

IL PRINCIPIO ANTROPICO

ALDAI 18 aprile 2018

PREMESSE

- Campo prettamente scientifico con brevi escursioni nell Filosofia della Scienza e della Cosmologia
- Ricordarsi che la scienza non possiede verita' ma solo teorie che «funzionano» in attesa di altre che funzionino meglio
- Nulla nella scienza e' definitivo
- Anche la matematica non ha verita', ma solo conseguenze di postulati indimostrabili
- Citazione di Du Sautoy

PREMESSE

- Ognuno ha competenza nel suo campo specifico ed e' al piu' un discreto dilettante nelle altre discipline
- Quando gli scienziati parlano di politica o filosofia o metafisica, anche se Nobel, non hanno piu' competenza e autorevolezza di una qualsiasi persona di cultura superiore
- Hawking e' in questo senso paradigmatico e cosi' la sua affermazione che la filosofia e' morta

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Background storico culturale
 - Il pendolo culturale storicamente oscilla
 - Dopo millenni di antropocentrismo la rivoluzione scientifica afferma il copernicanesimo o, piu' modernamente, il principio di mediocrita'
 - Noi ci troviamo su un pianeta come altri orbitante una stella come altre in una galassia come altre ecc. tutto e' isotropo e omogeneo sia sulla freccia dello spazio che del tempo
 - Negli ultimi 50 anni il principio entra in crisi perche' contraddetto da molte scoperte fra cui quella del Big Bang

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Troppe cose si rivelano «speciali», come dimostra lo sviluppo del concetto di abitabilità'
- 1973 Brandon Carter enuncia il Principio Antropico Debole (PAD):
 - “Dobbiamo accettare il fatto che il luogo in cui ci troviamo nell' Universo e' necessariamente privilegiato al punto di essere compatibile con la nostra presenza di osservatori”

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Brandon Carter enuncia anche il Principio Antropico Forte (PAF):
 - “ L’ Universo e i parametri fondamentali su cui e’ fondato devono essere tali da permettere la creazione di osservatori in qualche momento della sua evoluzione”
- 1986 Barrow & Tipler pubblicano: Il Principio Antropico; libro controverso ma basilare

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Barrow e Tipler per primi mettono in relazione la nostra esistenza con la convergenza estremamente precisa di molte costanti fisiche su valori favorevoli allo sviluppo di sistemi biologici complessi. Essi enunciarono una loro versione del PAF. “ L’ Universo deve avere proprietà che consentano lo sviluppo della vita prima o poi”

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Il libro ebbe reazioni anche accese per il suo orientamento teistico, ma la sostanza delle argomentazioni ha ben resistito nel tempo per il grande calibro scientifico dei due autori.
- Tesi: poiché anche minime variazioni delle costanti universali rendono l' Universo sterile, poiché lo spazio di abitabilità occupa una porzione infinitesimale delle possibilità e' non irragionevole dedurre una non casualità

IL PRINCIPIO ANTROPICO

- Dibattito strettamente scientifico, non religioso ne' teologico
- Fatto: negli ultimi 50 anni accumulo di coincidenze impressionanti
- Fatto: accettazione pressoché' unanime della comunità' scientifica della esistenza di tali coincidenze
- Interpretazione: convergenza su tre posizioni prevalenti

Le tre posizioni prevalenti

- Esiste una teoria del tutto, oggi ancora ignota, che spiegherà perché le cose stanno necessariamente così. (Hawking e altri)
- Esiste un meccanismo fisico di creazione di infiniti universi le cui leggi sono determinate casualmente da fluttuazioni quantistiche. Noi siamo necessariamente in un Universo che funziona
- Esiste un orientamento forte dell' Universo favorevole all' emersione della vita, compatibile con una intenzionalità (Davies, Rees , Barnes)

Premessa al FINE-TUNING

- Il dibattito fra i sostenitori delle tre posizioni e' assai vivace e in continuo sviluppo
- Le reciproche obiezioni e contro-obiezioni sono brillanti e non banali come la statura intellettuale dei proponenti
- L' oggetto del dibattere e' la crisi del principio di mediocrita' e una spiegazione accettabile del FINE-TUNING ossia dello speciale orientamento del nostro Universo verso l' abitabilita'

Premessa al FINE-TUNING

- Due teorie alla base della corrente comprensione dell'Universo
 - Teoria Generale della Relativita'
 - Teoria delle Particelle Elementari
- Entrambe super-verificate
- Entrambe hanno predetto fenomeni prima sconosciuti
- Entrambe super-affidabili nei loro ambiti: scala cosmica e scala microscopica

Premessa al FINE-TUNING

- Certezza che non sono la soluzione ultima. Una o entrambe sono inesatte:
 - GR miope su piccola scala e degenera in singularita' in casi estremi
 - PE ignora la gravita', non spiega l' eccesso di materia, non spiega materia ed energia oscura, sbaglia di 10 con 126 zeri nella predizione dell' energia del vuoto
 - Entrambe contengono piu' di 20 costanti il cui valore non ha base teorica

Premessa al FINE-TUNING

- Alcuni esempi:
 - Costante di gravitazione Universale
 - Velocita' della luce
 - Massa e carica dell' elettrone
 - Masse delle particelle elementari
 - Valore della costante cosmologica Lambda

Premessa al FINE-TUNING

- Molte di queste costanti si trovano ad avere valori in situazioni di equilibrio instabile
- Se per piccole variazioni il sistema nel suo insieme varia poco abbiamo una situazione di stabilità
- Se Invece piccole variazioni alterano grandemente il sistema abbiamo instabilità
- Ci troviamo nel secondo caso
- Vedremo ora alcuni esempi

Esempi di FINE-TUNING

- Massa del Neutrone (o rapporti di massa fra i quark)
- Nulla ci da conto dei valori di massa assoluti e relativi delle particelle elementari
- Le particelle decadono da piu' pesanti a piu' leggere liberando energia
- Il neutrone e' leggermente piu' pesante del protone e se libero decade in 15 minuti in un protone

Esempi di FINE-TUNING

- Nel nucleo atomico viene stabilizzato e non decade e diluendo la carica elettrica dei protoni e rendendo possibile la formazione dei nuclei atomici piu' complessi
- Aumentiamo ora la sua massa solo dell 1%
- Cio' e' sufficiente perche' decada anche nei nuclei, che rimasti di soli protoni si disintegrerebbero: un Universo di solo Idrogeno

Esempi di FINE-TUNING

- Immaginiamo il contrario, un neutrone piu' leggero dell' 1%
- Ora sono piu' pesanti i protoni che in breve decadono in neutroni eliminando anche gli elettroni
- Abbiamo un Universo assolutamente sterile fatto di soli neutroni vaganti

Esempi di FINE-TUNING

- Le costanti di accoppiamento, ovvero il valore relativo delle 4 forze che regolano l' Universo
 - Forza nucleare forte: 1
 - Elettromagnetismo: $1/137$
 - Forza nucleare debole 10^{-6}
 - Gravita': 10^{-39}
- La chimica esiste perche' la «debolezza» dell' elettromagnetismo lo confina alle interazione dei gusci atomici

Esempi di FINE-TUNING

- L' elettrone ha una massa di $1/2000$ del protone e una forza pari a $(1/137)^2$ ossia di $1/20000$ della forza nucleare.
- L' energia chimica e' meno di un milionesimo della energia nucleare
- La chimica non puo' agire sui nuclei, gli elementi restano stabili
- Variazione del solo 10% della massa dell' elettrone o della sua forza permetterebbero alla chimica di scatenare reazioni nucleari: mondo instabile iper-radioattivo

Esempi di FINE-TUNING

- Risonanza di Hoyle del Carbonio 12
 - La produzione del carbonio nella combustione stellare sarebbe impossibile
 - Poiche' avviene e permette a noi di esistere Hoyle applicando il principio antropico dedusse che doveva esistere una particolare risonanza del nucleo di carbonio che rendeva possibile la sua produzione.
 - Nel 1953 Fowler scopri' la risonanza e vinse il premio Nobel

Esempi di FINE-TUNING

- La risonanza aumenta la probabilità di produzione del carbonio di 10 milioni di volte
- Si è scoperta analoga risonanza per l'Ossigeno per cui 2/3 del Carbonio si trasformano in Ossigeno
- Aumento della FNF dello 0,4% stoppa Ossigeno
- Diminuzione del 4% brucia tutto il Carbonio
- Oscillazione di 1% di massa Quark inibisce entrambi

Esempi di FINE-TUNING

- Il valore della Costante Cosmologica
- La Costante Cosmologica corrisponde all' energia repulsiva del vuoto, alla cosiddetta Energia Oscura
- Il valore osservato è positivo ed enormemente più piccolo di quello che ci si aspetterebbe, circa 10^{-120} , un valore mostruosamente piccolo, derivante da una simmetria quasi perfetta tra i contributi bosonici e fermionici nelle fluttuazioni quantistiche del vuoto, con una infinitesima prevalenza dei bosoni, e cioè dei contributi di energia su quelli di materia. Tale asimmetria "finemente regolata" fa il paio con la simmetria quasi perfetta nel bilancio, positivo, tra materia e antimateria.

Esempi di FINE-TUNING

- Se La CC fosse piu' alta non si sarebbero formate stelle piccole e galassie, nessun sistema stellare durevole
- Se la CC fosse zero invece che molto piccola e efficace dopo i primi 6 miliardi di anni, non avrebbe diluito abbastanza l' Universo da rendere piu' rari i rischi di supernove proprio quando la chimica dell' Universo evolveva verso la vita

Esempi di FINE-TUNING

- Il fattore Q ovvero le variazioni di densità nell'Universo primordiale
- L'inflazione risolve molti problemi del modello cosmologico quali:
 - Il perché lo spazio è piatto omogeneo e isotropo
- Il prezzo è l'introduzione di ipotesi non provate:
 - l'ipotetico campo inflaton
 - un meccanismo di partenza
 - uno di arresto tale che consenta un'uscita con il tipo di disomogeneità misurate nella CMB

Esempi di FINE-TUNING

- Esse, chiamate fattore Q sono pari a $1/100000$
- Se Q e' leggermente superiore l' Universo collassa in tanti piccoli buchi neri
- Se Q e' leggermente inferiore la galassie non si formano
- Vi rimando ai testi presentati per una collezione impressionante di altri esempi

Interpretazioni

- Nessuno dubita piu' del fine-tuning
- Divergono le interpretazioni
- Il PAD ne esce depotenziato e ridotto a una mera tautologia: la nostra esistenza esige tutte quelle coincidenze, non una di meno, o non esisteremmo
- Il PAF e' assai piu' controverso: esiste o no un imperativo «biologico» e se si' e' dovuto a leggi di natura o una intenzionalita'?

CRITICA DELLE INTERPRETAZIONI

- Abbiamo raggruppato le interpretazioni in tre gruppi principali:
 - Fiducia in future teorie
 - Applicazioni del concetto di Multiverso
 - Ipotesi del demiurgo o deista

Fiducia in future teorie

- La componente piu' riduzionista, pur ammettendo il FINE-TUNING critica le coincidenze alla radice
- Per parlare di coincidenze e' necessario accertare la variabilita' delle condizioni
- Possono davvero i parametri variare o leggi ancora ignote li determinano necessariamente?
- Se cosi' fosse non ci sarebbe alcuna coincidenza, ma solo leggi di natura

Fiducia in future teorie

- La convinzione e' che esista una teoria ultima, detta teoria del tutto, che permetta di dare ragione di tutte le costanti e permetta di spiegare perche' l' Universo sia cosi' e non diverso.
- Hawking era il principale esponente di questa linea.

Critica

- Questa posizione viene attaccata con validi argomenti dai sostenitori delle altre due tesi.
- Argomento epistemologico: una teoria scientifica e' una descrizione soddisfacente e provvisoria della realta'. La certezza e' irraggiungibile e anche se incappassimo nella teoria ultima non potremmo mai saperlo. Potremo forse derivare teoricamente il valore di alcune costanti ma senza spostare i termini del problema

Critica

- Argomento scientifico: se la teoria delle stringhe e' vera le costanti sono condizioni al contorno che si determinano in modo casuale durante la fluttuazione quantistica che da origine alla bolla Universo. Quindi la teoria del tutto non puo' risolvere il problema
- Argomento filosofico: una legge ultima che certificasse come necessita' di natura le coincidenze osservate non farebbe che provare in modo inoppugnabile il PAF

Applicazioni del concetto di Multiverso

- Tesi: se esiste un meccanismo di creazione di Universi infinito ed eterno in cui leggi di ciascun Universo vengono create casualmente al momento della sua nascita. Allora esistono infiniti universi in cui tutte le possibili combinazioni si verificano. Noi come osservatori non possiamo altro che trovarci in un Universo FINE-TUNED altrimenti non esisteremmo

Applicazioni del concetto di Multiverso

- Su questa tesi si fonda una congettura scientifica articolata in due fasi:
 - Meccanismo creatore di Universi:
 - Il nostro Universo ha avuto origine dal Big Bang
 - L' inizio e' caratterizzato da espansione esponenziale (inflazione)
 - Localmente l' inflazione si arresta creando una bolla Universo
 - Si scala generale l' inflazione non si arresta mai ed e' eterna
 - Si generano infinite bolle Universo isolate e incomunicanti

Applicazioni del concetto di Multiverso

- Fino a questo punto non entra in gioco il fine-tuning
- I prime tre punti sono consolidate teorie scientifiche in attesa di ulteriori conferme
- Gli ultimi due sono controversi e poco accettati come teorie in quanto non verificabili
- In ogni caso così' vengono prodotti Universi con le stesse leggi e quindi tutti Fine-tuned, e' necessaria una seconda serie di ipotesi

Applicazioni del concetto di Multiverso

- Seconda serie di ipotesi (necessaria per giustificare il FT):
 - la teoria delle stringhe e' valida
 - Le costanti sono perciò variabili al contorno, libere di assumere qualunque valore casualmente alla creazione di ciascuna bolla Universo
 - I Big Bang originano da fluttuazioni quantistiche (che sono il presupposto per generazioni assolutamente casuali)
- Conclusione: esisteranno osservatori solo negli Universi Fine-tuned che saranno una esigua minoranza

Critica

- Si tratta di una suggestiva congettura
- L' inflazione e' assai probabile ma non confermata ne' ben conosciuta: decine di soluzioni alternative
- Non e' detto che sia eterna, solo alcune soluzioni lo prevedono
- La teoria delle stringhe e' suggestiva ma priva di qualunque conferma osservativa
- L' origine quantistica altamente speculativa

Critica

- Metodologica: si tratta di una soluzione ad hoc (fine-tuned) sopravvalutata perche' suggestiva e affascinante
- Inconsistenze interne:
 - Col Teorema BGV Vilenkin ha dimostrato che l' inflazione puo' essere eterna per il futuro, ma non per il passato: resta quindi insoluto il problema dell' origine
 - Afflitto dal problema dei Cervelli di Boltzmann

Critica

- Tutte le ipotesi che prevedono lo sviluppo per tempi infiniti di combinazioni di elementi in numero finito originano infinite repliche a tutti i livelli
- La teoria quantistica introducendo la granularita' dello spazio rende finito il numero degli elementi e apre la porta alle infinite repliche

Critica

- Una soluzione, per essere attendibile, deve essere coerente con le nostre osservazioni
- Noi osserviamo un Universo complesso coerente e sterminato
- Possiamo essere sicuri della assenza di Cervelli di Boltzmann
- Ma cosa sono? Rivincita' della filosofia

I cervelli di Boltzmann

- Boltzmann e' il padre della termodinamica
- Per la seconda legge, l' entropia di un sistema cresce sempre
- Se l' Universo e' eterno come mai noi osserviamo un livello molto basso di entropia?
- Boltzmann suggerì che localmente fluttuazioni statistiche potessero generare sacche di bassa entropia. Il nostro Universo sarebbe una di queste sacche

I cervelli di Boltzmann

- Di fatto noi constatiamo che la nostra sacca ha dimensioni smisurate
- E' vero che in un universo infinito tutto cio' che non ha probabilita' 0 si verifica, ma tanto piu' piccola e' la sacca e tanto piu' probabile sara' la fluttuazione
- Al limite un solo cervello in cui tutta la realta' e' simulata e' 10^{123} volte piu' probabile del nostro Universo osservabile

I cervelli di Boltzmann

- Per i principi di mediocrità e di selezione, la probabilità che noi siamo cervelli di Boltzmann è quasi totale
- Ma poiché ciò contrasta con le nostre osservazioni l'ipotesi di un multiverso infinito non è confermata
- L'obiezione è presa in seria considerazione e tutte le più recenti pubblicazioni sulle varie versioni del multiverso cercano di dimostrare che tale difetto non si applica al loro modello

Conclusione sul Multiverso

- Ipotesi suggestiva ma zeppa di gap logici e scientifici. Assai forzata in funzione della desiderabilità della conclusione
- Un chiarimento su Hawking: le solite distorsioni giornalistiche hanno riferito di una sua ultima pubblicazione sul Multiverso in cui spiegherebbe come trovare le tracce di Universi paralleli

Conclusioni sul Multiverso

- In realta' Hawking semplicemente analizza le implicazioni del concetto
- Ammettendo che il concetto sia vero, Hawking costruisce un modello semplificato e ne trae conseguenze
- Conclude dicendo: se il concetto e' vero si dovra' trovare traccia di queste conseguenze
- In particolare trova anche che i gradi di variabilita' debbono essere molto inferiori a quanto stimato finora e certamente non infiniti

Ipotesi deistica o demiurgica

- Dopo quasi due secoli di crescente separazione fra scienza e metafisica, i progressi della Cosmologia e i problemi posti dal FINE-TUNING hanno spinto gli scienziati a fare incursioni in campo metafisico
- Premesso che l'ipotesi deistica non può essere considerata una teoria scientifica, perché non ha le caratteristiche di predittività e di verificabilità, resta comunque una ipotesi che può essere supportata o scartata sulla base di considerazioni di verosimiglianza (Likelyhood).

Ipotesi deistica o demiurgica

- Tesi a favore di un mondo «progettato» sono state espresse da Barrow e Tipler nel loro famoso libro, riprese da Paul Davies ne «L' enigma Goldilocks». Posizioni possibiliste sono state espresse da Martin Rees e' acute argomentazioni avanzate da Barnes ne «L'Universo fortunato».
- Pur non potendosi dedurre in modo inequivocabile l' intenzionalita' dell' Universo, non ci sono neppure argomenti cogenti per escluderla.

Ipotesi deistica o demiurgica

- La posizione relativa alla teoria del tutto viene qui considerata non significativa in quanto comunque rafforzerebbe in concetto di FINE-TUNING rendendolo legge universale
- L'ipotesi Multiverso viene giudicata troppo fantasiosa in quanto basata su una complessa concatenazione di ipotesi tuttora indimostrate e troppo macchinosa, perché forzata alla costruzione di un meccanismo di costruzione di Universi.
- Viene infine giudicata da un punto di vista metafisico, in contrasto con la realtà osservata, in quanto soggetta alla contraddizione dei cervelli di Boltzmann

Critica

- Ometto le critiche strettamente filosofiche in quanto non in tema
- Dalla comunità scientifica ovviamente la critica principale che viene mossa è di essere una ipotesi non scientifica e non falsificabile: in pratica un corpo estraneo
- Una critica più «storicistica» sostiene che non si tratta altro che di un altro ricorso all'uso del concetto di Dio per colmare i gap delle nostre conoscenze

Critica

- Esiste poi una critica piu' radicale e piu' fideistica, che si appella al naturalismo del cosmo. Al credere in un creatore contrappone il credere nel naturalismo
- Tutto avviene per cause naturali e non c'e' bisogno di ricorrere a cause prime (Krauss, Carroll)
- Paradossalmente per Carroll e Vilenkin Dio potrebbe essere l'equazione matematica ultima che detta la legge dell' Universo

Conclusione

- Le scoperte scientifiche dell' ultimo secolo hanno messo in evidenza un Universo che contrasta nettamente con la nostra intuizione.
- Non solo, ci hanno rivelato che la realta' che ci circonda e' ancora per lo piu' ignota.
- Ignoriamo totalmente la natura del 95% dei costituenti l' Universo (Energia e Materia Oscura)

Comclusione

- Ignoriamo cosa sia veramente anche quel misero 5%, non sapendo
 - cosa siano veramente le particelle
 - Perché esista un eccesso di materia
 - Perché ci siano bosoni e fermioni
 - Perché le particelle abbiano la massa che hanno o perché non ne abbiano affatto
- Abbiamo almeno 4 interpretazioni diverse dei processi elementari, dalla interpretazione di Copenhagen ai Multi-mondi di Everett

Conclusione

- Stentiamo a comprendere la decoerenza e meno che mai l' entanglement
- Eppure questo gigantesco incomprensibile puzzle produce organismi sempre piu' complessi viaggiando su un sottilissimo crinale ai lati del quale ci sono infiniti abissi di totale sterilita'.
- Viviamo in un mondo paradossale e incomprensibile che funziona meravigliosamente

Conclusione

- Non ci sono elementi oggettivi perché una interpretazione prevalga sulle altre
- Culture, storia e sensibilità personali sono alla fine gli elementi che ci fanno propendere per l'una o l'altra

BIBLIOGRAFIA

- John D. Barrow-Frank J. Tipler «IL PRINCIPIO ANTROPICO» Adelphi editore 2002
 - Testo di riferimento
- Geraint F. Lewis-Luke A. Barnes «A FORTUNATE UNIVERSE» Cambridge University Press 2016
 - Analisi profonda e dettagliata dell' argomento, il testo piu' attuale ed equilibrato
- Eduardo A. Perez «IL PRINCIPIO ANTROPICO» Collana : Una passeggiata nel Cosmo RBA
 - In italiano ma poco approfondito e superficiale

BIBLIOGRAFIA

- Barbara Ryden «Introduction to Cosmology» Cambridge University Press 2017
 - Testo fondamentale di Cosmologia
- Delia Perlov-Alex Vilenkin «Cosmology for the curious» Springer 2017
 - Più divulgativo, pieno di esempi, focalizzato sulle domande ultime
- Paul Davies «The Goldilocks Enigma» Penguin Books 2006
 - Ben scritto sull' argomento del fine-tuning

BIBLIOGRAFIA

- Marcus Du Sautoy «Cio' che non possiamo sapere» Rizzoli 2016
 - Analisi a tutto campo di un matematico sui limiti della conoscenza umana
- Sean Carroll «The big Picture» Penguin Books 2016
 - Un cosmologo che cerca di dare risposte ultime a tutto il Cosmo
- Autori vari «The philosophy of Cosmology» Cambridge University Press 2017
 - Analisi multi-autore delle implicazioni scientifiche e filosofiche del FINE-TUNING
- Benjamin C. Jantzen «An Introduction to Design Arguments» Cambridge University Press 2014
 - Una revisione critica degli argomenti a favore dell' ipotesi deistica