



LA CON-FUSIONE NUCLEARE

In "To Face Danger without Hysteria", Bertrand Russel ricorda l'effetto del passaggio di un aeroplano sopra un branco di pacifici elefanti africani: «Ogni singolo elefante era terrorizzato e il suo terrore si comunicava agli altri, creando una vasta moltiplicazione del panico. Tuttavia, dal momento che tra loro non si trovavano giornalisti, il panico si spense quando l'aereo sparì». Al di là della normale prassi del dibattito scientifico, i mass-media hanno avuto la principale responsabilità nel creare la "con-fusione nucleare" in cui è precipitata l'opinione pubblica fin dai primi annunci sulla "fusione fredda", alternando toni trionfali e necrologi, estrapolando ed "interpretando" i comunicati scientifici, lasciando libero spazio ad opinionisti improvvisati e "sciacalli" di razze varie. Il risultato principale è stato quello di mettere in contrapposizione dicotomica due linee di ricerca - la "fusione calda" e la "fusione fredda" - che hanno metodi ed obiettivi diversi nell'indagine delle reazioni nucleari e che dunque non vanno viste come la fusione "seria" e quella "cialtrona", ma più semplicemente come due indirizzi scientifici con meriti e problemi peculiari e diversificati. In generale, a parte alcuni inevitabili giochi d'interesse e manovre opportunistiche, questa disinformazione giova soltanto ad una complessiva perdita di credibilità dell'attività scientifica. Proviamo dunque a delineare un breve quadro dello stato delle ricerche e a fare qualche riflessione sulle loro proiezioni tecnologiche, politiche e culturali.

La famosa equivalenza massa - energia trova proprio in ambito nucleare una delle sue più feconde applicazioni. Risulta infatti che la massa a riposo di un nucleo stabile è minore delle masse a riposo dei singoli nucleoni (protoni e neutroni) che lo costituiscono: il difetto di massa si è trasformato in energia di legame. Ci sono due modi per liberare questa energia: il "frazionamento" di nuclei pesanti, come l'Uranio o il Plutonio, mediante bombardamento di neutroni (fissione nucleare) oppure la via esattamente opposta: fondere assieme nuclei leggeri, in genere isotopi dell'idrogeno come deuterio e trizio, "varianti" che hanno, rispettivamente, uno o due neutroni in più rispetto all'idrogeno, che ha un nucleo costituito da un solo protone (fusione nucleare). Nel caso della fusione si hanno energie molto più piccole di quelle tipiche delle reazioni di fissione (circa 200 MeV), ma l'energia per unità di massa è superiore e in definitiva i "residui" del legame formato sono più efficienti energeticamente che nel caso della fissione. Questo è uno dei motivi per cui questa via viene considerata più vantaggiosa. Inoltre, per quanto non manchino proposte di estremo interesse, gli incidenti avvenuti nei vari reattori nucleari (Three Mile Island o Chernobyl, per citare due tra quelli più gravi) hanno progressivamente fatto perdere la fiducia nella possibilità di controllare efficacemente la produzione di energia tramite fissione. Resta infine il problema delle scorie radioattive prodotte da queste reazioni. Per quanto non tutte le scorie siano ugualmente pericolose e diano possibili teoricamente delle soluzioni, al di là del terrorismo psicologico operato da certe frange ambientaliste, il problema attualmente resta, e sembra assumere anzi dei connotati sempre più sinistri, per via dei traffici che regolarmente vengono scoperti, relativi all'utilizzazione (a loro insaputa, ovviamente) di molti paesi del sud del mondo come "depositi occulti". Insomma, si ha l'impressione che sia finita l'epoca delle centrali: quelle vecchie non vanno bene, quelle nuove nessuno le vuol fare e pochi le progettano. La fusione è dunque la grade speranza del futuro. Viene definita "nucleare pulita", in contrapposizione al "nucleare sporco" della fissione, ma qui va subito chiarito un equivoco. Le reazioni di fusione su cui si "punta" in laboratorio sono essenzialmente due:

- 1) Deuterio + Deuterio = Elio-3 + 1 neutrone
- 2) Deuterio + Trizio = Elio-4 + 1 neutrone

Come si vede, in entrambi i casi si ha un'emissione neutronica, particolarmente intensa nel caso della (2). Se per "energia pulita" si intende l'assenza di radioattività, questo non è il nostro

caso. L'eventuale sfruttamento industriale della D-T prevede l'utilizzazione di un moderatore come il Litio liquido per rallentare i neutroni e convertire la loro energia cinetica in energia termica associata al moto degli atomi del moderatore, con conseguente produzione di elettricità. Anche in questo caso abbiamo dunque a che fare con "sottoprodotti" radioattivi. Anzi, uno dei problemi sulla via della realizzabilità della fusione è proprio quello della "tenuta" dei materiali sottoposti ad un forte flusso neutronico, altamente radioattivo, che produrrebbe materiali ricchi di neutroni ed utilizzabili come prodotti fissili per reattori "tradizionali".

Perché la forza nucleare forte, che ha un corto raggio d'azione, entri in gioco, bisogna "schiacciare" i nuclei uno contro l'altro, con energia sufficiente a superare la "barriera di Coulomb", cioè la repulsione elettrostatica tra i protoni, con carica elettrica positiva. Sono due le tecnologie attualmente usate per "forare" la barriera e fondere il materiale nucleare:

a) Riscaldamento della "miscela" nucleare (plasma) confinata in un forte campo magnetico, per impedire sia la dispersione sia il contatto con una qualunque parete solida che non resisterebbe a simili temperature. Questa via, detta del confinamento magnetico, è stata quella seguita dal laboratorio JET (Joint European Torus) di Culham, GB.

Il 9 novembre 1991 l'equipe del JET ha annunciato che nei suoi impianti è stata dimostrata la fattibilità scientifica della fusione termonucleare controllata, realizzata tramite una reazione D-T, con liberazione di energia dell'ordine di 7 megawatt per un tempo di 2 secondi. L'annuncio, in questi termini, è decisamente poco corretto. Queste condizioni di fattibilità erano già ben note da anni alla comunità scientifica. Il vero progresso, semmai, consiste nei tempi: nel 1963 fu raggiunta la temperatura di innesco per 3 microsecondi soltanto. Ricordiamo che questa temperatura è dell'ordine di 100 milioni di gradi Kelvin, e dovrebbe essere mantenuta per tempi molto più lunghi e densità elevatissime. E' un traguardo ancora lontano e sarebbe comunque soltanto un punto di partenza: temperatura d'innesco significa il raggiungimento della parità tra energia usata ed energia prodotta. Nel caso del JET è stata usata più energia di quanta se ne sia prodotta. I modelli matematici per lo studio di queste situazioni e le relative simulazioni al computer sono ancora troppo rozzi ed attualmente non si vede alcun metodo sicuro per "domare" le instabilità del plasma ed allungare così i tempi della rea-

zione fino a valori "utili". Di conseguenza non sono assolutamente giustificate le previsioni ottimistiche e le stime dei tempi di realizzazione che per (poche) settimane hanno riempito le pagine dei giornali. Il "tam-tam" dei media ha comunque ottenuto l'effetto di esorcizzare i tagli ai finanziamenti per JET, previsti per l'inizio del '92, ed ha fornito ad ITER, la collaboration europea, giapponese ed americana, il "vento" giusto per firmare un accordo troppe volte rinviato. Non c'è da scandalizzarsi per questo. Ogni ricerca comporta una gestione ottimale delle risorse sociali ed economiche per proseguire, comprese un uso "mirato" dell'informazione. Ciò che lascia piuttosto perplessa l'opinione pubblica e delusa parte della comunità scientifica è che si continuano a favorire superprogetti internazionali, trascurando realizzazioni più economiche e compatte, come l'IGNITOR di Bruno Coppi del MIT, che avrebbero il vantaggio di farci comprendere

meglio la fisica del plasma e le condizioni ottimali di ignizioni, passo necessario *prima* di continuare a tentare la fusione con costosissime soluzioni di "brute-force".

b) L'altra via è quella della compressione di una "pasticca" di Deuterio e/o Trizio mediante un "bombardamento" concentrato di raggi laser ad alta potenza o fasci di particelle di grande energia. Buoni risultati sono stati ottenuti ad Osaka, dove si è compressa la materia nucleare fino a 130 volte la densità iniziale, ma per arrivare all'*innesco* della fusione bisogna arrivare, come minimo, a densità 10000 volte superiori a quella iniziale. Anche in questo caso, del *confinamento inerziale*, non mancano enormi problemi di fisica di base e si immette più energia di quanta non se ne ricavi.

In conclusione, la *fusione calda* sembra oggi sostenuta più dall'ottimismo che dai dati sperimentali.

La storia della *fusione fredda*, bisogna riconoscerlo, comincia male.

Gli elettrochimici Fleischmann e Pons, nel marzo 1989, comunicano in una conferenza stampa su esperienze di deposito elettrolitico di Deuterio su elettrodi di Palladio a temperatura ambiente (che giustificerebbe l'aggettivo "fredda"), con elevata produzione di calore ed un piccolo flusso neutronico, facendo supporre reazioni D-D all'interno del reticolo cristallino del Palladio. La conferenza stampa accende gli entusiasmi popolari e provoca una profonda diffidenza dell'ambiente scientifico, che preferirebbe a questo "battage" delle comunicazioni scientifiche più rigorose.

A pochi giorni dall'annuncio dei due studiosi segue quello del fisico S. Jones, con relative squallide polemiche di priorità ed una logica del "brevetto", del "segreto" e dello "sponsor" che ha l'unica conseguenza di screditare questa linea di ricerca agli occhi dell'establishment scientifico. Ci vorrà più di un anno di esperimenti, da parte di vari gruppi perché la fusione fredda venga "riabilitata" e riconosciuta come sostanzialmente valida. Nel frattempo si sono sviluppate elaborazioni teoriche per tentare di comprendere le peculiarità di questa fusione. E' noto da tempo che l'Idrogeno è adsorbito dal Palladio e dal Titanio a freddo. Ad es., un volume di Palladio adsorbe a temperatura ambiente fino a 600 volumi di Idrogeno. In un processo elettrolitico si può arrivare fino a 1000 volumi. L'insufflaggio di Deuterio nei metalli tramite un processo di questo tipo provoca un'emissione di energia sicuramente superiore all'ordine di grandezza tipico delle reazioni chimiche. Quel che ha suscitato i dubbi maggiori è stata la scarsa produzione di neutroni (tipica delle reazioni "calde") e la grande sensibilità anche a piccole variazioni delle condizioni sperimentali. Secondo le teorie più accreditate, come la Super - Radianza di Preparata o la teoria degli idroni di Meyer - Reisz, queste particolarità dipendono da particolari processi di correlazione legati alla struttura dei reticoli cristallini. Si tratta di fenomeni fortemente non - lineari, ossia l'effetto è diverso dalla semplice somma delle cause, ed estremamente sensibili anche a piccole modificazioni dei parametri in gioco. Attualmente l'interesse per la fusione fredda è più giusti-

ficato dallo studio di questo tipo di fenomeni che dalle prospettive energetiche; i rendimenti sono ben lontani dalle ipotesi di "centrali" a fusione fredda. Ad esempio, uno degli esperimenti più chiari e ben documentati è quello di Ikegami e Takahashi di Osaka, presentato nel gennaio del 1992: con un processo elettrolitico in una vaschetta contenente 700 millilitri di acqua pesante (ricca di deuterio) è stata ottenuta un'energia di 110 watt, equivalente al consumo di una normale lampadina. Takahashi ha tenuto una conferenza anche in Italia, a Frascati: è stato sobrio, chiaro ed esauriente. Dopo due anni di polemiche dall'annuncio di Fleischmann e Pons, è ormai evidente che la "scienza spettacolo" non paga.

Un'ipotesi interessante, che alcuni gruppi stanno riprendendo, fu avanzata negli anni '60 dal biochimico L. Kervran: negli organismi avverrebbero quelle che allora furono definite "trasmutazioni a debole energia", mediate da processi enzimatici anziché da reticoli cristallini. I lavori di Kervran hanno ricevuto il parere positivo di fisici teorici del calibro di J. Charon e Costa De Beauregard, che hanno incoraggiato l'esplorazione del territorio di una possibile biofisica nucleare.

Tra i "precursori" va ricordato il chimico Renzo Boscoli, che già nel 1984 aveva avanzato l'ipotesi, poi sostenuta da Jones, di fusioni fredde all'interno dei pianeti giganti e delle stelle (ipotesi del "sole freddo") idea che riapre il problema dei meccanismi di produzione di energia negli astri.

Lentamente la *con-fusione* nucleare si dissolve, spariscono le *battaglie dei comunicati* ed i facili sensazionalismi, lasciando il posto alla ricerca, quella vera, fatta di gradualità e rigorose acquisizioni sperimentali e confronti teorici. E' anche emersa l'esigenza di una più stretta collaborazione tra mondo accademico e industria e l'opportunità di una maggiore responsabilità da parte dei mezzi di informazione.

In fondo, l'abbandono dei facili entusiasmi può essere utile ai fini di un esame di coscienza collettivo. Forse con il problema della fame energetica non facciamo altro che nasconderci l'insaziabile ingordigia di una società fondata sullo spreco delle risorse materiali ed umane.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

QUADERNI ANDROMEDA di Filosofia Naturale

n. 1 - *La Fusione Nucleare Fredda* (Aihara, Borghi, Boscoli, Brignoli, Cannata, Charon, De Beauregard, Frisone, Giori, Kervran, Laszlo, Licata, Medareva, Ohsawa, Poglio, Premuda, Ranque, Theobald, Valsè Pantellini) - 1991, pp. 128 - Lire 80.000

Una ricognizione completa dello "stato dell'arte" nel settore della fisica delle particelle oltre alle commissioni con i fenomeni trasmutativi scoperti da C.L. Kervran. Una raccolta di "testi" preziosi e di "fuori testo" altrettanto significativi.

INEDITI ANDROMEDA

5) R. Boscoli - *Sole freddo e Fusione nucleare controllata* - 1987, pp. 18 - lire 15.000 - 12) R.Monti - *Analisi storico-critica dei modelli d'atomo* - 1988, pp. 186, lire 55.000 - 14) R.Monti - *La struttura interna del sole: un problema*

aperto - 1988, pp. 12, lire 15.000 - 23) *Fusione nucleare "fredda": Storia, cronaca e progetti sperimentali* - Raccolta a cura di p. brunetti e a. papa - 2ª edizione, 1° aggiornamento - 1991, pp. 193 - lire 50.000 - 45) Don Carlo Borghi - *OPERE - Parte Prima - Sui Principi della Fisica Nucleare* - 1991, pp. 194 - Lire 70.000 - 59) *Atti del Convegno Internazionale "Quale Fisica per il 2000?"* (Interventi di 48 relatori - Ischia 1991) - 1992, pp. 410+5 - lire 95.000

R.Boscoli - *Nota sulla fusione "termonucleare"*, 1984, pp.28, lire 15.000 (in fotocopia)

Per ulteriori informazioni rivolgersi a:

ANDROMEDA, via S.Allende 1 - 40139 Bologna

T. ☎ 051. 490439 - 0534.62477 - Fax 051. 491356