

AL LAVORO!
La slitta di Babbo Natale
trainata da renne volanti: fu
il poeta Clement C. Moore a
immaginarlo così nel 1822.

 **Scienza**

La fisica di Babbo Natale

Come fa Santa Claus a consegnare quasi 2 miliardi di regali in poco più di un giorno? Abbiamo fatto qualche calcolo concreto. Scoprendo che...

Le letterine dei bambini peserebbero quanto 50 aerei. E per gestire il magazzino occorrerebbero 336mila elfi



CARO BABBO... A lato e nell'altra pagina: l'ufficio postale di Babbo Natale a Rovaniemi (Finlandia). Babbo Natale evoca san Nicola, morto il 6 dicembre 343: un anniversario ricordato facendo regali ai bimbi. La sua figura si fuse con quella di divinità nordiche volanti, come Odino.

Diciamo la verità: da quando ci hanno spiegato che non è Babbo Natale a portarci i regali, abbiamo perso un po' della magia delle feste. Ma forse siamo stati frettolosi a rinunciare a questo sogno: davvero non può esistere un nonno pacioccone che consegna doni in tutte le case la notte di Natale? Per scoprirlo, vale la pena leggere questa storia alla luce della scienza: comporta qualche fatica, ma almeno potremmo verificare se abbia un fondamento. Partendo da due premesse: viviamo in un mondo molto affollato (7,3 miliardi di persone: 6 volte di più del 1800, i tempi del *Canto di Natale* di Charles Dickens), ma, almeno, Babbo Natale oggi può contare sull'aiuto della moderna tecnologia.

DESTINATARI. Il primo problema è: quanti bimbi devono ricevere ogni anno i doni da Babbo Natale? Tenetevi forte. Secondo le ultime statistiche dell'Onu, i bambini fino a 14 anni sono 1,864 miliardi in tutto il pianeta. Se ognuno di loro gli scrive una lettera su un foglio A4 (peso: 5 grammi), e la inserisce in una busta di uguale peso, Babbo riceverà 18.640 tonnellate di posta: una massa pari a quella di 50 aerei A380, i più grandi velivoli passeggeri del mondo. Per reggerla tutta,

la sua scrivania dovrebbe essere quanto meno di cemento armato. E se i bimbi, facendosi aiutare dai genitori, scansionassero quei fogli e glieli spedissero via email? Ogni lettera digitale "peserebbe" 500 kb: moltiplicata per tutti i bambini del mondo, occuperebbe uno spazio di 932.000 gigabytes, pari a 200mila copie dell'*Enciclopedia Britannica*. Per archivarle tutte, occorrerebbe circa un migliaio di hard-disk da 1 terabyte: dato che hanno uno spessore di 17 mm ciascuno, formerebbero una pila alta come un palazzo di 6 piani.

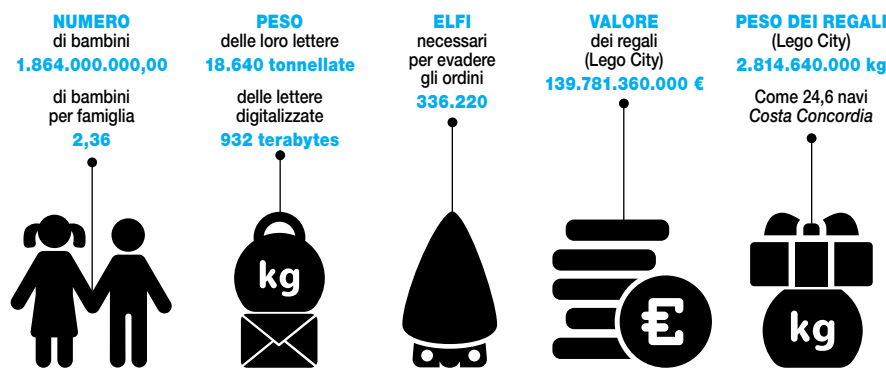
ELFI & MATTONI. E di quanti aiutanti avrebbe bisogno Babbo Natale per evadere tutte queste richieste? Ammettiamo che ricorra a un gruppo di elfi e per avere un termine di confronto affidiamoci ad Amazon, che di logistica globale se ne intende. L'anno scorso, per affrontare il picco di richieste natalizie (100mila ordini) su amazon.it, 600 magazzinieri hanno impiegato 5 ore: ogni addetto, quindi, ha evaso 33 ordini all'ora. Dunque, se Babbo volesse evadere in 24 ore tutti i suoi ordini (1,864 miliardi), dovrebbe convocare 2 milioni e 354mila elfi. Se potesse farlo in una settimana, 336.220 elfi. Per reclutare tutti questi aiutanti, Babbo dovrebbe affidarsi a una società di lavoro temporaneo: sarebbe un bel volano per l'occupazione.

Quali regali facciamo portare a Babbo Natale? Per semplicità (e per spirito egualitario) immaginiamo che faccia a tutti lo stesso dono. Andando sul classico, una scatola di mattoncini: abbiamo scelto una confezione unisex adatta a tutte le età, il Lego City "Caserma della polizia nelle paludi" (costo 74,99 €, peso 1,51 kg, volume 13.857,48 cm³). Per assemblare 1,864 miliardi di confezioni (da 707 mattoncini), Lego dovrebbe moltiplicare per 22 l'intera produzione del 2014: 60 miliardi di mattoncini. E non è l'unico problema da risolvere: Babbo Natale dovrebbe essere ricco sfondato per comprare i giochi, spendendo 139,781 miliardi di €: poco meno del Pil del Vietnam (146,358 miliardi). E poi dovrà immagazzinare tutti i regali. Le confezioni occupano un volume totale di 25.830.342,72 m³: usando i tipici container LD3 (4,30 m³ ciascuno), ne servirebbero poco più di 6 milioni. Che, insieme, peserebbero 2.814.640 tonnellate, l'equivalente di 24,6 navi *Costa Concordia*.

VIAGGIO. Immaginando di caricarli sull'aereo cargo più grande del mondo, l'Antonov An-225 Mriya, che può trasportare un carico di 250 tonnellate alla volta, occorrerebbe una flotta di oltre 10mila jet per trasferirli in un unico viaggio. Ma prima di occuparci del mezzo di trasporto (questione non banale), dobbiamo fare

altri conti. Quante volte dovrà fermarsi Babbo? Secondo le ultime statistiche dell'Onu, il tasso di fecondità medio sulla Terra è di 2,36 figli per donna: dunque, le case dei destinatari sarebbero quasi 790 milioni. Distribuite come? La Terra popolata è ampia 148.939.063 km². Ma di questi soltanto la metà (il 54%) è abitata; il resto sono ghiacci, monti, deserti. Dunque, dividendo il numero di famiglie per l'area della terra abitata, la densità media risulta di 10,6 bimbi/km². In pratica, ogni famiglia avrebbe 94.340 m² a disposizione: un quadrato di 307 m di lato. In realtà non è così, perché più di metà della popolazione mondiale si concentra nelle città, dove le distanze sono più corte e la densità maggiore. Ma accontentiamoci della media: ogni bambino abita a 307 m da un altro. Moltiplicando il numero di fermate (790 milioni) per la distanza media fra un bimbo e l'altro (0,307 km) otteniamo 242.478.000 km: 20 milioni in più della distanza media Terra-Marte. Un percorso che le moderne navi spaziali percorrono in almeno 8 mesi.

TEMPO. Ma Babbo Natale ha molto meno di 8 mesi per fare quel tragitto: ha 24 ore. Anzi no: immaginando che viaggi da est a ovest, nella stessa direzione della rotazione terrestre, dice Cecilia Clivati, fisica dell'Istituto nazionale di ricerca ▶

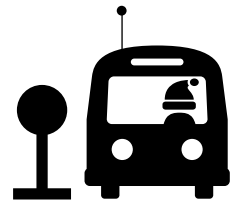


FONTE: Onu (Population division), Amazon, Lego, Wikipedia

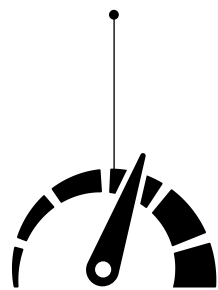
TEMPO
complessivo a disposizione
per le consegne
31 ore
a disposizione
per ogni consegna
0,0001413 secondi
(7.077 consegne
al secondo)



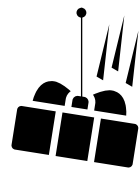
NUMERO DI FERMATE
per effettuare tutte le consegne
789.830.508,47
DISTANZA
tra ogni fermata
0,307 km
complessiva da percorrere
242.477.966,10 km



VELOCITÀ MEDIA
per consegnare i regali
7.821.869,87 km/h
per fare tutte le fermate
15.643.728 km/h



ACCELERAZIONE
(rispetto a g, accelerazione
di gravità, pari a 9,8 m/s²)
6.276.415.872,2 g
ENERGIA NECESSARIA
per accelerare il carico
7.381.872.198,8 terawattora
(consumo mondiale
annuale=47.470,3)



metrologica, le ore diventano 48. Dalle 00:00 del 25 dicembre delle isole Fiji e Kiribati (Tempo medio di Greenwich +12), fino alle 23:59 del 25 dicembre dell'isola di Baker, nel Pacifico (GMT-12). Per un osservatore posto a Greenwich, il viaggio inizierebbe alle 12 del 24 dicembre e finirebbe alle 12 del 26. Ma per rispettare la tradizione della consegna notturna, dobbiamo farlo terminare alle ore 7 del 25 dicembre dell'isola di Baker: le sue ore di lavoro si riducono così a 31, ovvero 111.600 secondi.

A quale velocità dovrà muoversi Babbo Natale per percorrere la distanza nel tempo a disposizione? Risposta: 2.173,2 km/s. Ovvero 6.389,6 volte la velocità del suono. Ma Babbo deve fare anche 790 milioni di soste. Dividendo le ore a disposizione per il numero di fermate, si ottiene che in ogni secondo il Nostro dovrebbe visitare 7.077 case. Senza contare quanto necessario per entrare negli edifici (oggi non ci sono più camini: userà un passepartout?), lasciare i doni e uscire.

E LE RENNE? Non solo. Dato che Babbo si ferma in ogni casa, per metà tragitto dovrà accelerare e per metà rallentare. La velocità toccata a metà strada sarà quindi il doppio di quella media: 4.346,4 km/s (oltre 15,6 milioni di km/h). Una velocità possibile, essendo inferiore a quella della luce (300.000 km/s), ma molto più alta dei 70 km/s (252.792 km/h) toccati da un velivolo, la sonda spaziale Helios 2. E quale mezzo di trasporto userà? La tradizione dice che Babbo Natale viaggia su una slitta trainata da 8 renne volan-

ti. Come fanno a librarsi in aria? C'è chi ha ipotizzato un intervento di ingegneria genetica per far spuntare loro le ali. Ma non è plausibile che, semplicemente muniti di queste appendici, gli animali possano volare. Ciascuna renna pesa in media 120 kg, ma gli zoologi hanno calcolato che il peso massimo che le ali di un organismo possono reggere sia di 20 kg. Ma forse Babbo Natale ha modificato l'apparato digerente di questi erbivori in modo che ospiti batteri del genere *Clostridium*, il cui metabolismo produce idrogeno: le renne potrebbero accumularlo nello stomaco, in strutture simili a quelle degli uccelli (i sacchi aeriferi, che sono però espansioni polmonari). Con l'idrogeno in corpo, potrebbero essere sufficienti ali più piccole. Ma come faranno comunque le renne a superare i 15 milioni di km/h?

COME STAR TREK. Non solo: quanta energia è necessaria per portare tutta la massa dei regali alla velocità data? Prendiamo la calcolatrice: si ottengono, in base alla formula $\frac{1}{2}mv^2$, oltre 7,3 miliardi di terawattora (twh), cioè 47.500 volte il consumo annuale di energia del mondo intero (155.505 twh)! Per quanto, col passare delle consegne, il carico si alleggerisca gradualmente (e con esso l'energia necessaria), non è un dato da poco. Babbo Natale ha trovato una fonte d'energia più potente del nucleare? Ma va ancora peggio se calcoliamo l'accelerazione a cui sarebbe sottoposta la slitta: per la prima metà del percorso (e del tempo) accelera. Vi risparmiamo i conti



QUARTIER GENERALE.
A sinistra e sotto, il paese di Babbo Natale a Rovaniemi, Finlandia: un parco tematico costruito sul Circolo polare, dove la leggenda colloca la sua residenza. Le spoglie di san Nicola sono però conservate a Bari dal 1087.

(la formula, per chi volesse provarci è $a=2s/t^3$), ma non il risultato: 61,5 miliardi di m/s², oltre 6,2 miliardi di volte g, l'accelerazione di gravità. «Considerando che un uomo può sopportare 7 g, al massimo 9 g per brevissimo tempo, Babbo Natale sarebbe disintegrato», commenta Giancarlo Genta, docente di costruzione di macchine al Politecnico di Torino. Perciò lo scrittore Roger Highfield, nel libro *The Physics of Christmas* (Hachette), ha ipotizzato un altro scenario: Babbo Natale potrebbe usare la propulsione a curvatura. Come l'astronave di *Star Trek*, potrebbe viaggiare in una nuvola relativistica: la slitta volante, in questo caso, distorcerebbe lo spazio-tempo intorno a sé (la "bolla di curvatura"), facendo contrarre lo spazio e dilatando il tempo. In pratica, percorrerebbe un tragitto più corto in un tempo più lungo: con questa tecnologia, in teoria, sarebbe perfino possibile superare la velocità della luce. Tutto risolto? Mica tanto: gli scienziati hanno calcolato che per ottenere una curvatura dello spazio-tempo in una bolla, occorrerebbe 10 miliardi di volte l'energia immagazzinata nella massa visibile dell'Universo. «E anche se la si potesse ottenere», commenta Genta, «potrebbe essere usata solo nello spazio

interstellare: non nella nostra atmosfera e neppure vicino a corpi celesti, coi quali interferirebbe. Ed è impossibile immaginare uno stop ogni 300 metri».

SPUNTINI. Nel frattempo, domandiamoci come fa Babbo Natale a bere il bicchiere di latte che, secondo alcune tradizioni, gli lasciano i bambini. Immaginando che tutti gli lascino 15 cl di latte intero (94,5 kcal), dopo 790 milioni di fermate, Babbo Natale ingurgiterebbe 74 miliardi e 655 milioni di calorie. Abbastanza per nutrire più di 102 mila persone per un anno a 2.000 kcal al giorno. Peggio ancora se gli si lasciasse un bicchiere di sherry: se ne bevessero anche soltanto un millesimo, sarebbe l'uomo più ubriaco di tutti i tempi. Dobbiamo archiviare una volta per tutte il nostro sogno di Natale, allora? Sì, ma solo per poco. Fra pochi anni, infatti, tutti avremo una stampante 3D in casa: la notte della vigilia, Babbo Natale dovrebbe solo inviare un file via email con il giocattolo, da stampare senza muoversi dal salotto di casa. Certo, dovrebbe avere 790 milioni di indirizzi: lo spam più colossale della Storia... Alla fine dei conti, era meglio immaginarlo da piccoli: la magia non ha bisogno di fare calcoli. **F**

Vito Tartamella



Per consegnare tutti i doni in tempo, Babbo Natale dovrebbe visitare 7 mila case al secondo. Sfrecciando a 4.346 km/s