

Daniele Gasparri

Sulle spalle di un raggio di luce

Copyright © 2012 Daniele Gasparri

ISBN: 978-1-291-08234-0

Questa opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla ristampa, traduzione, all'uso di figure e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla riproduzione su microfilm o in database, alla diversa riproduzione in qualsiasi altra forma, cartacea o elettronica, rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La riproduzione di questa opera, o di parte di essa, è ammessa nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore. Illustrazioni e immagini rimangono proprietà esclusiva dei rispettivi autori. È vietato modificare il testo in ogni sua forma senza l'esplicito consenso dell'autore.

Indice

Tempo per partire	7
Vicini di casa	11
1. Cos'è, di preciso, il Sistema Solare?.....	11
2. Quanti pianeti ci sono nel Sistema Solare?	12
3. Quanto è grande la Terra?.....	13
4. Quanto sono distanti gli altri pianeti?	16
5. Quanti anni ha il Sistema Solare? È sempre esistito? .	17
6. Perché il Sole è così brillante?.....	19
7. Perché non utilizziamo l'energia delle stelle anche noi?	22
8. Esiste la vita sugli altri pianeti?	24
9. Quanto è concentrata la materia nel Sole?.....	28
10. Si può sentire il suono sugli altri pianeti?	30
11. Che colore ha il cielo visto dagli altri pianeti?	31
12. Quante lune ci sono nel Sistema Solare?	33
13. Come si è formata la Luna?	35
Gli abitanti della Galassia	37
14. Cos'è una stella?	37
15. Cos'è il plasma?.....	38
16. Lo spazio è completamente vuoto?	41
17. Quante stelle ci sono nel cielo?	43
18. Le stelle sono tutte uguali?	45
19. Quanto sono distanti le stelle?.....	47
20. Le stelle vivono per sempre?	49
21. Perché tutte le stelle devono brillare? Non esistono stelle scure?	51
22. Se le stelle utilizzano l'energia nucleare, perché non esplodono come delle enormi bombe?	52
23. Cosa sono le supernovae?	55
24. Perché le stelle sono di diversi colori?	57
25. Come nascono le stelle?.....	60

26. Cos'è di preciso una nebulosa?	61
27. Quanto è concentrata una nebulosa?	64
28. Cosa sono i buchi neri?	65
29. Cosa c'è dentro un buco nero?	70
Isole di stelle	73
30. Cos'è una galassia?	73
31. Chi ha scoperto le galassie?	75
32. Quali sono le galassie più vicine?	76
33. Quante galassie ci sono nell'Universo?	78
34. Le galassie sono tutte uguali?	80
35. Le galassie hanno avuto un'origine?	81
36. Le galassie si muovono?	82
37. Quanto tempo impiega il Sole a ruotare attorno al centro della Via Lattea?	83
38. Le galassie si scontrano? E cosa succede quando lo fanno?	85
39. Le galassie che non si scontrano sono isolate le une dalle altre?	88
40. Cos'è la materia oscura?	90
41. Cosa sono i quasar papà?	94
Mondi lontani.....	99
42. Ma papà, vuoi dirmi che ci sono davvero altri sistemi solari?	99
43. Quanti pianeti ci sono nella Via Lattea?	106
44. Come si scopre un pianeta extrasolare?	107
45. Chissà che enormi telescopi serviranno per scoprire pianeti extrasolari!	111
46. Esistono pianeti simili alla Terra?	113
47. Potremo mai raggiungere uno di questi pianeti?	115
48. Esistono pianeti che ruotano attorno a due stelle? ..	117
49. Cosa succede ai pianeti quando la propria stella muore?	119
Tempo per pensare.....	123

Esploratori del Cosmo.....	129
50. Qual è la prima astronave ad aver raggiunto lo spazio?	129
51. Quanto tempo serve per raggiungere la Luna?	130
52. Quanto tempo è necessario per raggiungere gli altri pianeti?	131
53. Qual è l'astronave più veloce?	133
54. Cos'è tutto quel fumo alla partenza delle astronavi?	134
55. Quante sono in totale le missioni verso altri corpi celesti?	135
56. Quante astronavi hanno raggiunto Marte?.....	138
57. Perché è così difficile atterrare su Marte?.....	139
58. Perché i satelliti artificiali ruotano così velocemente attorno alla Terra?.....	142
59. Cosa si prova senza gravità?.....	144
60. Qual è la maggiore distanza mai raggiunta?.....	146
61. Perché le missioni spaziali costano così tanto?.....	147
62. A cosa serve esplorare lo spazio?	150
63. Riusciremo a raggiungere le stelle?.....	154
Strade giuste e sbagliate.....	157
64. Siamo stati davvero sulla Luna?	157
65. Un asteroide ci colpirà presto?.....	162
66. Le tempeste solari possono rappresentare un pericolo per la vita sulla Terra?.....	164
67. Prima o poi verremo risucchiati da un buco nero vagante nello spazio, o da quello al centro della Via Lattea?	166
68. La Luna o la Terra possono essere cave?.....	169
69. Il campo magnetico si invertirà e farà disastri?	170
70. Il corpo umano esposto alle condizioni dello spazio esplode?	172
71. Su Marte ci sono i marziani? Sembrano esserci piramidi e volti umani!	174
72. Ufo e alieni sono tra noi?	176
73. Gli allineamenti di stelle e pianeti sono pericolosi?..	181

Vivere dei propri sogni	185
74. Che cosa fa un astronomo come te, papà?	185
75. Perché esistono diversi tipi di astronomi?.....	188
76. Come si diventa astronomi?.....	189
77. È possibile scoprire i segreti del cielo senza avere una laurea in astronomia?	190
78. Come si diventa astronauti?.....	193
79. A cosa serve nella vita pratica l'astronomia?	194
80. Perché tu fai l'astronomo, papà?	197
81. Cosa fa un astronauta nello spazio?.....	198
82. Perché in astronomia ci sono così tanti numeri e formule?	200
83. Qual è la differenza tra astronomia e astrologia?	202
84. Quanto guadagna un astronomo?	205
Verso i confini dell'Universo, e della mente	211
85. Cos'è l'Universo?	211
86. L'Universo è infinito?.....	213
87. L'Universo è sempre esistito?	215
88. Che cos'è la costante di Hubble?.....	219
89. Che cos'è il Big Bang?	221
90. Se l'Universo si espande, perché ci sono galassie che si scontrano?.....	224
91. L'espansione dell'Universo sarà sempre la stessa?	226
92. Quale sarà il destino dell'Universo?.....	228
93. Cos'è il redsft...redfist... "redshift Matthew?" Ah, si dice così?	232
94. Che cos'è l'eco del Big Bang?	234
95. Cosa c'era prima del Big Bang e cosa c'è fuori dall'Universo?	238
96. Quanto è grande l'Universo?	241
97. Perché qualcuno dice che siamo figli delle stelle? Che significa?	244
98. L'Universo è davvero una macchina del tempo? In che senso?	248

99. Ma, papà, dopo tutto quello che mi hai detto, Dio esiste?.....	254
100. Ti ho fatto troppe domande, papà?.....	257
Tempo per tornare	259
Bibliografia	263
Biografia	265

Tempo per partire

Notte di mezza estate, non un sogno, piuttosto una viva realtà. Da cosa la riconosco? Dal fatto che è più vera, imprevedibile e bella di qualsiasi sogno, che inevitabilmente può solamente elaborare ciò che abbiamo già vissuto o osservato.

La luce maestra del cielo ci sta salutando una volta ancora. Non riesco più a contare i saluti, accompagnati da altrettante rinascite. Fine e inizio, l'uno conseguenza dell'altro, intervallati da uno spettacolo chiamato Universo.

Fervido l'odore del vento che si alza, solleva e accompagna il perfetto sapore di una notte che si preannuncia piena di ricordi, emozioni vecchie e nuove, passato e futuro che qui, in questa calma valle di campagna, trovano il loro punto d'incontro.

Guardo questo sentiero polveroso, ascolto lo scricchiolare della ghiaia sotto ai miei piedi così familiare, eppure talmente in basso nello scrigno del tempo.

Quanti diversi passi riesco a sentire, tutti sovrapposti ma inspiegabilmente distinti. I sandali pesanti trascinati da mio nonno sfinito da una giornata di lavoro nei campi, le ciabatte scucite della nonna, a volte tenute in mano per concedere ai piedi un po' di illusorio refrigerio.

Le silenziose passeggiate dei gatti, il rumoroso e goffo andare della mia gallinella che puntuale, ogni sera, si ritrovava nel cortile sotto il balcone, circondato da ciliegie profumante, mele mature e foglie fruscianti al fiato del vento.

Quella lì, impolverata, è la sedia di mio nonno, padrone di una casa sollevata dalla terra con la forza delle sue braccia. Al suo fianco la moglie fedele di una vita di sacrifici e fatiche. Di fronte gli amici di sempre, che di anno in anno diventavano sempre più silenziosi. Le voci ferme che si sovrapponevano, lentamente sono diventate echi sempre più solitari. Le sedie, mano a mano sempre più vuote, restarono immobili al loro posto,

fregandosene quasi del tempo che passava, o, semplicemente, mascherandolo meglio di altri.

L'erba ha coperto quel tavolo e il muretto sul quale trascorrevano le mie notti estive, sospeso tra i racconti dei grandi e i viaggi attraverso l'Universo.

Quei tenaci fili verdi hanno trovato il modo di crescere anche attraverso il cemento del pavimento, steso insieme a mio nonno che mi guardava orgoglioso e mi faceva sentire al centro di un lavoro che in realtà aveva fatto quasi completamente da solo.

Perso tra ricordi che non sono mai stati più lontani, alzo gli occhi per trovare qualcosa di familiare, e non resto deluso.

Il cielo, quello spicchio di Universo visibile tra il terrazzo e le chiome degli alberi che giocano a nascondere le stelle, è sempre lo stesso; scuro quasi come la pece, incastonato di brillanti che fanno impallidire quei gioielli indossati da antiche e tirate donne aristocratiche.

Mi siedo al posto che fu di mio nonno, al quale non avevo mai potuto accedere negli anni passati, e osservo il mondo da una prospettiva diversa.

Su quel vicino sentiero polveroso le ruote della mia vecchia bicicletta ritrovano il mestiere che sono nate per fare: correre, alzare più polvere possibile, far sentire la loro presenza.

Ma non sono io a pedalare; troppo pesante e forse vecchio per potermi concedere un ultimo giro. Quello l'ho avuto tanto tempo fa, quando ancora non ne ero cosciente e per questo fu ancora più bello e puro di una mera celebrazione.

Quel polverone, da questa sedia piuttosto fastidioso, è alzato da qualcuno che mi somiglia molto, non solo biologicamente.

Curioso, pieno di energia, affascinato dallo spazio e dal cielo, rappresenta una vita che prosegue e un'altra che inevitabilmente gli dovrà cedere il posto, in una sorta di legge di conservazione universale.

Da questo particolare punto d'osservazione riesco a comprendere le urla di mio nonno, che a volte non riusciva più a respirare in silenzio la polvere sollevata dalle mie sgommate rumo-

rose. Ma se conosco bene quel giovane ciclista, so per certo che presto fermerà la bicicletta poggiandola in terra sul lato destro già provato da tanti altri parcheggi, e si verrà a sedere di fronte a me con lo sguardo al cielo, chiedendo spiegazioni che io, faticosamente, con anni e anni di studi, ho finalmente cominciato a darmi.

Mi preparo con un sorriso, perché sarà il fiume in piena più spettacolare che mi abbia mai investito.

“Che fai, papà?”

“Guardo le stelle”

“Come sempre allora!”

“Sì, ma da qui sono più vicine, guarda come brillano questa sera”

“Voglio vederle anche io, però mi spieghi qualcosa? Sei sempre impegnato con il lavoro, ma non hai mai tempo per parlarmi di quello che fai”

“Siediti qui di fronte a me, guarda il cielo per qualche secondo, poi chiedimi tutto quello che vuoi. Questa notte è tutta per noi. Sei tu a fare domande e a smettere quando non ne avrai più, o vorrai tornare a casa”

“Davvero? Grazie! Ho tante cose da chiederti, non so da dove iniziare!”

lo guardo orgoglioso, con gli occhi ben più brillanti di Vega che splende alta sopra le nostre teste:

“Guarda il cielo, stai in silenzio qualche secondo e poi saprai perfettamente cosa chiedermi. Tu neanche immagini quante storie possono raccontarti quei puntini brillanti lassù. Sono molte di più di quelle mai scritte da tutti gli esseri umani, incredibilmente più misteriose, affascinanti, avvincenti, incredibili...”. Fu in questo modo, senza vestiti né valige, senza quella diabolica invenzione chiamata denaro né biglietti aerei, senza conoscere destinazione e ritorno, che partimmo per il viaggio più lungo, speciale e meraviglioso che potessi mai immaginare; un viaggio che fino a quel momento avevo intrapreso da solo; un viaggio che mai avrei pensato di fare come guida di una persona speciale che riuscisse, come il bambino di tanti anni pri-

ma, a guardare al di là di questa trasparente, ma troppo spesso impenetrabile, cortina d'aria.



Quell'angolo di Universo sulla Terra dove inizia il nostro viaggio su un raggio di luce.

Vicini di casa

1. Cos'è, di preciso, il Sistema Solare?

Bene, questa non è una domanda difficile, anche se la risposta potrebbe essere più sorprendente e ampia di quanto tu possa credere, figlio mio.

Il Sistema Solare è la nostra casa in uno sterminato spazio chiamato Universo.

Il suo perno è il Sole, una stella media che con la sua grandissima forza di gravità trattiene i pianeti e miliardi di piccoli corpi celesti, chiamati generalmente corpi minori.

Il Sole è la stella a noi più vicina, e quella che permette, attraverso la sua grande energia, l'esistenza della vita sulla Terra.

La luce emanata ogni secondo è pari a quella di 3 milioni di miliardi di miliardi di lampadine da 100 watt ciascuna ed è responsabile di tutti i fenomeni osservati nelle atmosfere dei pianeti. Dalle nubi letali di acido solforico di Venere, alle nuvole terrestri fonte di vita, fino ai potenti cicloni di Giove e Saturno e ai venti fortissimi dell'atmosfera di Nettuno.

Il Sole è vita.

Sembra impossibile, ma è così grande che contiene circa il 99% della materia di tutto il Sistema Solare.

Tutti gli altri corpi celesti ruotano attorno alla nostra stella su dei percorsi circolari o ellittici, chiamati orbite.

Il tempo impiegato a percorrere un'orbita dipende dalla distanza alla quale viene effettuata. Maggiore è questo valore, più tempo viene richiesto al corpo celeste per completare un giro. Il più veloce è Mercurio, che chiude il giro in appena 88 giorni, alla strabiliante velocità di 47 km/s, quasi 170.000 km/h!

Parlando di alte velocità orbitali, anche la Terra si difende bene; il suo tragitto è effettuato a ben 30 km/s. Neanche l'aereo più veloce riesce a raggiungere una velocità simile. Noi non ce ne accorgiamo, ma ogni giorno percorriamo oltre 2 milioni e

mezzo di chilometri nello spazio, comodamente seduti su questa sterminata superficie chiamata Terra.

Il pianeta più lento è Nettuno, che impiega quasi 165 anni per un'orbita completa. Non cercare di immaginare il significato della parola con qualche situazione che conosci. Per te una tartaruga è lenta, per il Sistema Solare lento significa pochi chilometri al secondo, quindi qualche migliaio di chilometri l'ora.

Nettuno non è il corpo celeste più lento. Alcune piccole comete nelle estreme periferie del Sistema Solare hanno bisogno di decine di migliaia di anni per completare un'orbita.

Sarebbe davvero strano vivere su uno di questi oggetti e scoprire che non festeggeremo mai il nostro compleanno, neanche se vivessimo per 100 anni terrestri.

2. Quanti pianeti ci sono nel Sistema Solare?

Questa è una domanda con il trabocchetto; molti risponderanno in modo non corretto, ma io sono, più o meno, preparato.

Tutti probabilmente pensano, e probabilmente così leggerai su molti libri, che i pianeti del Sistema Solare sono nove. In ordine di distanza dal Sole: Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno e Plutone.

Effettivamente è stato così per oltre 80 anni, poi, nell'agosto del 2006, un evento imprevedibile ha riscritto i libri di storia e di astronomia: i pianeti del Sistema Solare sono diventati 8.

Per comprendere quello che è successo, non dobbiamo guardare incuriositi e preoccupati il cielo, alla ricerca delle cause di una presunta catastrofe planetaria. La nostra attenzione deve invece essere focalizzata su un congresso tenuto dall'Unione Astronomica Internazionale, nel quale, tra discussioni, insulti e sedie volanti, è stato deciso di declassare il povero Plutone e rilegarlo nella nuova classe di pianeti nani.

Secondo le nuove definizioni, quindi, i pianeti sono otto. Plutone, l'asteroide Cerere e altri tre corpi celesti remoti scoperti da pochi anni: Haumea, Makemake e Eris, sono classificati come

planeti nani, considerati anello di congiunzione tra i pianeti principali e gli asteroidi.

I pianeti nani, infatti, hanno alcune caratteristiche comuni a entrambe le classi: sono sferici come i pianeti, ma non abbastanza massicci da aver ripulito la loro zona orbitale da detriti e altri asteroidi.

In realtà, come si può intuire, nel Sistema Solare nulla è cambiato nel corso degli anni: i corpi celesti sono sempre gli stessi e percorrono le medesime orbite. A modificarsi continuamente sono le nostre conoscenze, e conseguentemente le definizioni che ci siamo dati per cercare di mettere ordine in questo enorme zoo chiamato Universo.

3. Quanto è grande la Terra?

Per molti esseri umani la Terra rappresenta tutto il loro, personalissimo, universo. Ti stupiresti nello scoprire quante persone, così impegnate nella scelta dei vestiti, dei locali e nella moda del consumismo, di cui, un giorno, ti spiegherò il significato se mai dovessi riuscire a scoprirlo, ignorino completamente cosa ci sia poco sopra le loro teste, che cosa sia davvero l'Universo e quale la loro reale, insignificante, importanza.

Se questo pianeta lo sentiamo così enorme, al punto che non riusciamo neanche a capire che in realtà non è piatto, come potrebbe sembrare, ma una sfera quasi perfetta, è semplicemente perché siamo talmente piccoli da non riuscire a vedere chiaramente, a volte, neanche quello che si mostra continuamente sotto i nostri occhi.

Per completare un giro attorno alla Terra, e ritrovarsi esattamente nel punto di partenza, ti servirà un aereo potente, con abbastanza carburante per compiere i 40.000 km necessari. Viaggiando a circa 800 km/h, una velocità molto più elevata di qualsiasi automobile, impiegheresti 50 ore esatte per chiudere il cerchio.

Se decidessi di provare a fare il giro del mondo a piedi, trovando il modo di camminare sul 70% della superficie, nono-

stante sia piena d'acqua, ci vorranno mesi, forse anni, per tornare al punto di partenza.

Nessuna persona vive così a lungo da riuscire a vedere in una vita intera tutto il pianeta, neanche limitandosi al 30% di terre emerse.

Ora, invece, immagina di essere a bordo di un raggio di luce, che per qualche strano motivo riesce a portarti con se nel proprio viaggio attraverso il Cosmo. Aggrappati bene alle sue comode spalle e lasciati trasportare dall'incredibile velocità.

Poco più di un secondo, neanche il tempo di capire cosa stia succedendo, e ti vedi sfrecciare alla tua destra la Luna.

Ti servirà un altro secondo per voltarti a vedere dove sia finita la Terra, stendere rapidamente il braccio, e capire che quella sterminata distesa di acqua e vita, ora, è una biglia sempre più piccola adagiata sulla tua mano.

Sono passati quindici secondi ed è sufficiente il mignolo per coprire quella capocchia di chiodo azzurra.

Neanche un quarto d'ora di viaggio su questo raggio di luce, e acqua e suolo si fondono in punto infinitesimo molto più luminoso di qualsiasi stella; vicino un altro punto che ricorda vagamente, dal colore, la Luna. Di fronte Marte saluta fuggacemente per ricordarti che sei, forse, a poco più di 60 milioni di chilometri da casa.

Un'ora di viaggio, e mentre Saturno mostra quegli incredibili e perfetti anelli, la Terra e la fidata compagna, la Luna, sono ormai un unico spillo indistinto investito dalla vicina luce solare.

Il tempo che qualche uomo d'affari impiega per volare da Roma a New York e tu sei a oltre 10 miliardi di chilometri. Il Sole s'è fatto piccolissimo e molto più debole; la Terra... beh, la potrai vedere solamente se ti sarai portato con te almeno un binocolo.

Ma devo essere sincero, non ti servirà a molto, perché tra qualche ora non riuscirai più a vederla neanche con un telescopio.

Un giorno di viaggio, il tempo richiesto per volare in Australia, e sei già circondato da un cielo nero come la pece, privo di

pianeti, con il Sole che sembra aver preso il posto di Venere dei cieli terrestri.

Credi di essere in chissà quale parte sperduta dello spazio, ma in realtà hai appena girato l'angolo di via del Sistema Solare, più che una via un piccolo e stretto vicolo di una grande megalopoli.

Le altre stelle non sembrano essersi spostate di un millimetro; possibile? Sì, perché solamente per giungere alla più vicina ti serviranno oltre 4 anni di viaggio, e almeno la metà per riuscire a notare, ben più lento del cammino del Sole durante un'assolata giornata terrestre, lo spostamento delle più vicine causato dalla tua enorme velocità.

Non ci sarà molto da fare; avrai tempo per pensare che vite, urla, guerre, voci, ma anche sogni, speranze, grandi imprese, di cui sono capaci gli esseri umani, nonché tutto quello che hai visto fino al momento di partire, sono così lontani che si perdono in un punto visibile solamente con telescopi molto, molto più potenti di quelli che su quel pianeta chiamato Terra scrutano la vastità del Cosmo.

Avrai molto da pensare, ma anche dopo 1000 vite avrai esplorato solamente una parte su 200.000 dell'Universo che possiamo osservare.

Avrai modo, forse, anche di sentire il peso della consapevolezza di qualcosa molto più grande di noi; qualcosa che fa star male, a volte, quando qualcuno, non molti, intraprende nell'immaginazione il tuo stesso viaggio.

Devi partire.

Riuscirai a vedere molto più chiaro il significato di certe azioni dei tuoi simili; capirai quali sono le vere priorità della vita, forse troverai e capirai la vera Vita, e sicuramente imparerai ad apprezzare e sfruttare molto meglio il tempo a tua disposizione.

Poi ti sentirai piccolo e insignificante, e realizzerai che una formica, anche se regina del suo folto popolo, non potrà fare nulla contro un elefante, che da quell'altezza neanche vedrà quegli indisciplinati puntini che fanno tanto baccano, ma non comprendono che le loro urla non si alzeranno mai per più di

pochi centimetri dal suolo. E stai pur certo che quell'elefante continuerà la sua esistenza con o senza la regina e il suo piccolo popolo, perché per lui, da quell'altezza, nulla cambierebbe se non esistessero.

Non andare troppo lontano; magari un giorno torna su questo pianeta e mostra come sarebbe bello e utile se molti altri riuscissero ad aggrapparsi alle spalle di un raggio di luce.

Non c'è bisogno di spaventarli con il buio e il freddo del Cosmo. Quell'esperienza non tutti possono sopportarla; giusto un giro dell'angolo per mostrare che un piccolo vicolo simile a un formicaio rappresenta il tutto solamente se per un'intera vita rinunciamo, per paura o altri futili motivi, a sporgere fuori la testa anche solamente per qualche secondo.

4. Quanto sono distanti gli altri pianeti?

Tanto per noi, pochissimo per la luce, meno di un passo di formica per l'Universo.

I concetti di grande e piccolo, di tanto e poco, e molti altri che incontrerai nella tua vita, sono relativi, perché dipendono dalle tue esperienze e da cosa usi per confrontarli.

Il Sole ti sembra enorme rispetto a un albero, ma diventa piccolissimo al cospetto della stella Arturo.

Un pianeta come la Terra è immenso, ma ti ho appena dimostrato che può anche essere molto, molto piccolo.

Le distanze dei pianeti sono tutte centinaia o migliaia di volte superiori a quel giro del mondo della durata di 50 ore, eppure la luce ci mette pochi minuti a percorrerle.

Per l'Universo, la Terra e Nettuno sono vicini quanto i tuoi piedi che quasi si toccano in questo istante; per un minuscolo batterio, invece, anche questa distanza è molto, molto grande.

Il corpo celeste più vicino è sicuramente la Luna, così tanto che tra poco la vedrai sorgere più grande di tutte le altre stelle.

Ma questo non significa che tu potrai andarci a piedi, perché è lontana 384.000 chilometri.

Tutta l'Italia è lunga meno di 2000 km e ci vorrebbero due giorni per attraversarla in macchina; riesci a capire quanto è comunque lontano il corpo celeste più vicino?

Eppure non è ancora una distanza così impossibile per noi. Quando torneremo a casa, dai un'occhiata a quanti chilometri ha fatto la mia macchina.

Non sono mai andato sulla Luna, non ho mai neanche attraversato l'Italia, eppure in oltre dieci anni ho percorso chilometri sufficienti per andare e quasi tornare da quel mondo alieno. Effettivamente, ora che ci penso, che grande spreco è stato ripetere per tante, tante volte lo stesso tragitto senza mai visitare posti nuovi.

Gli altri pianeti sono ancora più lontani. Venere è il più vicino e già parliamo di 40 milioni di chilometri. Marte è a 56 milioni, Giove 650, Saturno oltre un miliardo! E non c'è nessuna automobile che può avvicinarsi a questi enormi conteggi.

Eppure, come ti ho detto prima, dopo tutti questi chilometri abbiamo appena iniziato a voltare l'angolo e a scoprire che queste distanze sono grandi solamente per noi, che siamo così piccoli.

5. Quanti anni ha il Sistema Solare? È sempre esistito?

Come tutto nell'Universo, anche il Sistema Solare ha avuto un'origine e conoscerà una fine.

Il fatto che durante le nostre vite ci sembri sempre lo stesso è dovuto esclusivamente alla differenza tra la nostra scala dei tempi e quella dell'Universo.

Se ti dico di quantificare 100 anni, tu sicuramente mi dirai che sono tantissimi, addirittura più di quelli a disposizione di molti esseri viventi.

Tutta la civiltà non ha una storia più antica di 10.000 anni. La nostra specie si ferma a 2 milioni di anni e ci sembrano già un'eternità.

Per l'Universo, invece, questi enormi intervalli assomigliano a uno schiocco di dita, al limite a uno sbadiglio.

Il Sistema Solare non fa di certo eccezione.

Attraverso lo studio approfondito delle rocce terrestri ed extra-terrestri, i miei colleghi astronomi sono arrivati a datare in modo piuttosto preciso la sua età: 4,568 miliardi di anni, con un errore di appena 2 milioni di anni.

Prima di questa data non esistevano né pianeti, né il Sole.

Il processo di formazione delle prime rocce ha probabilmente richiesto diversi milioni di anni, quindi posso dirti che il Sistema Solare ha probabilmente iniziato a formarsi 4,6 miliardi di anni fa.

Cosa c'era prima? Semplicemente un'immensa distesa di gas dalla quale sarebbe poi nato il nostro vicolo.

E ancora prima? Probabilmente altre stelle, la cui esplosione ha disseminato lo spazio del prezioso materiale utilizzato poi dal Sole e dai pianeti per formarsi. Ma non voglio rispondere a troppe domande tutte insieme, non sono io a decidere le regole del viaggio.

Quale sarà l'evoluzione del Sistema Solare?

Il destino del nostro sistema planetario è indissolubilmente legato al Sole. Come tutte le stelle, non potrà vivere in eterno. Tra circa 4,5 miliardi di anni si troverà a secco di carburante. Prima si contrarrà, poi si espanderà violentemente diventando 100 volte più grande di adesso, inglobando Mercurio, Venere e probabilmente anche la Terra.

Dopo qualche centinaio di milioni di anni, anche il combustibile residuo finirà e il Sole si lascerà lentamente morire.

Il nucleo crollerà sotto il suo stesso peso. Gli strati esterni, invece, verranno espulsi, restituendo di nuovo all'Universo ciò che era stato preso in prestito ormai 10 miliardi di anni prima.

I pianeti rimanenti continueranno a orbitare attorno al nucleo che lentamente, molto lentamente, si raffredderà e si spegnerà. Il sipario calerà su questo sistema planetario, ma il ciclo dell'Universo continuerà, anche grazie alla materia che il Sole ha avrà deciso di restituire al Cosmo.

6. Perché il Sole è così brillante?

Il Sole, come le altre stelle, brilla di una luce estremamente intensa; un'energia che sarà disponibile per miliardi di anni.

Ma da dove proviene?

In Natura l'energia non si crea dal nulla, ma si può solo trasformare. La luce che possiamo osservare deve quindi provenire da qualche processo che attinge a un serbatoio enorme di carburante.

Per molto tempo questa fonte è ha rappresentato uno dei più grandi misteri dell'astronomia, qualcosa che ha messo alla prova la pazienza e la mente di generazioni di scienziati.

Nel diciannovesimo secolo, alcuni astronomi ipotizzarono che l'energia derivasse direttamente dal processo di contrazione gravitazionale. Il principio è semplice: quando un gas si comprime si scalda ed emette luce, quindi perché le stelle non potrebbero manifestare lo stesso processo?

Calcoli alla mano, altri astronomi dimostrarono che questa fonte di energia avrebbe potuto essere sufficiente per non più di qualche milione di anni, una decina al massimo.

Com'è possibile, allora, che ci siano stelle molto, molto più vecchie?

La risposta data, evidentemente, era sbagliata; c'è qualche altro meccanismo che fa brillare le stelle e le mantiene in vita contro la loro stessa forza di gravità che tenderebbe a farle implodere. E per fortuna, altrimenti io e te ora non saremmo qui a guardarle.

Qualche altro anno di attesa prima di imboccare la strada giusta. Finalmente i miei colleghi avevano compreso che l'energia delle stelle si origina da un processo chiamato fusione nucleare, che si sviluppa nella zona centrale.

L'idrogeno, che è l'elemento principale, al centro si trova in forma ionizzata, privo del suo unico elettrone. L'atomo di idrogeno privato dell'elettrone si riduce a una singola particella: il protone, di carica positiva.

A causa della forza elettromagnetica, due particelle della stessa carica si respingono in modo maggiore quanto minore è la

loro distanza, proprio come succede anche per due calamite quando vengono avvicinate secondo due poli dello stesso segno. Non credo ci sia bisogno di dilungarmi su questo processo, ma se sei curioso prova a giocare con due magneti e capirai, senza più dimenticare, quello che ora ti ho appena accennato.

La forza con cui i protoni si vorrebbero allontanare è contrastata dall'enorme pressione del gas. Al centro del Sole, in effetti, la pressione, quindi la temperatura sono così elevate che gli urti tra protoni sono estremamente energetici.

Quanto? Pensa che la forza con cui vengono compresse due particelle di questo tipo è simile a quella che eserciterebbe una grande montagna se si trovasse sulle tue spalle. L'enorme compressione riesce ad avvicinare i protoni fino alla distanza critica di $10^{-15} m$ – un milionesimo di miliardesimo di metro! – un valore estremamente importante per il funzionamento stesso dell'Universo.

Quando due protoni si trovano entro questo raggio, la repulsione elettromagnetica che tenderebbe a farli allontanare con la stessa forza della montagna di prima, cessa di colpo e cede il posto a un nuovo tipo di interazione, chiamato forza forte.

Non ci interessa capire come si genera, ma solo l'effetto.

Sì, perché la forza forte è sempre attrattiva e ben 100 volte più intensa della repulsione elettromagnetica. La pressione di una montagna con cui le particelle cercavano di allontanarsi fino a pochi istanti prima, a un certo punto si trasforma in una forza esercitata da un'intera catena montuosa, per di più attrattiva.

I protoni, che fino a quel momento cercavano di evitarsi in tutti i modi respingendosi con una violenza inaudita, a un certo punto si arrendono e si fondono, uniti dalla colla più potente che potrai mai trovare in Natura.

La fusione genera il nucleo atomico di un nuovo elemento.

Per secoli gli antichi, attraverso un procedimento oscuro e privo di basi scientifiche chiamato alchimia, cercarono di trasformare il piombo in oro, senza mai riuscirci. Sembrava impossibile e completamente estraneo al buon senso trasmutare un

elemento in un altro, eppure l'Universo, a distanza di migliaia di anni, ci ha saputo stupire e smentire. I processi di fusione nucleare nelle stelle trasformano gli elementi, realizzando il sogno di generazioni di antichi alchimisti.

Com'è possibile che questo processo, già sbalorditivo, produca anche l'energia sufficiente per far vivere il Sole e le altre stelle?

Se con una bilancia immaginaria pesassimo il nuovo elemento formato dall'unione di due protoni e lo confrontassimo con il peso delle particelle quando si trovano libere, noteremmo una differenza piccola, ma fondamentale. La nuova specie, un nucleo di elio, peserebbe lo 0,7% in meno dei due nuclei di idrogeno.

Non è un errore dei nostri calcoli, ma una delle proprietà più strabilianti della Natura. La massa mancante si è infatti trasformata in energia, secondo la famosissima relazione di *Einstein*: $E = mc^2$.

Non sono la trasmutazione degli elementi; il Cosmo sorpassa la nostra immaginazione e rende possibile anche la trasformazione della materia in energia.

E non è un effetto trascurabile questo, nonostante i numeri fino a ora sembrano suggerire il contrario.

Vuoi sapere infatti quanta energia viene prodotta dalla trasformazione di un pizzico di materia che rappresenta appena una parte su 142 del totale?

Prendi una moneta da un centesimo di euro e immagina che sia fatta interamente di idrogeno che si fonde per formare elio.

Se pesa 2,30 grammi, la fusione nucleare trasformerà in energia meno di due centesimi di grammo di materia – una parte su 142 – più o meno il peso di dieci granelli di sabbia.

E sai quanta energia si sviluppa da dieci granelli di sabbia mancanti nel conteggio totale? La stessa prodotta da 25 tonnellate di carbone che bruciano in una centrale elettrica!

Impressionato, vero?

Pensa che nel Sole, ogni secondo, viene prodotta un'energia spaventosa, miliardi di volte la produzione dell'intero genere

umano in tutta la sua storia, trasformando in luce 4 miliardi di chilogrammi di materia al secondo.

Non pensare, però, che questo processo possa rappresentare una dieta perfetta, magari da imitare. La materia nel Sole è così tanta che in dieci miliardi di anni avrà perso solamente una parte su diecimila del suo peso. Ti ho convinto che i semplici numeri possono ingannare?

7. Perché non utilizziamo l'energia delle stelle anche noi?

Bravo, ottima domanda. In effetti, se in una monetina da un centesimo è contenuta così tanta energia, perché non la utilizziamo al posto di carbone e petrolio che inquinano tantissimo? La trasformazione della materia in energia è il processo principale attraverso cui l'Universo splende e si mantiene vivo, ma è molto difficile, anche per il Cosmo stesso, da mettere in atto.

Non pensare che sia un peccato, perché se la materia poteva trasformarsi in energia tanto facilmente come tu congeli l'acqua nel frigorifero, allora l'Universo intero si sarebbe subito trasformato in energia e tu non saresti esistito.

C'è sempre un motivo se qualcosa è così difficile da realizzare; anche se per il tuo personale punto di vista potrebbe essere una sfortuna, devi pensare che nel Cosmo ci sono miliardi di miliardi di abitanti ai quali va decisamente meglio così.

La risposta da scienziato è quindi semplice da dare. La nostra tecnologia, ancora, non è sufficiente per farci realizzare le difficili condizioni richieste per la fusione nucleare.

In realtà è solo questione di tempo, naturalmente tempo terrestre, quindi qualche anno, forse qualche decina, prima di riuscire a copiare e sfruttare i segreti delle stelle per produrre energia quasi infinita, a basso costo e non inquinante.

Questa risposta, però, è incompleta, ma te, che sei un innocente bambino, forse non potrai capirne il motivo.

Devi sapere, figlio mio, che il mondo, il mondo degli esseri umani, non sempre è giusto. Quegli adulti dai quali tu cerchi di

apprendere, che consideri maestri di vita e di valori, in realtà sono menti in gran parte corrotte dalla società, una specie di rete collettiva fatta spesso di stupide regole e meschini comportamenti che nessuno, individualmente, ti dirà di accettare, né condividere, ma che poi tutti, o quasi, in realtà contribuiscono ad alimentare.

Il giusto e lo sbagliato, il bene e il male, che io e tua madre cerchiamo di insegnarti ogni giorno, per molti uomini, nel mondo reale, sono valori troppo spesso dimenticati.

Le persone ricche, molto, molto ricche, sono spesso estremamente potenti e hanno amici altrettanto potenti; insieme cercano, con ogni mezzo, ogni, di continuare ad accumulare ricchezza e potere, chissà poi per quale perverso scopo.

L'energia delle stelle, se venisse utilizzata, probabilmente creerebbe la più grande rivoluzione del mondo.

Il petrolio, per il quale vengono combattute guerre senza scrupoli, improvvisamente diventerebbe inutile. Coloro che attraverso l'oro del ventesimo secolo hanno conquistato un potere quasi assoluto vedrebbero azzerare i propri, enormi, guadagni; in breve tempo scomparirebbero nell'anonimato e perderebbero tutto il potere acquisito.

Le persone più povere del mondo, che rappresentano nettamente la maggioranza, con l'energia delle stelle, il cui combustibile si estrarrebbe dall'acqua, potrebbero finalmente uscire dalla miseria totale che non le permette neanche di illuminare le proprie baracche. Avrebbero la possibilità di accedere a internet, ricevere un'istruzione, fondamento di una vita degna, prendere coscienza del mondo, della propria situazione, cambiare il proprio paese prima, il pianeta poi.

Tutto questo, naturalmente, spaventa coloro i quali, molto pochi ma ben organizzati, controllano gran parte del mondo, ma terrorizza anche la nostra società occidentale, confusa, manipolata e intimorita dalla minaccia di perdere il benessere acquisito.

Pochi, però, si fermano a riflettere che questo benessere è costruito sulla miseria di altri, molti altri. Ancora meno sono colo-

ro in grado di liberare la mente e capire che sarebbe possibile sfruttare le nostre conoscenze per un mondo più equo, giusto e pulito.

L'energia delle stelle intriga scienziati e ingegneri, ma spaventa i governi e i loro potenti amici. Finché questi non troveranno il modo di sfruttarla a proprio vantaggio, come ora fanno con il petrolio, nessuno finanzierà adeguatamente la ricerca e molti altri cercheranno di ostacolarla, stando attenti a non destare troppa attenzione, e continuando, naturalmente, a informare la popolazione nel modo più congeniale alle loro esigenze.

Diffida sempre dalle notizie che ascolti e leggi, questo è anche il modo di agire della scienza; ma sii preoccupato, molto, da quelle che non ti vengono dette.

8. Esiste la vita sugli altri pianeti?

Se ti riferisci alla presenza di vita intelligente, la risposta è no: non esiste su nessun corpo del Sistema Solare, a eccezione della Terra, anche se a volte considerare intelligente l'uomo, per come spreca il proprio potenziale e tenta di distruggersi, richiederebbe una buona dose di coraggio.

La situazione si complica, e non poco, se invece consideriamo tutta la vita, compresi batteri, microbi e semplici organismi unicellulari.

In questo caso la risposta è che non lo sappiamo ancora.

Sì, ti sto dicendo di non sapere.

Non esserne stupito: gli scienziati non sono esseri superiori che conoscono tutto, ma semplici uomini che non dovrebbero vergognarsi di dire "non lo so".

Ci sono dei luoghi nel Sistema Solare nei quali le condizioni potrebbero essere favorevoli allo sviluppo di microorganismi semplici. Altri sono così nascosti che sarà impossibile, almeno per i prossimi 50 anni, capire cosa c'è veramente lì sotto.

La storia della ricerca della vita al di fuori della Terra ha radici molto antiche, ma solamente con l'avvento dei viaggi nello

spazio l'uomo ha potuto fare luce su questo affascinante desiderio.

Fino agli anni 50 del secolo scorso, molti astronomi erano convinti che su Marte ci potesse essere vita intelligente.

Le osservazioni al telescopio effettuate decenni prima dall'astronomo italiano Giovanni Schiaparelli e da Percival Lowell, avevano evidenziato dei giganteschi canali. Schiaparelli aveva ipotizzato si trattasse di enormi fiumi di origine naturale. Lowell, inglese, interpretò nel modo sbagliato il termine "canali" del testo di Schiaparelli e si convinse che fossero di natura artificiale, creati per irrigare i campi da una civiltà tecnologicamente avanzata. Nacque con questo incredibile equivoco il mito della vita su Marte e dei marziani.

Ora questo ragionamento ti sembrerà quasi ridicolo, ma ogni persona che riflette su quello che poi dice, e non ce ne sono molte, ha delle motivazioni valide per affermare certe cose.

Al tempo di Schiaparelli e Lowell si sapeva solamente che i pianeti erano mondi tanto distanti che ruotavano, come la Terra, attorno al Sole.

Su Marte i telescopi vedevano immense distese di terra rossa, altre molto più scure che potevano sembrare dei mari. Spesso si osservavano nubi simili a quelle terrestri, una calotta di ghiaccio per ogni polo, montagne e nebbie lungo le grandi pianure. Era normale pensare che quel mondo potesse essere simile alla Terra. Certamente era una visione limitata e l'ipotesi era azzardata, tanto che in molti continuavano a essere scettici, ma era comunque uno scenario ammissibile.

Le conoscenze e i pensieri si evolvono continuamente.

I pensatori dell'antica Grecia non credevano neanche che quel puntino rosso potesse essere un mondo simile al nostro, magari abitato; ma per la cultura e le conoscenze del tempo questo era un ragionamento condivisibile perché mancavano molte informazioni.

Attualmente se qualcuno ti dicesse che Marte non è altro che un punto colorato appeso dagli dei alle pareti del cielo, avresti tutto il diritto di guardarlo in modo strano e fargli notare che

questo non può essere più considerato un ragionamento valido, al massimo una bella favola.

Con le osservazioni degli astronomi del diciannovesimo secolo, anche scrittori e giornalisti cominciarono a credere alla possibilità di vita intelligente sul pianeta rosso. Alcuni indimenticabili romanzi, tra cui il più famoso è sicuramente "La guerra dei mondi" di Herbert George Wells, propagarono tra il pubblico l'idea, e il terrore, che i marziani fossero addirittura pronti a un'imminente invasione della Terra.

L'apice venne raggiunto nel 1938.

Un giovane attore, Orson Welles, adattò il romanzo alla sua trasmissione radiofonica, scatenando il panico tra la popolazione che non aveva compreso che stava in realtà ascoltando la recitazione di un libro di fantascienza. Detto tra me e te, invidia un po' Welles, perché chissà quali risate si sarà fatto con quello scherzo!

Con l'arrivo su Marte delle prime sonde automatiche, a partire dagli anni 60, si comprese che il pianeta era estremamente arido e incapace di sostenere una civiltà tecnologicamente avanzata.

Le successive spedizioni automatiche esclusero la presenza di vita intelligente anche in un lontano passato.

Le attuali condizioni sono in effetti proibitive per le complesse specie viventi che conosciamo: l'aria non contiene ossigeno ed è molto rarefatta. Non esiste acqua liquida, la temperatura è quasi ovunque abbondantemente sotto lo zero, e come se non bastasse manca un campo magnetico in grado di evitare alle strutture viventi complesse, come me e te, di venir distrutte dalle pericolose particelle emesse dal Sole.

La delusione per Marte venne presto accompagnata da quella per Venere, l'altro pianeta sul quale gli astronomi nutrivano flebili speranze di trovare la vita. Il forno a 480°C costanti della superficie venusiana fece letteralmente evaporare per sempre il sogno di trovare una civiltà intelligente nel Sistema Solare.

L'uomo si scoprì, di nuovo, solo, ma questa volta in uno spazio ben maggiore rispetto all'antichità. E non c'è cosa peggiore

che sentirsi soli in un posto sterminato in cui non vedi né ripari, né confini, per migliaia di miliardi di chilometri.

La ricerca della vita elementare, invece, è un campo molto attivo, pieno di dubbi e continue sorprese.

Stiamo lentamente scoprendo che le molecole alla base delle strutture viventi come le conosciamo sono sparse quasi ovunque nel Sistema Solare, dai pianeti alle remote comete.

Quest'ultime si pensa siano stati i veicoli che hanno letteralmente inseminato la Terra primordiale attraverso violenti impatti. Le condizioni favorevoli hanno poi fatto germogliare i semi, trasformandoli in forme di vita sempre più complesse.

Se le comete trasportano i semi della vita e li spargono attraverso gli impatti con i pianeti, è quasi certo che questi siano presenti su ogni pianeta con una superficie solida e che in qualche caso abbiamo potuto svilupparsi per creare forme primitive.

L'attenzione ricade ancora una volta su Marte.

Gli esperimenti condotti negli anni 70 dalle sonde Viking, le prime arrivate sulla superficie, interpretati secondo le attuali conoscenze, sembrano aver mostrato che il suolo di Marte contenga microrganismi, probabilmente semplici batteri.

I miei colleghi credono che nelle falde sotterranee, al riparo dai pericoli della superficie, l'acqua liquida possa contenere tracce di vita.

Con l'esplorazione del Sistema Solare abbiamo scoperto molti altri luoghi nei quali i semi potrebbero germogliare, come su Europa e Titano, rispettivamente satellite di Giove e Saturno.

Sotto la superficie arida e gelata entrambi sembrano contenere enormi riserve di acqua liquida. E dove c'è acqua, si sa, c'è vita. È probabile, quindi, che spore, batteri e semplici alghe possano vivere nella completa oscurità di questi oceani, sepolti sotto decine di chilometri di ghiacci, al riparo dalle insidie dello spazio e dai nostri sguardi curiosi.

Riusciremo mai a provare questa ipotesi? Impossibile scavare fori così profondi, ma se riuscissimo ad analizzare i getti e-

messi da alcuni speciali vulcani, potremmo scoprire se contengono vita.

Le maestre ti avranno sicuramente insegnato che i vulcani sono dei mostri che sputano fuoco e rocce fuse caldissime. Qui sulla Terra sì, ma non ovunque.

Dalle montagne di Titano e Encelado, un altro satellite di Saturno, fuoriescono grandi quantità di acqua liquida, insieme ad altri liquidi. Noi astronomi li chiamiamo criovulcani, una parola che faticherai a pronunciare, ma che ha un significato molto semplice: sono vulcani che eruttano lava fredda, non più composta da rocce fuse, ma da acqua, ammoniacca, a volte metano.

Qualche mio collega ha ipotizzato che tra gli enormi spruzzi d'acqua, alti oltre cento chilometri, si nascondano milioni di microrganismi viventi sparati involontariamente nello spazio.

Aspetta a convincerti però, perché al momento sono solamente delle affascinanti ipotesi. Quello che sembra chiaro, comunque, è che la vita potrebbe riuscire ad adattarsi anche alle condizioni più impervie. Per capirlo non c'è bisogno di allontanarsi milioni di chilometri, ma andare alla caccia dei posti più estremi qui sul nostro pianeta e scoprire che anche nel più arido, buio, freddo buco che tu possa immaginare, la vita è riuscita a trovare un modo per proliferare.

Alla fine, forse, potremmo non essere così soli come pensiamo, ma noi "esseri intelligenti" siamo stati messi a debita distanza dall'Universo, che evidentemente sapeva già quanto avremmo potuto essere pericolosi, ancora prima di nascere.

9. Quanto è concentrata la materia nel Sole?

Abbiamo già visto qualche numero incredibilmente grande della nostra stella. L'esperienza insegna, certo, ma è meglio se non lo faccia troppo bene al punto da impedirti di vedere la realtà. Se affronti la vita pensando esclusivamente alle esperienze passate, sarà difficile vivere situazioni nuove e diventerà facile perdere importanti occasioni.

Sei allora assolutamente sicuro che tutti i numeri associati al Sole siano enormi, solamente perché alcuni lo sono?

L'astronomia, in realtà, è la perfetta unione degli estremi, dell'infinitamente piccolo e dell'infinitamente grande, di numeri esagerati e altri sorprendentemente vicini allo zero.

Per dimostrarcelo non c'è niente di meglio che parlare della densità media del Sole, un valore che ci dice proprio quanto è concentrata la materia di questa immensa sfera infuocata.

È bello stupirsi del fatto che sia pari a $1,4 \text{ g/cm}^3$, appena il 40% superiore a quella dell'acqua.

Per confronto, la densità media della Terra è 4 volte superiore, pari a $5,5 \text{ g/cm}^3$.

Tra i corpi del Sistema Solare, la Terra è il più denso di tutti.

Il meno concentrato? Sicuramente Saturno; la densità è il 30% inferiore a quella dell'acqua, tanto che potrebbe galleggiare in un ipotetico, quando irrealizzabile, oceano.

Nel caso del Sole posso approfondire un po' il discorso, ma giusto un pizzico, per farti comprendere che le sorprese non sono di certo terminate. Al centro, infatti, dove si verificano le reazioni che producono l'energia, la concentrazione della materia è elevatissima, ben 160 volte maggiore dell'acqua.

Ma se la densità media è vicina a quella del nostro amato liquido trasparente, significa che in prossimità della superficie il gas debba essere veramente rarefatto per compensare i grandi valori del nucleo.

In effetti, la fotosfera solare, lo strato che ti ho fatto osservare con un filtro solare – guai a provarci da solo senza filtro! – ha una densità 300 volte inferiore all'aria che stai respirando in questo momento.

Sembra assurdo che un dettaglio apparentemente così consistente, nel quale si sviluppano anche quelle imponenti macchie solari, sia in realtà estremamente rarefatto. Questo è un grande insegnamento che dovremmo apprendere dal Cosmo: l'apparenza inganna, spesso. Non giudicare mai qualcosa dopo un primo fugace sguardo; rischieresti di trovare molti problemi e perdere parecchie occasioni.

