

# VIAGGIO AI CONFINI DELLA SCIENZA

ALDAI 7 MAGGIO 2019

# La scienza nell' Ottocento

- Enorme sviluppo delle conoscenze e delle teorie scientifiche
- Sviluppo di una solida base matematica
- Non solo spiegazioni ma anche spiegazioni e previsioni strabilianti:
  - Scoperta di Nettuno
  - Unificazione di elettricità e magnetismo
  - Teoria dell' evoluzione

# Le previsioni su Nettuno

Tabella 1 L'orbita di Nettuno

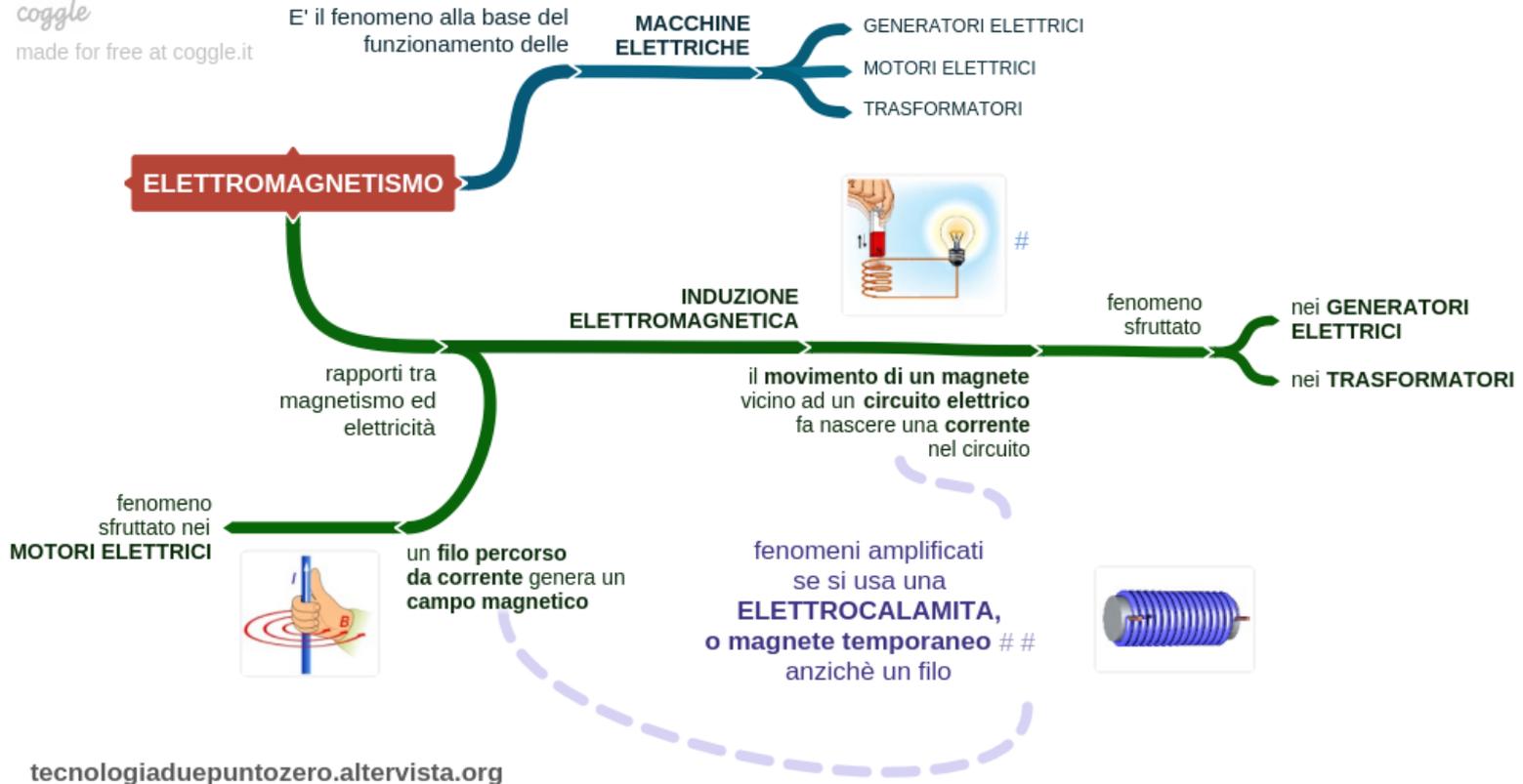
	WALKER (III)	LE VERRIER	ADAMS
Distanza media (UA)	30,25042	36,154	37,25
Eccentricità	0,0088407	0,10761	0,120615
Periodo (anni)	166,38134	217,387	227,323
Inclinazione	1°54'53,83"	*	*
Longitudine del nodo	131°17'35,80"	*	*
Longitudine del perielio	0°12'25,51"	284°45'	299°11'
Massa (in unità di masse solari)	*	0,0001075	0,00015003
Longitudine media (1-1-1847)	328°7'56,64"	318°47'	323°24'

\* previsione mancante

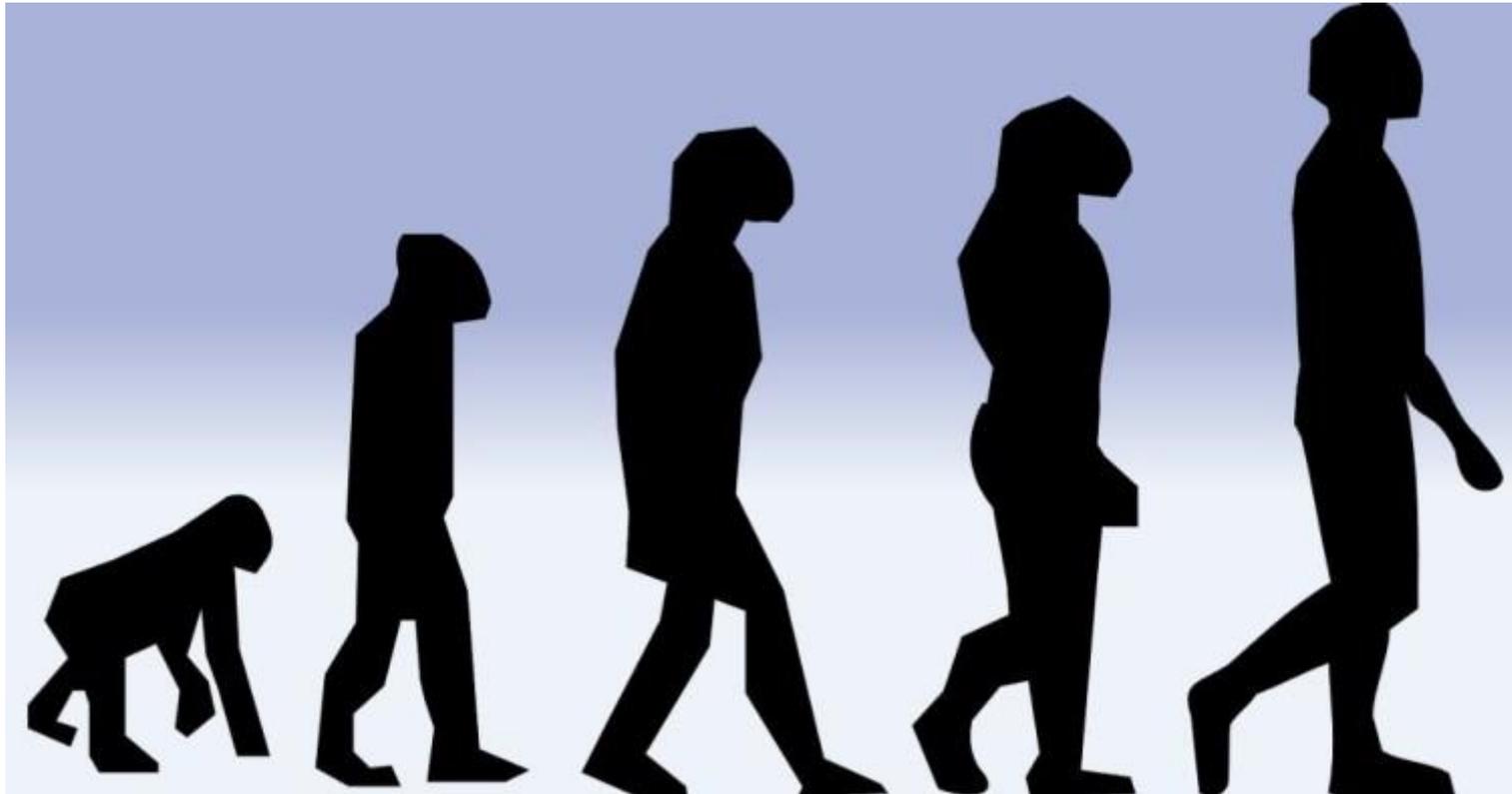
# Elettromagnetismo

coggle

made for free at coggle.it



# La teoria dell'evoluzione



# Universo come orologio

- L' Universo sembrava regolato da leggi matematiche rigorose
- Tutto sembrava prevedibile dalla scienza
- Con la spettroscopia anche i mondi piu' lontani potevano essere esplorati
- Eravamo prossimi alla fine della scienza?

# Pochi problemi fastidiosi

- La strana orbita di Mercurio
- L'origine dell'energia solare
- L'età della Terra
- L'effetto fotoelettrico
- Lo spettro di corpo nero
- La mancata osservazione dell'etere
- Come agisce la gravità

# Sintomi lievi ma preannuncio di una rivoluzione

- I piccoli sintomi erano in realta' il segno di una profonda incomprensione della natura
- La loro spiegazione avrebbe detronizzato le piu' grandiose leggi fisiche mai scoperte dall' uomo: le leggi di Newton
- Tutti quei sintomi erano gli descritti delle due teorie che avrebbero rivoluzionato la scienza nel Novecento:
  - La RELATIVITA' GENERALE (EINSTEIN)
  - La TEORIA DEI QUANTI (PLANCK)

# Uno shock inatteso e profondo

- Quando una teoria e' definita scientifica?
  - Semplicita'
  - Coerenza
  - Riproducibilita'
  - Predittivita'
  - Verifiche indipendenti di conferma
  - Assenza di conflitti con le osservazioni
- Nessuna teoria sembrava piu' perfetta di quella di Newton

# Uno shock inatteso e profondo

- Eppure essa e' un' approssimazione valida solo a basse velocita' e basse energie
- Con i suoi soli esperimenti mentali Einstein la demoli' e spiego' l' Orbita di Mercurio, l' origine della gravita' come deformazione dello spazio-tempo, l' assenza dell' etere e la armonizzazione della gravita' con l' elettromagnetismo

# Una lezione per il futuro

- Se anche la teoria piu' convincente, esemplare e verificata della storia poteva rivelarsi errata allora nulla avrebbe potuto piu' dare certezza alle teorie scientifiche
- Anzi, come Popper poi teorizzo', la possibilita' di essere dimostrata falsa e' una caratteristica costitutiva ed essenziale di ogni teoria

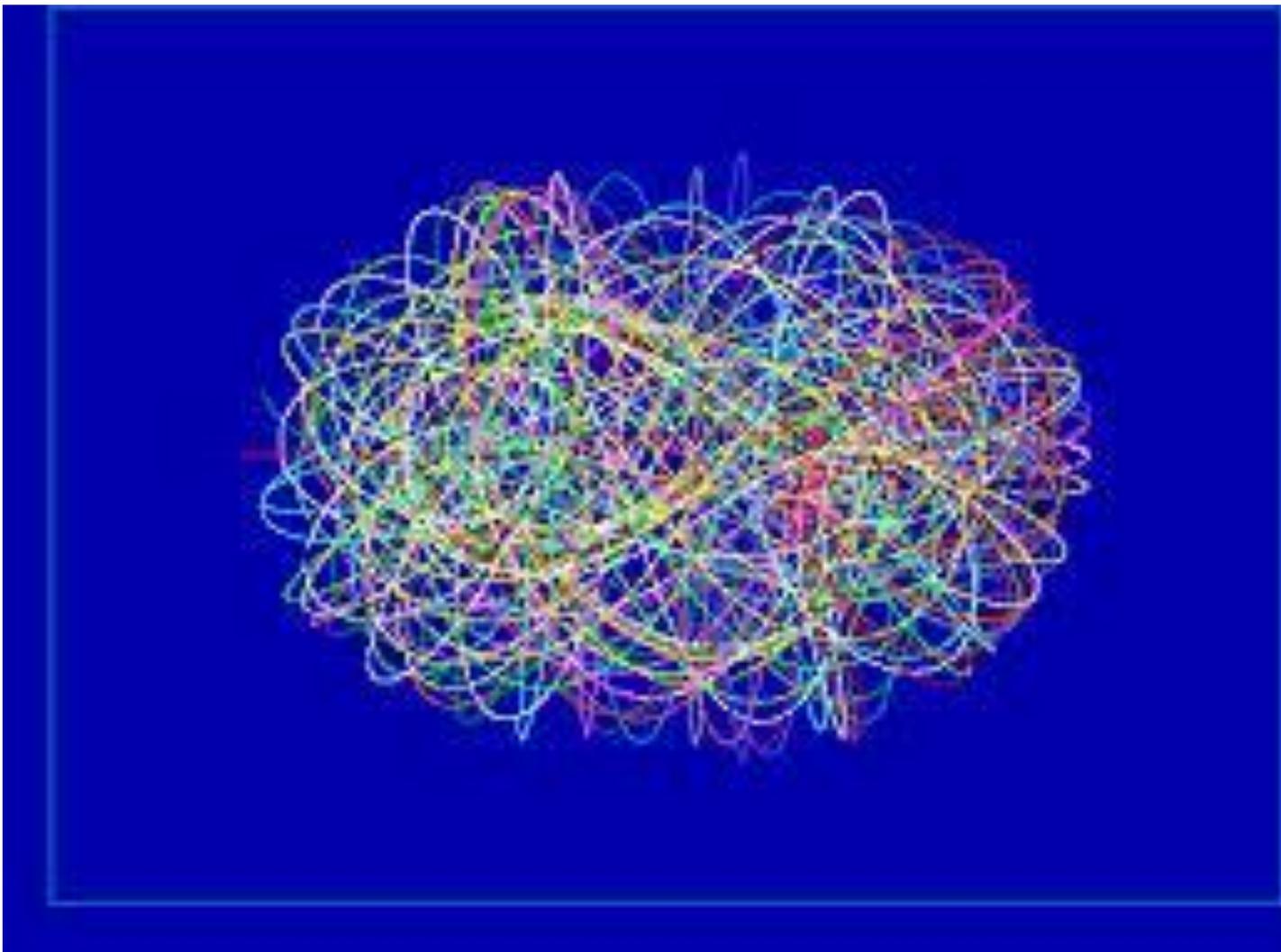
# ANCOR PEGGIO

- Proprio dalla teoria di Newton scaturiva un secondo formidabile colpo alla certezze ottocentesche.
- La sua formulazione consente soluzioni esatte solo per sistemi costituiti da 2 soli corpi.
- Newton stesso aveva inutilmente tentato di risolvere il problema dei 3 corpi

# ANCOR PEGGIO

- Alla fine dell' Ottocento fu posto in palio un premio per chi avesse risolto il problema dei 3 corpi
- Poincare', il piu' illustre matematico dell' epoca, si mise al lavoro e in breve comunico' di aver trovato la soluzione
- Gli fu assegnato il premio, ma egli si accorse prima di ritirarlo di aver commesso un errore per cui la soluzione non era valida
- Il premio gli fu comunque assegnato

# Problema dei 3 corpi



# L' irruzione del CAOS

- Poincaré si rese presto conto che un sistema a 3 o più corpi aveva una evoluzione imprevedibile e dava origine a comportamenti caotici
- Ancor oggi le orbite sono solo approssimate e devono essere ricalcolate continuamente
- Da orologio a caos imprevedibile

# Il regno del caos

- Ben presto ci si rese conto che molti fenomeni naturali hanno comportamento caotico ed evoluzione imprevedibile
  - La Gravita'
  - Il moto dei fluidi
  - Il movimento dei gas e la meteorologia
  - L' erosione delle coste
  - La formazione dell' orografia
  - La densita' della popolazione
  - L' andamento dei mercati
  - Gli snodi
  - Il traffico
  - Ecc. ecc.

# Il principio di indeterminazione

- A smantellare ulteriormente la concezione meccanicistica e' intervenuto il principio di indeterminazione
- Ci sono coppie di grandezze che non possono essere conosciute contemporaneamente:
  - Posizione e quantita' di moto
  - Energia e tempo
  - Momento angolare e velocita'
- Ad ogni coppia corrisponde un principio di conservazione

# 2002 guerra in Iraq



# Di piu': Il Paradosso di Rumsfeld

- Il segretario alla Difesa USA Donald Rumsfeld fu a lungo deriso per aver detto in una conferenza stampa, il 12 febbraio 2002:
  - **There are things we know that we know. There are known unknowns. That is to say there are things that we now know we don't know. But there are also unknown unknowns. There are things we do not know we don't know.**

# Il Paradosso di Rumsfeld

- Probabilmente e' la cosa piu' intelligente che Rumsfeld abbia mai detto e che dimostra l' ignoranza di che lo ha deriso per questo:
- Egli ha raccontato in modo conciso il dramma della scienza contemporanea: sulla falsa riga delle particelle elementari, le forze fondamentali, il comportamento dello spazio tempo, tutte cose di cui non si sospettava nemmeno l' esistenza, potrebbe essere che alla base dei misteri di oggi ci siano cose che non sappiamo di non conoscere e che precluderanno qualsiasi soluzione se non saranno scoperte

# Ci sono risposte a queste domande?

- La verita' ultima e' conoscibile?
- Di piu': e' riconoscibile?
- Come trattare cio' che non sappiamo di non sapere?
- Esistono limiti alla conoscibilita'?
- Se si, quali sono?

# Cominciamo il viaggio verso questi limiti

- Abbiamo esplorato per ora 4 campi minati:
  - La falsificabilita'
  - Il comportamento caotico
  - L' indeterminazione delle variabili
  - L' ignoranza circa cio' che e' ignoto
- In generale i limiti all' indagine scientifica possono essere relativi o assoluti

# Limiti Assoluti

- Non dipendenti dal nostro livello di sviluppo
- Non dipendenti dalle nostre caratteristiche fisiche e sensoriali
- Validi per qualunque civiltà' esistente nell' Universo
- Esempio della conoscenza come segmento di una retta

# Inciso

- Mettiamo i puntini sulle i.
- La conoscenza scientifica e' la piu' rigorosa, accurata, verificata delle conoscenze umane
- Nessuna idea, opinione, isteria collettiva e' sottoposta alle verifiche rigorose, spesso scettiche quanto una teoria scientifica
- La conoscenza scientifica puo' raggiungere la certezza assoluta nel certificare il falso (terrapiaattisti, scie chimiche, atterraggio sulla luna, ecc.)

# Inciso

- Una congettura o ipotesi per poter essere considerata teoria deve sottostare a questi criteri:
  - Coerenza
  - Riproducibilita'
  - Falsificabilita'
  - Predittivita'
- Con tutto cio' non diventera' mai una legge
- Non esistono leggi fisiche ma solo teorie

# Nuovo inciso

- La tragedia della scienza e' la sua ingiusta e antidemocratica asimmetria
- Una teoria puo' aver superato miliardi di verifiche, ma e' sufficiente un accertato fallimento per renderla falsa.
- Le certezze in campo scientifico non esistono

# Perche'?

- Paragone con la matematica
  - Metodo induttivo: cio che e' vero per  $n$  e per  $n+1$  vale per qualsiasi  $n$ .
  - Metodo deduttivo o aristotelico: se una cosa e' valida per il tutto e' valida anche per una parte
  - Entrambi inapplicabili nelle scienze sperimentali
  - Ci vorrebbero infiniti esperimenti per tutti i singoli valori di  $n$  e non esistono verita' generali da cui dedurre il particolare

# Limiti assoluti di finitezza

- E' impossibile decidere se la natura si comporti matematicamente o la matematica e' solo una approssimazione semplificata (Obiezione a Tegmark)
- E' impossibile decidere se una teoria e' vera e infalsificabile

# Limiti di procedimento

- Incertezza della misura: limiti strumentali, fluttuazioni quantistiche, principio di indeterminazione
- Amplificazione caotiche delle divergenze
- Finitezza del numero di osservazioni/esperimenti
- I limiti prescindono dalla civiltà' umana

# Alcune nuove ipotesi e loro confutazione

- Popper vissuto come troppo restrittivo
- Insofferenza per limiti assoluti
- Assenza di solide alternative filosofiche
- Analizziamo 3 correnti di pensiero attualmente dibattute

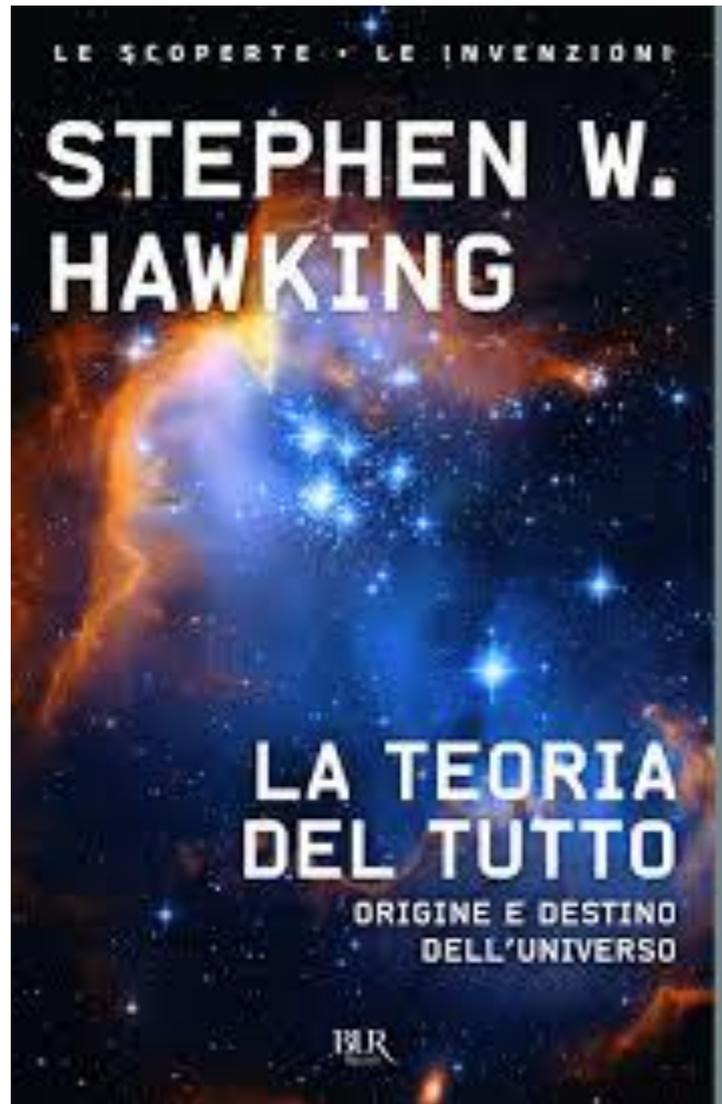
# L'universo matematico di Tegmark



# Universo matematico di Tegmark

- «Tutte le strutture che esistono matematicamente esistono anche fisicamente»
- Proposta radicale, tutto ciò che è esprimibile matematicamente esiste in qualcuno degli infiniti universi
- Contraddizione: le attuali teorie descrivono un Universo ideale che non esiste
- Se fosse vero, non esisterebbe più il vero o il falso perché da qualche parte qualsiasi cosa esisterebbe
- Al massimo utile provocazione

# Hawking



# Teoria del Tutto di Hawking

- La pietra filosofale della fisica
- Sia Einstein che Hawking hanno speso parte della loro vita alla ricerca della grande teoria unificatrice
- Non c'è nessuna garanzia o indizio che esista
- Anzi il progresso potrebbe portare a ulteriori divergenze
- In ogni caso sarebbe solo una teoria

# Carroll

·     ·     The     ·  
·     ·     Big Picture  
*On the Origins*  
·     ·     *of Life,*  
*Meaning and*  
*the Universe*  
*Itself* ·     ·  
·     ·     Sean Carroll

Winner of the 2013 Royal Society Public Price for Science Books

# Il naturalismo poetico di Carroll

- O riduzionismo temperato
  - Le qualità dei sistemi complessi superano la somma dei loro componenti
  - Nuove realtà emergono dalla complessità
  - Ad esempio la coscienza
  - Esiste però solo ciò che è osservabile

# Critica del naturalismo poetico

- La storia della scienza e' fatta di scoperte di cose nuove che non si potevano osservare in precedenza (quanti, onde gravitazionali ecc.)
- Ingenua negazione dell' immaterialita': un libro, composizione chimica e contenuto letterario. Un robot: hardware e software. Corpo e personalita'. Due chiavi di lettura diverse

# Critica del naturalismo poetico

- Tentativo di dribblare Popper
  - Carroll afferma che la teoria dei quanti e' cosi' verificata e precisa che si puo' tranquillamente dare per vera
  - Dismette l' obiezione che non sappia descrivere gravita' energia e materia oscura come fattori trascurabili (???) nel nostro ambiente
  - Salto logico inaccettabile perche' indimostrato ed indimostrabile
  - Anche la precessione di mercurio sembrava trascurabile, ma ha rivoluzionato la fisica

# Qualche conclusione

- La conoscenza scientifica e' la piu' approfondita, verificata e accurata che esista
- Eppure
  - E' sempre approssimata e provvisoria
  - Spesso raggiungibile in modo esclusivamente probabilistico (quanti, moti caotici ecc.)
  - Talvolta impossibile (dimensioni dell' universo)

# Tentativo di mappatura dei limiti

- Problemi non risolvibili con le teorie attuali, ma possibile oggetto di teorie piu' avanzate
  - Materia Oscura
  - Energia Oscura
  - Inflazione cosmica

# Tentativo di mappatura dei limiti

- Problemi forse irrisolvibili, ma oggetto di ragionevoli congetture
  - Esempio della morte di Alessandro
  - Tempo 0 del Big Bang
  - Pre Big Bang
  - Multiverso
  - Interno dei buchi neri
  - Collasso della funzione d'onda

# Tentativo di mappatura dei limiti

- Problemi sconosciuti o indecidibili
  - Esempio: Mondo Matrix
  - Universo al di là dell' Orizzonte Cosmico
  - Eventuali realtà non interagenti col nostro mondo o interagenti in modo unidirezionale
  - Teoria del Tutto

# Tentativo di mappatura dei limiti

- Problemi sconosciuti
  - Nulla puo' essere detto al riguardo
  - Esempio: mondi paralleli non comunicanti

# Conclusioni

- La scienza e' la forma piu' accurata di conoscenza
- Ma e' approssimata e priva di certezze
- Ci fornisce una conoscenza relativa e provvisoria
- Ci da la certezza di cio' che e' falso.
- Il progresso ne espande i limiti, ma la verita' ultima e' irraggiungibile per qualunque osservatore limitato nello spazio e nel tempo