

ENERGIA DAL SOLE

Riprendiamo dal sito internet de La Stampa di ieri un articolo di Piero Bianucci, intitolato "La sonda 'Parker' vedrà il Sole da vicino. Per seguirla mangiate patatine fritte".

Mancano 100 giorni alla più audace missione spaziale mai tentata, la versione super-tecnologica del mito di Icaro: potete seguire il conto alla rovescia all'indirizzo <http://parkersolarprobe.jhuapl.edu/>. Quando si aprirà la finestra di lancio, che va dal 31 luglio al 19 agosto, e molti saranno al mare o in montagna per difendersi dal caldo, la sonda "Parker" della Nasa partirà da Cape Canaveral per avventurarsi fino a 6 milioni di chilometri dal Sole, un venticinquesimo della distanza che ci separa dalla nostra stella. Qui esplorerà un inferno dove la temperatura è di 1400 gradi e soffiano a 1000 chilometri al secondo raffiche di particelle atomiche cariche di elettricità, il "vento solare". Otto mesi dopo, nel febbraio 2019, sempre da Cape Canaveral, dovrebbe staccarsi anche la sonda europea "Solar Orbiter". Un'altra sfida, ma meno rischiosa, perché questa navicella si spingerà al massimo a 42 milioni di chilometri dal Sole, poco al di là dell'orbita di Mercurio.

Per l'umanità il Sole è l'astro più importante, gli dobbiamo la vita sulla Terra. Eppure nella letteratura divulgativa è meno popolare di entità platoniche come la materia oscura e l'ancora più elusiva energia oscura. A questa situazione paradossale rimedia Lucie Green, ricercatrice al Mullard Space Science Laboratory dell'University College di Londra, con un libro scritto in modo molto attraente a cominciare dal titolo: "Viaggio al centro del Sole. Storia e segreti della nostra stella" (il Saggiatore, 285 pagine, 26 euro, traduzione di Valeria Lucia Gili).

Molti anni fa ho scritto un paio di libri sul Sole e so che occuparsi della nostra stella significa attraversare tutta la fisica: classica, atomica, nucleare, quantistica. Ma dove tutte queste nozioni si concentrano è negli sforzi che gli scienziati hanno fatto per comprendere il punto cruciale: l'origine dell'energia del Sole (e quindi anche di tutte le altre stelle). Lucie Green lo racconta in un modo speciale, prendendo spunto dall'energia contenuta in un pacchetto di patatine di mais. Sulla confezione c'è un avviso ai golosi: 100 grammi contengono 2.035.000 joule, circa un quarto del fabbisogno giornaliero di una persona adulta. Bene. Questa è energia di origine chimica, intrappolata nei legami tra elettroni di atomi di carbonio, idrogeno, ossigeno etc. Ma sotto, nei nuclei, si nasconde una energia un milione di volte più grande.

La storia incomincia nel 1840 a bordo di una nave in viaggio verso l'isola di Giava. Medico di bordo era il tedesco Julius Robert Mayer. All'epoca le idee sull'energia erano confuse. Il calore che deriva dalla combustione e quello che si ricava dallo sfregamento meccanico, per esempio delle corde della nave contro le mani dei marinai, sembravano cose molto diverse. Partito da una idea ingenua – chi "brucia" più cibo dovrebbe avere un sangue più scuro a causa delle "ceneri" prodotte – Mayer giunse a capire che lavoro meccanico (lo sfregamento) e calore da combustione sono aspetti di una stessa grandezza fisica, l'energia. Cosa ancora più importante, l'energia non si crea e non si distrugge: cambia forma ma si conserva intatta. È il primo principio della termodinamica.

Mentre Mayer navigava verso Giava, in Inghilterra il figlio di un ricco birraio arrivava a conclusioni simili ma documentandole con un esperimento, cioè misurando il riscaldamento di acqua mescolata da una pala a sua volta azionata dalla caduta di un peso. Risultò che occorrono 4 joule di energia per innalzare di un grado Celsius (°C) la temperatura di un grammo di acqua. Il figlio del birraio era James Prescott Joule, e ora si capisce perché l'unità di misura dell'energia porti il suo nome.

Tra il tedesco Mayer e l'inglese Joule andò a infilarsi quella cosa stupida che è il nazionalismo. Chi era arrivato primo? Quarant'anni dopo la Royal Society saggiamente chiuse la vertenza in modo salomonico: nel 1870 conferì la sua prestigiosa medaglia (il Nobel di quel tempo) a Joule "per le sue ricerche sperimentali sulla teoria dinamica del calore" e l'anno dopo assegnò lo stesso premio a Mayer "per le sue ricerche sulla meccanica del calore".

Che c'entra il Sole con le patatine? C'entra, perché ingerire patatine significa bruciarle lentamente per mantenerci vivi e attivi. Quando grazie a Mayer e Joule la conversione delle varie forme di energia diventò chiara, l'astronomo John Herschel, che si era ustionato la pelle durante una escursione sulle Alpi, provò a calcolare quanta energia uscisse dal Sole. La stessa cosa fece, in modo più preciso, il francese Claude Pouillet con uno strumento che ideò proprio per questo scopo, il pireliometro.

Venne fuori che ogni secondo il Sole ci regala circa 1300 joule per metro quadrato. Tenendo conto della distanza della Terra dal Sole, la nostra stella irradia 4×10^{26} joule di energia al secondo. È l'energia contenuta in 20 milioni di miliardi di tonnellate di patatine. La massa del Sole era nota, circa 2×10^{33} grammi. Se il Sole fosse fatto di patatine, la sua vita sarebbe breve, e anche se fosse di carbone avrebbe soltanto una durata doppia rispetto al Sole di patatine. A conti fatti, un Sole di carbone si ridurrebbe in cenere in 6300 anni. Uno schiacciare delle dita rispetto alle ere geologiche documentate dai fossili.

Ci voleva qualcosa che avesse una resa energetica almeno un milione di volte migliore della combustione. Niente di simile era noto a fine Ottocento, ma nel 1898 Marie Curie con la scoperta del radium aprì uno spiraglio su una nuova fonte di energia, l'energia atomica: quel minerale misterioso emetteva energia senza perdere peso in misura percepibile. Da dove saltava fuori?

Nel 1905 arrivò Einstein con la teoria della relatività ristretta e la formula $E = mc^2$, energia uguale massa moltiplicata per la velocità della luce – 300 mila chilometri al secondo – elevata al quadrato. Cioè materia ed energia sono intercambiabili e il fattore di conversione è enorme. Cento grammi di materia possono liberare 10 milioni di miliardi di joule di energia. Se il nostro corpo funzionasse a energia atomica anziché a lenta combustione (ossidazione del cibo), 100 grammi di patatine ci basterebbero per 10 miliardi di vite. O, nel caso che vi sembri troppo, l'intera popolazione mondiale potrebbe campare per 150 anni.

Per produrre l'energia che ci investe e fa vivere la Terra, secondo la formula di Einstein il Sole deve annientare 4 milioni di tonnellate di materia al secondo. Sembra (è) tanta roba, ma la massa del Sole è così grande che c'è carburante nucleare per 10 miliardi di anni, il doppio della sua età attuale. Ecco trovata una spiegazione alla formidabile energia irradiata dalle stelle.

Restava da capire come il Sole trasformasse la materia in energia. L'inglese Arthur Eddington, grande estimatore di Einstein (e anche di se stesso: memorabile la sua supponenza) calcolò che un nucleo di elio (quattro nucleoni) pesa un po' meno di quattro nuclei di idrogeno. La differenza è pari allo 0,7 per cento. Convertendo idrogeno in elio, un po' di massa scompare per diventare energia.

Ora bisognava spiegare come ciò potesse avvenire, perché si tratta di mettere insieme protoni, che però si respingono in quanto hanno carica positiva, e cariche uguali non vogliono stare insieme. Nel centro del Sole la densità è 150 volte quella dell'acqua, 10 volte quella del piombo, e la temperatura supera i 12 milioni di gradi. Non basta ancora per convincere i protoni a unirsi ma nel 1928 il fisico teorico russo George Gamow introdusse nel comportamento delle particelle subatomiche l'effetto tunnel, un fenomeno raro ma che talvolta consente ai protoni di superare la barriera elettrica repulsiva. Seguirono molti progressi nella conoscenza dei nuclei atomici dovuti alla meccanica quantistica e a grandi fisici teorici e sperimentali, da Bohr a Pauli a Fermi. Infine nel 1938 Hans Bethe riuscì a individuare i tre passi delle reazioni nucleari che portano dai protoni ai nuclei di elio. Ci vollero ancora 28 anni perché, nel 1967, alle sei e un quarto del mattino, gli arrivasse da Stoccolma la telefonata che gli annunciava il premio Nobel, il primo che sia stato assegnato per una teoria astrofisica. E Bethe era un teorico, ma non astrofisico.

Piero Bianucci