

Le vie per l'energia (pulita) sono infinite



Roberto Paura

Dalla fusione nucleare al solare spaziale, le soluzioni energetiche del futuro

“Al nostro attuale ritmo di consumo, il petrolio di cui disponiamo sarà praticamente esaurito nell’anno 2000. Ritornare al carbone ci porterà un mucchio di problemi, mentre fare affidamento sui reattori a fissione autofertilizzanti comporterà l’eliminazione di enormi quantità di scorie radioattive. Proverei una reale inquietudine se non finissimo di sviluppare i reattori a fusione per, diciamo, il 2010”.

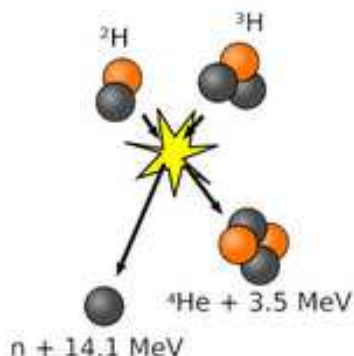
Queste parole sono di Isaac Asimov e risalgono a un suo racconto del 1974.

A quell’epoca, gli Stati Uniti avevano appena superato il loro picco del petrolio, stavano cioè iniziando la china discendente che li avrebbe portati a diventare importatori di greggio e a dare ragione a Marion King Hubbert che vent’anni prima aveva previsto quello scenario negli esatti dettagli. Il “picco di Hubbert” si sta avvicinando anche per il resto del mondo. Sarà raggiunto tra il 2012 e il 2020, dopodiché le risorse disponibili caleranno intorno al 4% annuo, con catastrofiche ripercussioni a livello economico. In realtà, il picco del petrolio convenzionale è già arrivato, nel 2008; abbiamo spostato l’inizio della

fine solo di pochi anni, grazie a nuove tecniche di estrazione. Ma se le tecniche possono affinarsi, le riserve petrolifere non sono infinite: il petrolio è una risorsa esauribile; e le stime parlano di un esaurimento nell’arco di quarant’anni. Asimov aveva ragione: nel 2010 la fusione nucleare è ancora lontana e la scarsità di petrolio sta creando crescenti instabilità politiche.

E’ il caso di iniziare a guardarsi intorno per trovare nuove soluzioni energetiche pulite e, possibilmente, illimitate. Eolico, idroelettrico, fotovoltaico sono le soluzioni di oggi: ma le loro potenzialità restano limitate: per dirne una, non possiamo utilizzarle come carburanti (benché abbia fatto scalpore un primo esperimento di aereo a energia solare, sebbene ultraleggero), che rappresentano circa il 60% della destinazione d’uso del petrolio.

E allora, a che punto è la fusione nucleare? Ma soprattutto, che cos’è? La fusione, come suggerisce la parola, è il contrario della fissione nucleare, che è alla base degli attuali metodi di sfruttamento civile dell’energia atomica. Se nella fissione un atomo di uranio, bombardato da neutroni, si

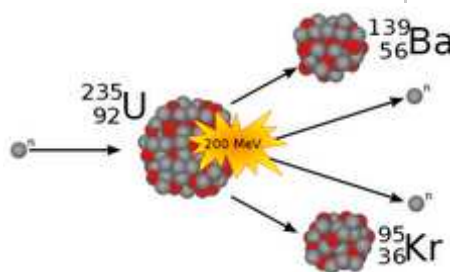


scinde generando energia (e una gran quantità di isotopi radioattivi di scarto, che costituiscono le “scorie”, radioattive fino a un milione di anni), nella fusione l’energia si ottiene ad elevatissime temperature, che portano due nuclei diversi di idrogeno (deuterio e trizio) a fondersi, producendo un atomo di elio e una certa quantità di energia, derivante dal fatto che il nuovo atomo di elio ha una massa inferiore a quella dei due atomi di partenza; poiché, come diceva Einstein, $E=MC^2$, la massa mancante (M) si trasforma in quell’energia (E) tanto bramata. Energia potente, perché è con quella che il Sole brucia da quattro miliardi di anni e continuerà a farlo per altrettanti; e perché è con la fusione, sebbene di tipo “incontrollato”, che si realizzano le bombe H, con una potenza fino a quattromila volte quella che distrusse Hiroshima. Energia pulita, inoltre, perché produce zero scorie!

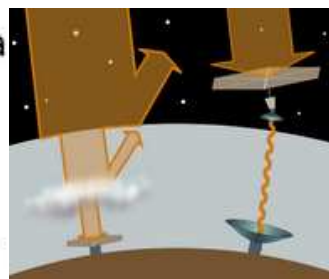
Allora, che aspettiamo? Il problema è che finora l’unica reazione di fusione “controllata” che conosciamo avviene nel Sole, dove le temperature nel centro raggiungono i 10 milioni di gradi. Ma nel Sole la fusione avviene anche

a pressioni elevatissime (il nucleo del Sole, come si può immaginare, non è un bel posto dove vivere), e se volessimo replicare la stessa cosa sulla Terra ci servirebbero temperature assai superiori, per compensare l’impossibilità di riprodurre le stesse pressioni del nucleo solare. Che temperature? Nell’ordine di 100 milioni di gradi celsius. Insomma, non provate a farlo a casa vostra! Per risolvere il problema, scartando la soluzione per ora ancora fantascientifica della “fusione fredda”, ci sono due metodi alternativi.

Il primo è il modello di fusione a



confinamento inerziale o a *ignizione*. Come funziona? Abbiamo una piccola miscela deuterio-trizio racchiusa in una microscopica pallina. Contro di essa si scagliano contemporaneamente 192 raggi laser ad elevatissima potenza, di modo da far raggiungere in quel minuscolo nucleo, in pochi picosecondi, una densità e una temperatura tali da scatenare l’inizio della fusione a catena tra deuterio e trizio. Colpire gli atomi con tutti questi raggi laser è fondamentale: facendo un’enorme pressione su tutti i punti della sfera allo stesso momento e con la stessa intensità, è possibile raggiungere per pochissimi ma fondamentali istanti le mostruose condizioni che rendono realizzabile la fusione. Il progetto è portato avanti dagli Stati Uniti, che dopo molti anni hanno terminato la costruzione di un avveniristico laboratorio, il National Ignition Facility, che realizzerà il suo primo esperimento quest’anno, e potrà dirci entro il 2012 se la fusione è possibile. Ma anche l’Europa si è mossa con un progetto analogo: Hi-



PER, questo il suo nome, si prepara a essere realizzato in Inghilterra entro il 2020: costerà la metà del progetto americano, ci

vorrà molto meno tempo per costruirlo e otterrà, se tutto va bene, risultati superiori.

Per molti, comunque, l’ignizione non è la strada migliore. Il vero progetto-principe per la fusione nucleare è in corso oggi in Francia, e si chiama ITER (dal latino, *percorso*). Un consorzio formato da sette grandi della Terra, ma con metà degli investimenti totalmente europei, sta realizzando un reattore sperimentale non molto lontano da Nizza. Alto 24 metri, largo 30, sarà completato nel 2020 e utilizzerà un altro metodo, quello del confinamento

magnetico o a *plasma*. All'interno della struttura, la fusione avverrà a una temperatura intorno ai 150 milioni di gradi: poiché nessun materiale può sopravvivere a queste temperature senza sciogliersi, il plasma composto dalla miscela deuterio-trizio viene 'confinato' da un campo magnetico, che agisce come una parete, e sottopone il plasma a una tremenda pressione, garantendo così il raggiungimento dei due criteri che, come abbiamo visto, sono necessari. Se tutto andrà bene, si proseguirà con un altro progetto, DEMO, per la realizzazione di un reattore nucleare sperimentale utilizzabile a livello commerciale, che dovrebbe entrare in funzione nel 2050. Un progetto simile, tutto italiano, si chiama IGNITOR ed è recentemente entrato nella sua fase esecutiva con un accordo Italia-Russia che porterà alla realizzazione del prototipo sperimentale sul suolo russo. Inventato da un italiano negli anni '60, IGNITOR sfrutta lo stesso principio di

ITER ma con dimensioni assai più piccole, rendendo possibile un investimento minimo, nell'ordine



di mezzo miliardo di euro al massimo. Da italiani non possiamo che fare il tifo, sperando che – come già con Enrico Fermi negli anni '40 con la fissione – anche la fusione un giorno parli un po' la nostra lingua.

I vantaggi della fusione sono molteplici. Deuterio e trizio non sono rari come il petrolio. Ogni litro d'acqua contiene 33 mg di deuterio; gli oceani terrestri ci garantiscono una riserva di deuterio pari a 10^{10} Q, dove Q rappresenta l'attuale fabbisogno energetico mondiale annuo. Il trizio è assai più raro, ma viene agevolmente prodotto in laboratorio attraverso la fissione del li-

tio, e la prima generazione di centrali a fusione prevederà un "contenitore" di litio, che attraverso processi nucleari si trasformerà man mano in trizio alimentando il reattore. Parliamo comunque della prima generazione di reattori; la seconda generazione funzionerà a fusione deuterio-deuterio, eliminando il trizio e quindi anche la più microscopica possibilità di fuoriuscita di radiazioni; infine, la terza generazione utilizzerrebbe l'elio-3, che garantirà il massimo della produttività e il minimo rischio: l'elio, infatti, è il più inerte dei gas.

Elio-3 è una parola che comincia a far gola a molti. Quest'isotopo dell'elio comune non esiste che in minime tracce sulla Terra, ma è presente in grandi quantità nello spazio; sulla Luna ci dovrebbe essere in quantità non illimitate, ma sufficienti: circa un milione di tonnellate. E dato che si è calcolato che 150 tonnellate di elio-3 garantirebbero energia elettrica all'intero pianeta per un anno, si potrebbe stare tranquilli. Non è un caso che la Russia si stia muovendo per realizzare una stazione sulla Luna entro la prima metà di questo secolo con il preciso scopo di sfruttare l'elio-3, che potrebbe essere il petrolio del futuro; gli americani e i cinesi si stanno muovendo nella stessa direzione. E se sulla Luna l'estrazione risultasse troppo difficoltosa, non sarebbe difficile da lì mandare razzi per farne letteralmente incetta su Giove e sugli altri pianeti gassosi, dove è presente in abbondanza.

Un altro progetto è quello di realizzare una centrale a energia solare in orbita intorno alla Terra. I vantaggi? Un pannello fotovoltaico installato a terra riceve energia solare solo per metà del giorno e solo quando il sole non è coperto dalle nuvole; inoltre, non riceve la stessa quantità di energia tutto il giorno, poiché il sole nelle prime ore del giorno e nelle prime della sera non dà la stessa energia di quello a mezzogiorno. Viceversa, pannelli nello spazio riceverebbero energia 365 giorni

l'anno, 24 ore su 24, e con un rendimento – si è calcolato – di gran lunga superiore. Il problema sta nel fatto che l'energia prodotta deve essere inviata sulla Terra, e non possiamo certo installare cavi elettrici dall'orbita alla crosta terrestre. La soluzione sta nel trasmettere l'energia via laser o, ancora meglio, attraverso microonde. La tecnologia esiste già: si tratta di inviare l'energia sulla Terra su una particolare frequenza, che viene captata da un'antenna (o *rectenna*) sulla superficie che la converte in elettricità. Chi ha familiarità con i videogiochi di *Sim City* ricorderà le stazioni elettriche a microonde del futuro: l'idea, infatti, non è nuova. Ma ora la NASA, la Russia e il Giappone stanno lavorando al progetto e promettono di renderlo realizzabile per la metà del secolo. Il problema più importante da risolvere sono i costi. Costruire un enorme sistema di pannelli nello spazio, con le antenne di trasmissione, richiede costi elevatissimi. Una soluzione ipotizzata è quella di un ascensore spaziale per portare i materiali in orbita senza passare per gli shuttle (ma di questo parleremo in un prossimo articolo); l'altra soluzione, più fattibile, prevede di realizzare il complesso direttamente sulla Luna utilizzando i materiali disponibili in loco. In futuro si potrebbe prevedere, con un po' di fantasia, una *rectenna* per ogni casa, come le parabole satellitari che già abbiamo, o per ogni condominio, riducendo clamorosamente i costi per la distribuzione della rete elettrica (e le relative perdite d'efficienza).

Vogliamo spingerci ancora oltre? Le teorie della meccanica quantistica hanno dimostrato che il vuoto non esiste; o meglio, quello che per noi è il vuoto assoluto, e che troviamo nello spazio più estremo, dove nessun elemento conosciuto esiste, o che potremmo riprodurre in laboratorio, in realtà è un brodo brulicante di energia, costituita dall'annichilazione (ossia distruzione reciproca, con conseguente liberazione di energia) di coppie 'virtuali' di

particelle e antiparticelle. I calcoli hanno dimostrato che l'energia che si dovrebbe produrre nel vuoto quantistico è immensa, e la cosa ha creato non pochi grattacapi. Secondo l'equazione di Einstein che abbiamo già visto, quest'energia dovrebbe comunque 'pesare', in quanto massa, ma il suo contributo gravitazionale risulta in contraddizione con le osservazioni. Delle due, l'una: o quest'energia in qualche modo scompare senza lasciare traccia, ma ancora non si è capito in che modo; o c'è qualcosa nella nostra comprensione dell'universo che non va. Quest'ultima ipotesi sta prendendo sempre più piede negli ultimi anni, e non è detto che davvero quest'energia sia una chimera. Pensare di poterla 'estrarre' dal vuoto ci garantirebbe praticamente l'energia dal nulla, enorme e infinita. Ce n'è abbastanza da scatenare frotte di venditori di fumo che millantano miracolosi marchingegni capaci di realizzare il miracolo. Finora, comunque, non c'è nulla di certo. Ma l'energia dal nulla potrebbe, paradossalmente, essere la soluzione finale per il XXII secolo.

Roberto Paura (Napoli, 1986) si occupa da anni di fantascienza. Con all'attivo numerose collaborazioni per siti e riviste, dirige dal 2002 il portale online "Fabbricanti di Universi", che approfondisce le principali opere della fantascienza e del fantasy, ed è redattore per le riviste *Quaderni d'Altri Tempi* e *Delos Science Fiction*. Scrittore saltuario, ha pubblicato racconti nelle antologie "N.A.S.F." (Nuovi Autori Science Fiction) edite dall'Associazione Nuovi Autori, e sulle riviste *Continuum* e *Delos*. Nel 2005 ha vinto il Premio Apuliacon, nel 2010 è stato finalista al Premio Giulio Verne. È laureato in Scienze Politiche e si è specializzato in Relazioni Internazionali presso "L'Orientale" di Napoli.