così fine? E se veramente tutto fosse stato fatto per qualcuno, per un osservatore, per te e per me?

Il libro non impone un punto di vista, fine tuner o non fine tuner, universo o multiverso. Presenta le diverse possibilità accompagnandoti passo passo e presentando i vari pro e i contro di ogni ipotesi.

Un accompagnamento attraverso i grandi della scienza, della filosofia e della teologia di ogni tempo. Un accompagnamento rispettoso del lettore, della sua libertà di avere una propria opinione, come un buon maestro a cui non interessa imporre una conclusione ma piuttosto incoraggiare all'esplorazione, alle domande.

Per questo ritengo il libro utile ed efficace come spunto non solo personale ma anche a livello di gruppo, in incontri culturali di condivisione e discussione tra amici, appassionati, curiosi, studenti.

Le persone amano ritrovarsi per parlare di queste cose perché questi sono argomenti nobili, che fanno bene alla mente e al cuore, che ti aiutano a guardare le cose di ogni giorno da una prospettiva diversa e più ampia.

Ci ricordano di alzare la testa ogni tanto, vincendo quella "forza di gravità" che spesso trascina il nostro sguardo verso il basso, le cose di questo mondo, i nostri dispositivi multimediali, per guardare in alto e capire che di fatto non siamo nulla rispetto all'uni/multiverso, ma forse siamo tutto, e lo scopo di tutto.

## Introduzione

L'ipotesi del multiverso, ossia la visione secondo cui non esiste un solo universo, ma molti (forse infiniti), è l'alternativa principale alla competitiva ipotesi del *fine-tuning*, ossia che le leggi della fisica e le costanti siano *sintonizzate ad hoc* per l'esistenza della vita sulla terra in questo universo. Il multiverso dissipa molti aspetti dell'argomento di *fine-tuning*, suggerendo che vi sono diverse condizioni iniziali in ogni differente universo, poichè variano le costanti della fisica e le leggi della natura perdono l'arbitrarietà dei loro valori; secondo questa linea di pensiero, il multiverso indebolisce l'argomento dell'universo singolo "finemente sintonizzato per la vita umana".

Nonostante ciò, è possibile comunque sostenere ugualmente l'argomento del *fine-tuning* e la possibile esistenza di un *fine-tuner* (una *mente* creatrice iniziale). Addirittura il multiverso potrebbe rafforzare l'argomento del *fine-tuning*, limitando i parametri ad una descrizione più fondamentale necessaria affinché esso funzioni come dovrebbe, potendo le descrizioni fisiche non essere le stesse in ogni universo che lo compone.

Il compito di spiegare come funziona il meccanismo del multiverso può non essere riconducibile al multiverso stesso. La sintonizzazione da parte di una mente serve come spiegazione sufficiente e migliore per i dati ad oggi conosciuti.

Le religioni monoteistiche come l'ebraismo e il cristianesimo affermano che Dio ama tutti gli umani e li ha creati a Sua immagine. Tuttavia, abbiamo anche imparato da Darwin che non siamo stati creati separatamente dalle altre forme di vita sulla terra. Molti cristiani si sono opposti all'evoluzione darwiniana perché metteva in crisi l'idea di progettualità di Dio. Oggi sta crescendo il pensiero che le costanti della fisica finemente sintonizzate potrebbero essere spiegate da un multiverso con molti insiemi distinti di costanti fisiche. L'idea del multiverso, anche se non è (ancora) una soluzione ai problemi della fisica, merita comunque seria considerazione e non risulta in conflitto con la teologia cristiana. Le idee relative al multiverso non sono pertanto necessariamente contrarie al teismo e al cristianesimo.

Non tutti i cristiani sono contrari a queste idee, così come non tutti i cristiani lo sono relativamente alle idee evoluzionistiche, anche se alcuni si sono opposti ad entrambe.

Nonostante le teorie sul multiverso non richiederebbero costanti della natura adeguatamente sintonizzate, non si esclude comunque la possibilità che l'intero multiverso sia stato progettato ad un livello più alto, per esempio da un Creatore benevolo.

Il volume tratta in dettaglio tali problematiche, offrendo una visione critica e sottolineando gli aspetti tuttora non chiari e non risolti. Ospita interessanti figure illustrative e un'ampia bibliografia divulgativa e tecnica.

Desidero ringraziare tutte/i le/i componenti della casa editrice *Aracne editrice S.r.l.* di Roma, che con professionalità hanno seguito le fasi di creazione e realizzazione del volume.

Un ringraziamento speciale va al Prof. Alessandro Sona, che ha letto il volume con attenzione, offrendo la sua conoscenza e la sua passione per gli argomenti trattati.

Verona, novembre 2019

## Il fine-tuning: ipotesi

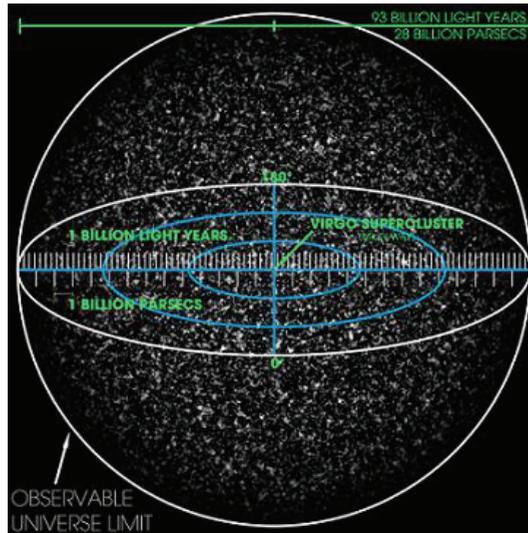
### 1.1. Introduzione

Sembra non esserci dubbio, da parte di molti cosmologi e filosofi, che l'universo che abitiamo sia *sintonizzato*; se il valore delle leggi fisiche fosse diverso, questo universo non potrebbe produrre osservatori. *Fine-tuning* è un termine metafisicamente e religiosamente neutro usato per affermare che se l'universo fosse stato altrimenti, non avrebbe ospitato la vita umana.

Una delle grandi domande riguarda se questo fine-tuning è il risultato di un *fine-tuner*, una mente creatrice, o se è solo uno strumento semantico per descrivere i valori equilibrati che sono spiegati da ipotesi concorrenti di *non-fine-tuning*. Il termine *design* (progetto) comporta invece implicazioni metafisiche e religiose.

Negli ultimi decenni le implicazioni metafisiche e religiose, come ipotesi esplicative accettabili per i dati cosmologici, sono state criticate e respinte da molte persone di scienza e non. La sintonizzazione negli scenari di multiverso conduce comunque alla possibilità di una mente antecedente, un fine-tuner. Più universi ci sono (forse infiniti), più informazioni ci sono; una mente sembrerebbe essere l'unica spiegazione conosciuta per l'*origine* dell'informazione e non semplicemente la sua *trasformazione*.

Per *universo* intendiamo un singolo sottosistema composto da proprie condizioni iniziali, costanti, leggi di natura, ecc., che sono causalmente distinte da altri sottosistemi. È collegato a ciò che consideriamo essere la nostra regione o sistema osservabile, ossia il *volume di Hubble*, una sfera attorno a noi di circa 93 miliardi di anni luce di diametro (Figura 1).<sup>1,2</sup>



**Figura 1.** Il volume di Hubble.<sup>3</sup>

L'aggregato di questi sottosistemi comporrrebbe un multiverso.

Un *multiverso* può essere composto da molti o infiniti universi. Attorno a questo concetto sono nate varie teorie e modelli, che spesso hanno sottili differenze tra loro e sono in continua evoluzione. Tra i modelli più accreditati a livello scientifico abbiamo:

a) multiverso che è una *congettura ragionevole basata su una teoria consolidata*:

- multiverso “a bolle”;

b) multiversi che sono *congetture speculative basate su teorie non complete e non provate*:

- multiverso “rimbalzante”;

- multiverso “eterno” o di “inflazione caotica”;

- multiverso della “teoria delle stringhe / teoria M”;

- multiverso “ciclico di brane” (“multiverso epirotico”);

c) multiverso che *deriva dall'interpretazione “a molti mondi” della teoria quantistica*.<sup>4</sup>

Un *osservatore* è un agente intelligente che ha la capacità di vivere

nel sistema in cui si trova.

Con *intelligenza* intendiamo la capacità di razionalizzare, pensare ed essere consapevoli di sé. Questo non include la semplice vita, poiché tutta la vita non è vita intelligente; un batterio ad esempio non soddisfa le condizioni sufficienti per la vita intelligente, né gli animali in generale. Intendiamo in particolare gli esseri umani (*homo sapiens sapiens*).

Le *costanti fisiche* sono i valori dei vari spazi-tempi, energie e leggi naturali che hanno parametri d'insieme che determinano la struttura e la funzione di un universo. Le costanti variano in valore da universo a universo negli scenari di multiverso; il valore della gravità può variare da un universo ad un altro. Le principali costanti del nostro universo e i loro valori sono riassunte nelle Tabelle 1 e 2.

**Tabella 1.** Costanti fisiche del nostro universo (in unità CGS).

<i>Nome</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità CGS</i>
Velocità della luce nel vuoto	$c$	$2.99792458 \cdot 10^{10}$	$\text{cm s}^{-1}$
Costante di Planck	$h$	$6.6260755(40) \cdot 10^{-27}$	$\text{erg s}$
	$\hbar$	$1.05457266(63) \cdot 10^{-27}$	$\text{erg s}$
Costante gravitazionale	$G$	$6.67259(85) \cdot 10^{-8}$	$\text{cm}^3 \text{g}^{-1} \text{s}^{-2}$
Carica elettrica dell'elettrone	$e$	$4.8032068(14) \cdot 10^{-10}$	e.s.u.
Massa dell'elettrone	$m_e$	$9.1093897(54) \cdot 10^{-28}$	$\text{g}$
Massa del protone	$m_p$	$1.6726231(10) \cdot 10^{-24}$	$\text{g}$
Massa del neutrone	$m_n$	$1.6749286(10) \cdot 10^{-24}$	$\text{g}$
Massa dell'atomo di idrogeno	$m_H$	$1.6733 \cdot 10^{-24}$	$\text{g}$
Unità di massa atomica	$\text{amu}$	$1.6605402(10) \cdot 10^{-24}$	$\text{g}$
Numero di Avogadro	$N_A$	$6.0221367(36) \cdot 10^{23}$	
Costante di Boltzmann	$k$	$1.380658(12) \cdot 10^{-16}$	$\text{erg K}^{-1}$
Elettron-volt	$\text{eV}$	$1.6021772(50) \cdot 10^{-12}$	$\text{erg}$
Costante di Stefan	$a$	$7.5646 \cdot 10^{-15}$	$\text{erg cm}^{-3} \text{K}^{-4}$
Costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5.67051(19) \cdot 10^{-5}$	$\text{erg cm}^{-2} \text{K}^{-4} \text{s}^{-1}$
Costante di struttura fine	$\alpha$	$7.29735308(33) \cdot 10^{-3}$	
Costante di Rydberg	$R_\infty$	$2.1798741(13) \cdot 10^{-11}$	$\text{erg}$

*Ipotesi del sintonizzatore* (fine-tuner): questa ipotesi si basa sul fatto che i valori delle costanti fisiche e le leggi siano la conseguenza di una mente antecedente che ha determinato *causalmente* tali valori. Questa mente deve essere antecedente a qualsiasi universo o multiverso; è sufficiente per l'origine dell'informazione e i valori

impostati in ciascun universo o multiverso. Potrebbe essere che ci siano molte menti che possono o hanno determinato i valori, ma la loro quantità è per lo scopo del volume irrilevante.

**Tabella 2.** Costanti astronomiche del nostro universo (in unità CGS).

<i>Nome</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità CGS</i>
Unità astronomica	AU	$1.496 \cdot 10^{13}$	cm
Parsec	pc	$3.086 \cdot 10^{18}$	cm
Anno luce	ly	$9.463 \cdot 10^{17}$	cm
Massa del Sole	$M_{\odot}$	$1.99 \cdot 10^{33}$	g
Raggio del Sole	$R_{\odot}$	$6.96 \cdot 10^{10}$	cm
Luminosità del Sole	$L_{\odot}$	$3.9 \cdot 10^{33}$	erg s <sup>-1</sup>
Temperatura superficiale del Sole	$T_{\odot}$	$5.780 \cdot 10^3$	K
Costante di Hubble	$H_0$	$h \times 100$	km s <sup>-1</sup> Mpc <sup>-1</sup>
Parametro di Hubble	h	$0.71 \pm 0.04$	
Hubble time	$t_H = H_0^{-1}$	$9.78 h^{-1}$	miliardi di anni

È importante ricordare che questa ipotesi non è necessariamente legata e non può argomentare per Dio, inteso nella comprensione classica come il più grande essere concepibile, l'*Essere*. Il fine-tuner non è in questo caso legato a caratteristiche come il potere, la bontà, l'essenza, la rivelazione speciale, ecc.

Per *ipotesi non-fine-tuner* intendiamo qualsiasi ipotesi esplicativa per l'origine di informazioni e valori di costanti fisiche e leggi che sia contraria a quella del fine-tuner.

Per *multiverso che consente la vita* si intende un qualsiasi livello del multiverso che funziona in modo "antropicamente amichevole", con conseguente produzione di universi che permettono la vita.

Con *necessitarismo* ci riferiamo alla dottrina filosofica incentrata sul concetto di necessità.

In un articolo sui suoi tentativi di creare una teoria unificata delle interazioni fondamentale dell'universo, il padre della teoria della relatività Albert Einstein (1879-1955) scrisse: "In modo approssimativo ma sincero, si potrebbe dire: non solo vogliamo capire come funziona la natura [...] ma siamo anche alla ricerca dell'obiettivo forse utopico e presuntuoso di capire perché la natura è così com'è e non altrimenti".<sup>5</sup>

Verso la fine degli anni trenta, il matematico e fisico britannico Banesh Hoffmann (1906-1986) pose una domanda simile: “Quando giudico una teoria, mi chiedo se, se fossi Dio, avrei organizzato il mondo in tal modo”.<sup>6</sup> Sempre Einstein fece la famosa osservazione: “Ciò che mi interessa davvero è se Dio avrebbe potuto creare il mondo in modo diverso”.<sup>6</sup> Queste domande ribadiscono la volontà di conoscenza sulla domanda che già si era fatto Leibniz se noi viviamo nel “migliore degli universi” nel contesto della fisica moderna.<sup>7</sup>

## 1.2. Il problema del fine-tuning alla luce del multiverso

L’ipotesi del multiverso è la principale alternativa all’ipotesi concorrente che la regolazione fine osservata sia il risultato di un fine-tuner. Il multiverso dissipa molti aspetti dell’argomento del fine-tuning suggerendo che ci sono differenti condizioni iniziali in ogni universo, variando le costanti della fisica, e indebolisce in tal modo il fine-tuning.

Sono state evidenziate alcune opzioni per cui un progetto non sarebbe necessario se l’ipotesi del multiverso è utilizzata come spiegazione alternativa. Il progetto potrebbe essere:

- a) “illusorio” se la vita potesse adattarsi a condizioni molto diverse o se i valori delle costanti potessero compensarsi a vicenda;
- b) potrebbe essere un risultato del caso;
- c) potrebbe essere inesistente perché la natura non avrebbe potuto essere altrimenti;
- d) potrebbe essere un prodotto di “darwinismo cosmico”, o selezione naturale cosmica, rendendo i valori misurati molto probabili all’interno di un insieme di molti valori diversi.<sup>8</sup>

## 1.3. Ipotesi a favore del fine-tuning

Il metodo di ragionamento utilizzato per l’argomento può essere presentato in forma *abduittiva* (ossia di sillogismo in cui la premessa maggiore è certa mentre quella minore è solamente probabile); in

questa forma può apparire in diverse fasi collegate tra loro:

1) data l'evidenza del fine-tuning, un universo/multiverso che permette la vita è assai improbabile in assenza di un fine-tuner;

2) data l'evidenza del fine-tuning, un universo/multiverso che permette la vita non è improbabile nell'ipotesi della presenza di un fine-tuner;

3) pertanto, un universo/multiverso che permette la vita supporta fortemente il fine-tuning rispetto al non-fine-tuning.<sup>9</sup>

Argomentazioni assunte circa l'esistenza di Dio andrebbero ad aumentare la probabilità dell'esistenza di un fine-tuner. Tuttavia, per mantenere l'argomento il più possibile "neutrale", escludiamo tematiche di tipo apologetico. Di fatto l'ipotesi di fine-tuning incapsula tutto ciò che viene discusso e la sua negazione include qualsiasi altro tentativo di spiegare i dati.

Vi sono vari meccanismi che consentirebbero al multiverso di funzionare, tra i quali in particolare:

i) un meccanismo atto a fornire l'energia necessaria per la formazione degli universi-figli; si parla di "fine-tuning del campo di inflazione";

ii) un meccanismo per formare gli universi-figli. L'attuale meccanismo sono le equazioni di campo di Einstein assieme al campo di inflazione;

iii) un meccanismo per convertire l'energia del campo di inflazione alla normale massa/energia che troviamo nel nostro universo. Il meccanismo è dato dall'equazione  $E = mc^2$  aggiunta all'accoppiamento tra campo di inflazione e campi di materia;

iv) un meccanismo che consente una variazione sufficiente nelle costanti della fisica tra gli universi (una delle previsioni della cosmologia quantistica è di avere costanti casuali). Il meccanismo attuale è collegato alla teoria delle superstringhe o alla teoria-M.<sup>10-13</sup>

Circa l'ulteriore comprensione della definizione di fine-tuner relativamente a quanto precedentemente considerato, intendiamo una