

# Indice

## **Introduzione** 7

### **Capitolo primo** **Verità e bellezza** 11

---

Un uomo e una donna	11	Le cose della vita	
La danza nella retina	11	e la relatività del Bello	14
I neuroni entrano in azione	12	La bellezza nella scienza	16
La Natura è bella	13	Conformità con il Tutto	17

### **Capitolo secondo** **Contingenza e necessità: la storia del sistema solare** 21

---

Il Sole nasce dalla morte di una stella	21	Inchiesta sulla Luna	45
Il pulviscolo delle giganti rosse	25	La Terra partorisce la Luna	46
Il gioco dell'agglomerazione	25	Il Grande Impatto	49
Incontri a rischio	27	I ghiacci invadono la Terra	51
Il Sole fa pulizia	28	E se eliminassimo la Luna?	53
Necessario e fortuito	31	La Luna solleva gli oceani	54
I solidi di Keplero	33	Il segreto della Luna	56
Il girotondo delle stagioni	35	Il nautilo e la Luna	58
La Terra non sta dritta	35	I giorni si allungano	59
Collisioni... che travolgono	37	Il bolide assassino e i dinosauri	60
Il Sole sorge a ovest su Venere	40	Un metallo extraterrestre	63
Un pianeta coricato	41	Il cielo ci cadrà sulla testa?	64
La Stella polare non è più quella di una volta	43	Pietre celesti	65
		Le cicatrici della Terra	69

Subiremo la sorte dei dinosauri?	74	Una guardia «cosmica»	81
Proteggere la Terra	77	Le comete trasportano la vita	81
Le ferite di Giove	79	Il determinato e il fortuito	83

### Capitolo terzo

#### *Il caos nella macchina cosmica, ovvero l'incertezza nel determinismo*

85

La fine delle certezze	85	Un giovane uomo che andava di fretta	116
Il determinismo e la palla da tennis	86	L'ipotesi di Dio non è più necessaria	118
Piccola causa e grande effetto	87	Un planetario digitale	119
Il profeta del caos	88	Plutone l'imprevedibile	123
L'effetto farfalla	89	Il futuro indefinito del sistema solare	125
Cielo razionale e uomo irrazionale	92	Dio gioca a dadi con i pianeti	127
I menhir di Stonehenge	93	Un caos non catastrofico	129
Il rompicapo della Luna	95	Orbite stellari caotiche	130
Cerchio su cerchio	95	Attrattori strani	133
La Luna non si piega ai calcoli	96	La costa bretone è un oggetto frattale	135
Il problema dei tre corpi	97	Geometria dell'irregolare	138
Le orbite planetarie sono eterne?	100	Gli oggetti frattali, o la regolarità nell'irregolarità	140
Serie infinite	101	La Natura ama le strutture frattali	141
La realtà nella sua totalità	102	Sulla turbolenza di Giove	144
Uno spazio astratto e multidimensionale	103	Il caos e le questioni della vita	147
Il caos in un lungo fiume tranquillo	105	Corsi e ricorsi della vita	148
L'indeterminazione si aggira nell'ombra	105	Caos ed epidemie	152
Perché il caos sfuggì a Newton?	108	I ritmi del cuore	153
Numerologia e asteroidi	110	Il caos del cuore	154
Asteroidi e orbite mancanti	113	Che il caos sia, e la salute sarà!	155
In visita alla Terra	114	La Borsa e il caos	156
Il verme rosicchierà tutta la mela?	116		

## Capitolo quarto

### L'austera bellezza della simmetria

161

La bellezza del cerchio	161	La materia incurva	
La simmetria destra-sinistra	162	lo spazio	206
La simmetria dei cristalli di neve	164	La gravità rallenta il tempo	207
La simmetria delle leggi fisiche e gli extraterrestri	166	La spazializzazione del tempo	209
Il mondo dello specchio	168	Einstein e i «buchi neri»	211
Nuclei genitori e figlie	169	E se diventaste un buco nero?	214
La Natura viola la simmetria destra-sinistra	170	Fari celesti	215
Il neutrino e gli amanti	172	L'Atlante dei buchi neri	217
L'antimateria ci fa visita dallo spazio	175	Un disco di gas color arcobaleno	219
La Natura ama la materia più dell'antimateria	176	La singolarità ultima	221
Gli sbalzi d'umore della Natura	178	Il buco nero «congela» il tempo	223
Un'isola chiamata «Magnesia»	179	Le forze di marea	238
La rana di Galvani	180	Lenti gravitazionali	239
Linee di forza	181	Il tunnel del buco nero	243
Il matrimonio di elettricità e magnetismo	183	Il buco nero e la fine del tempo	243
Nuove luci	184	Verso la singolarità	245
L'etere imponderabile	187	Universi paralleli e <i>wormhole</i>	248
La relatività della coppia spazio-tempo	189	L'ingordigia tradisce i buchi neri	253
Il tempo si dilata	191	Un buco nero al centro della Via Lattea	253
Più veloce della luce?	194	La fusione dei buchi neri e le vibrazioni	
Un calcio alla causalità	195	dello spazio-tempo	256
Comunicare con il passato	196	La melodia dello spazio	257
Il segreto dell'eterna giovinezza	198	Un cilindro che vibra e dei cristalli che cantano	260
La simmetria spezzata	200	Un interferometro a raggi laser	263
Il fuoco delle stelle	201	La strada verso l'Unità	265
Gravità e accelerazione	203		
La piuma e la palla di cannone	205		

## Capitolo quinto

### *L'insostenibile stranezza degli atomi*

267

Un mondo di colori	267	I fotoni, fantomatici messaggeri	301
Mettiamo in ordine gli elementi chimici, ovvero la tavola periodica	268	La forza nucleare forte e i gluoni	304
Un nucleo duro come il ferro	270	La forza debole e le lastre fotografiche	305
Granelli di luce	272	Forza elettromagnetica e forza debole:	
Le vetrate dell'atomo	273	una parentela improbabile ma reale	306
Perché la rosa è rosa?	275	La grande unificazione	308
Onde di elettroni	276	L'infinitamente piccolo partorisce	
Un mondo indeterminato	278	l'infinitamente grande	311
Particelle con il dono dell'ubiquità	281	La morte del protone	313
Tutte le strade portano a Roma	282	La gravità se ne sta per conto suo	315
Particelle che attraversano i muri	283	Geometrizzare la forza elettromagnetica	316
L'osservatore crea la realtà	284	Dimensioni nascoste dello spazio	317
Una realtà multipla	286	Un Universo a undici dimensioni	319
Cancellare il passato	288	La simmetria diventa super	321
Una realtà globale	289	Una proliferazione di superparticelle	323
Il nucleo atomico ha un altro componente	291	La sinfonia delle superstringhe	324
I neutroni mantengono la stabilità della materia	292	Anelli di superstringhe	326
Il gemello baffuto del protone	294	Il cammino verso l'unità	329
Una pletera di particelle	295		
Sapore e colore dei quark	296		
Le famiglie dei leptoni	299		
I quark non saranno mai liberi	300		

## Capitolo sesto

### *L'universo creativo*

333

Elogio dell'imperfezione	333	al freddo perdono la loro simmetria	335
Magneti e superconduttori			

L'Universo rompe la simmetria	337	La meccanica quantistica e la vita	357
L'Universo ha una simpatia per la materia	338	La scintilla della vita	359
Le rocce calcaree della baia di Along	340	Il brodo primordiale della Terra	361
Il riduzionismo: un glorioso passato	342	Principi emergenti	363
Le eliche attorcigliate del DNA	343	La macchina e il programma	366
La causa finale di Aristotele e le forze cieche di Democrito	347	La scalata della vita	366
La diversità della vita	348	Il caso conduce quasi sempre al disordine	369
Il metronomo chimico	349	La selezione naturale	370
Il mistero delle forme	353	I batteri si sono adattati meglio delle giraffe?	371
Lo slancio vitale	354	La biosfera si auto-organizza	373
In che modo il locale può influenzare il globale?	355	La freccia del tempo e la morte dell'Universo	375
		Le stelle creano il disordine	376

## Capitolo settimo

### *L'irragionevole efficacia del pensiero* 379

Gli esseri viventi tendono a un fine	379	L'abaco e il computer	389
Il comportamento istintivo	380	La coscienza collettiva	391
Il cielo stellato nel DNA degli uccelli	382	Perché l'Universo è comprensibile?	392
«Penso, dunque sono»	383	Permanenza e impermanenza	393
La duplice natura dell'essere umano	384	L'ombra e la caverna	394
Idealismo e comportamentismo	385	Il tragico equivoco	395
Gli animali pensano?	386	Un'anima immortale	396
La mente emerge dalla complessità del cervello	387	Tempo ed eternità	397
Le macchine possono diventare più intelligenti di noi?	388	Leggi di Natura	398
		Perché la scienza è nata in Occidente?	401
		Perché il metodo riduzionista funziona?	402
		Un Universo intelligibile	404

La separabilità del mondo	405	L'irragionevole efficacia della matematica	420
L'anima delle leggi	407	L'aritmetica e la Natura	422
Le leggi fisiche sono state scoperte o inventate?	407	La sfida di Hilbert	423
Il paesaggio della matematica	410	Gödel e i limiti del pensiero	425
L'intuizione matematica	411	Paradossi che scalzano la logica	426
L'universalità della matematica	413	Una contraddizione logica nella Costituzione degli Stati Uniti	428
Ramanujan, matematico dall'intuizione prodigiosa	413	La liberazione della materia	428
La Natura è sottile ma non maliziosa	415	Il tempo ritrovato	431
La conoscenza intellettuale non è necessaria alla sopravvivenza	417	Un mondo contingente e un Dio necessario	432
La coscienza dell'Universo	418	Un Universo consapevole di se stesso	433
		L'Universo non è più uno sconosciuto	434
<b>Glossario</b>			437
<b>Ringraziamenti</b>			448
<b>Bibliografia</b>			449
<b>Fonti delle illustrazioni</b>			450
<b>Indice analitico</b>			451