

LENR dopo Fleischmann e Pons: la lunga vicenda di Italia e Giappone

A oltre trent'anni dall'annuncio della cosiddetta «fusione fredda», le reazioni nucleari a bassa energia, LENR, restano prive di una prova universalmente accettata. Eppure in Italia e in Giappone piccoli gruppi di ricerca hanno continuato a lavorarci con metodo, lasciando un'eredità sperimentale che vale la pena ricostruire.

Luciano Saporito

Il 23 marzo 1989 Martin Fleischmann e Stanley Pons annunciarono, in una conferenza stampa all'Università dello Utah, di aver osservato in una cella elettrochimica un eccesso di calore e alcuni segnali che ritenevano compatibili con reazioni nucleari a bassa energia. L'impatto fu immediato: per alcuni sembrava l'inizio di una nuova frontiera energetica, per altri un errore sperimentale destinato a sgonfiarsi in fretta. Da allora la vicenda è rimasta sospesa tra speranza e sospetto, diventando uno dei casi più discussi della storia recente della ricerca applicata.

Questa storia non è soltanto scientifica: è anche culturale. L'idea di ottenere energia da processi nucleari senza le condizioni estreme delle reazioni convenzionali toccava immaginari profondi di abbondanza, sicurezza, indipendenza energetica. Proprio per questo l'annuncio del 1989 generò entusiasmo, ma anche una reazione durissima: una promessa così grande richiedeva prove molto più solide del normale, e le modalità stesse della comunicazione una conferenza stampa prima della pubblicazione dei dati alimentarono la diffidenza della comunità scientifica.

Il nodo della replicabilità

Il punto che ha segnato l'intero dibattito è rimasto la replicabilità. Molti laboratori non riuscirono a riprodurre i risultati iniziali; altri riportarono anomalie intermittenti, spesso difficili da confrontare per via di configurazioni sperimentali diverse, materiali non identici e calorimetrie non sempre equivalenti. La comunità scientifica mainstream, di conseguenza, non ha mai considerato il campo come dimostrato in modo definitivo, pur continuando a osservare alcuni filoni degni di nota. È bene ricordarlo fin da subito: parlare di LENR, *Low Energy Nuclear Reactions*, oggi talvolta indicate anche come fenomeni anomali a bassa energia significa muoversi in un territorio di frontiera, non su risultati consolidati.

L'esperienza italiana: l'ENEA di Frascati

In Italia la ricerca ha assunto un carattere particolarmente riconoscibile grazie all'ENEA di Frascati. Il volume *Storia della Fusione Fredda in Italia*, pubblicato dall'ENEA nel 2008, racconta una linea di lavoro che nasce subito dopo il 1989 e si sviluppa negli anni con una forte attenzione ai materiali, alla metallurgia dei catodi e alla calorimetria ad alta precisione. Non è una storia di clamore mediatico, ma di misure ripetute, correzioni continue e notevole pazienza sperimentale.

Un punto merita una precisazione, perché nel racconto divulgativo viene spesso semplificato. Il contributo pionieristico italiano, legato a Francesco Scaramuzzi, non riguardò la classica cella a palladio, bensì un esperimento con **titanio caricato da deuterio in fase gassosa** a bassa temperatura, in cui furono rilevate

emissioni di neutroni: un percorso alternativo che permetteva anche di aggirare i costi del palladio. La linea poi consolidatasi a Frascati con Vittorio Violante e numerosi collaboratori di ENEA, INFN e università si è invece concentrata soprattutto sul sistema palladio-deuterio e sulla riproducibilità delle condizioni dei materiali. In entrambi i casi il problema non era solo se l'effetto esistesse, ma *come* andasse preparato il sistema perché diventasse, almeno talvolta, stabile e misurabile.

La soglia di caricamento

Una parte decisiva della ricerca italiana riguarda la soglia di caricamento del deuterio nel palladio. Nella documentazione ENEA si insiste sul fatto che la comparsa dell'eccesso di potenza sembra collegata a un livello molto elevato e ben controllato di deuterio nel reticolo metallico in letteratura spesso indicato come un rapporto atomico D/Pd superiore a circa 0,9 accompagnato da una microstruttura del materia le capace di sostenere quel caricamento in modo riproducibile. L'aspetto è cruciale: suggerisce che la LENR, se reale, non sia un fenomeno generico ma una proprietà molto selettiva di specifiche condizioni fisiche e chimiche, il che spiegherebbe anche perché tanti tentativi di replica siano falliti.

A questo tema si lega uno degli argomenti sperimentali più discussi del campo: la presunta correlazione tra l'eccesso di calore e la produzione di elio-4 (^4He), l'isotopo che ci si aspetterebbe da una fusione del deuterio ma che, nelle celle, non risulterebbe accompagnato dal flusso di neutroni e dalle radiazioni previsti dalla fisica convenzionale. È proprio questa combinazione di calore senza le "ceneri" nucleari attese a rendere il fenomeno tanto controverso.

Teoria ed esperimento: Preparata e Celani

La vicenda italiana non fu solo sperimentale. Sul versante teorico un ruolo di primo piano spettò a Giuliano Preparata (1942–2000), fisico dell'Università di Milano proveniente dalla fisica delle alte energie. Già nel 1989, insieme a Emilio Del Giudice e Tullio Bressani, Preparata pubblicò su *Il Nuovo Cimento* un articolo che tentava di fondare una teoria predittiva del fenomeno, applicando le proprie soluzioni coerenti dell'elettrodinamica quantistica la cosiddetta «coerenza di Dicke-Preparata alla materia condensata sufficientemente densa e fredda. L'aspetto più interessante, con lo sguardo di oggi, è che quella teoria prevedeva una soglia: perché l'effetto potesse manifestarsi, il fattore di caricamento del deuterio nel palladio non doveva scendere sotto un valore prossimo all'unità, in dialogo diretto con le osservazioni sperimentali su D/Pd. La sua impostazione rimase minoritaria e contestata dalla fisica ufficiale, ma gli valse un riconoscimento duraturo nel settore, tanto che la principale società internazionale del campo (ISCMNS) gli ha in seguito dedicato una delle sue medaglie.

Sul versante sperimentale l'Italia ha avuto anche una tradizione autonoma sul nichel-idrogeno, una via del tutto distinta dall'elettrochimica del palladio-deuterio. Già nei primi anni Novanta il biofisico Francesco Piantelli, dell'Università di Siena, insieme al fisico Sergio Focardi (Università di Bologna), riportò un'anomala produzione di calore da barrette di nichel caricate con idrogeno a qualche centinaio di gradi: risultati annunciati pubblicamente a Siena nel 1994, ma mai convalidati dalla fisica ufficiale, un tentativo di replica condotto al CERN nel 1996 non portò a conferme. Su una traiettoria affine si è mosso, con particolare tenacia, Francesco Celani, dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, dove gli studi sul fenomeno presero avvio anch'essi nel 1989. Dopo aver a lungo lavorato su celle al palladio-deuterio ad alto caricamento, dai primi anni Duemila Celani ha spostato l'attenzione sul nichel e sulle sue leghe, e dal 2011 in particolare sulla costantana una comune lega rame-nichel, la stessa delle monete da 1 e 2 euro. In fili sottili e nanostrutturati di questo materiale, molto più economico del palladio e capace di resistere a temperature elevate, sono stati riportati effetti di calore anomalo sia con idrogeno sia con deuterio.

La scelta di privilegiare apparati semplici e a basso costo, presentati anche in dimostrazioni pubbliche e in configurazioni pensate per essere replicate altrove, riflette una precisa idea di metodo: rendere l'effetto, se c'è, verificabile dal maggior numero possibile di laboratori indipendenti. Non a caso il gruppo di Celani partecipa oggi al progetto europeo CleanHME, lo stesso quadro in cui si colloca il reattore di FutureOn.

Andrea Rossi e il caso E-Cat

Nessuna vicenda ha riportato le LENR sotto i riflettori internazionali quanto quella dell'E-Cat (*Energy Catalyzer*) dell'inventore e imprenditore Andrea Rossi. Nel gennaio 2011, a Bologna, Rossi annunciò con il sostegno proprio di Sergio Focardi un dispositivo che a suo dire generava grandi quantità di calore da una reazione tra nichel e idrogeno. L'annuncio ebbe un'eco enorme su stampa generalista, blog specializzati e ambienti finanziari, rilanciando in tutto il mondo l'interesse, e i capitali, attorno al filone nichel-idrogeno; sotto questo profilo a Rossi viene spesso riconosciuto il merito di aver riaperto l'attenzione su un campo che la fisica ufficiale aveva quasi rimosso. Il seguito, però, fu segnato dalla diffidenza: le dimostrazioni non furono mai condotte in condizioni di controllo indipendente pienamente soddisfacenti né pubblicate su riviste con revisione paritaria, il funzionamento interno del reattore rimase riservato e numerosi fisici giudicarono i risultati non credibili, l'Università di Bologna prese pubblicamente le distanze, precisando che i propri ricercatori avevano assistito solo come osservatori. La parabola culminò in una battaglia legale con l'azienda statunitense Industrial Heat, che aveva acquisito una licenza sulla tecnologia: la causa, avviata nel 2016, si chiuse nel 2017 con un accordo transattivo riservato e la restituzione dei diritti a Rossi, mentre la controparte dichiarava di non essere riuscita a riprodurre i risultati promessi. Al di là del clamore, insomma, l'E-Cat non ha fornito la prova che molti attendevano e per la comunità di ricerca più rigorosa è rimasto soprattutto un monito sui rischi degli annunci non verificabili.

Le collaborazioni internazionali

L'Italia ha avuto anche un ruolo internazionale più ampio di quanto spesso si ricordi. Il volume ENEA del 2008 documenta collaborazioni con SRI International, con Energetics Technologies e con il Naval Research Laboratory (NRL) statunitense, oltre ad altri laboratori: il filone italiano non è rimasto chiuso in sé stesso, ma ha cercato verifiche incrociate, scambi di campioni e confronti metodologici. È uno dei motivi per cui l'esperienza italiana è considerata tra le più strutturate del panorama LENR mondiale.

FutureOn e la dimensione industriale

Accanto al filone istituzionale, negli ultimi anni è emersa anche FutureOn, società di ricerca con sede a Roma che presenta le LENR come una tecnologia orientata alla futura industrializzazione dell'energia pulita. Tra le sue piattaforme sperimentali figura lo SSFER (*Stainless-Steel Four Electrodes Reactor*), un reattore in acciaio sviluppato nell'ambito del progetto europeo CleanHME, che carica polveri metalliche nanostrutturate con idrogeno o deuterio. Iniziative di questo tipo sono interessanti perché mostrano come il tema continui a vivere non solo nei laboratori storici, ma anche in realtà private che provano a collegare ricerca, sviluppo e possibili ricadute industriali pur restando, va detto, nel campo delle promesse ancora da dimostrare.

L'Associazione Open Power

Da segnalare la libera Associazione Scientifica Open Power (sito web: hydrobetatron.org), nata nel 2013, è un'associazione di ricerca indipendente e no-profit che fin dalla sua fondazione studia e sperimenta i fenomeni LENR, o fusione fredda. Nata dall'unione di ricercatori, tecnici e sperimentatori, Open Power porta avanti in Italia un lavoro open source di sviluppo e replica di sistemi a eccesso di calore, con particolare attenzione alla tecnologia *Hydrobetatron*. L'associazione promuove la divulgazione scientifica, la condivisione dei dati sperimentali e la collaborazione internazionale, mantenendo un approccio rigorosamente sperimentale e indipendente da interessi industriali o accademici.

Il Giappone: una rete quasi nazionale

Il Giappone rappresenta l'altro grande polo storico della ricerca. La rassegna presentata da Hidetsugu Ikegami, fisico dell'Università di Osaka, alla seconda conferenza internazionale sulla fusione fredda (Como, 1991) descrive un ecosistema molto ampio: oltre cento scienziati distribuiti in più di quaranta università e istituzioni, organizzati in una ventina di gruppi di lavoro e sostenuti anche da collaborazioni industriali. Il dato più significativo non è tanto il numero di persone coinvolte, quanto la continuità con cui il tema è stato seguito, senza ridursi a una moda passeggera; negli anni successivi il Giappone avrebbe anche finanziato, attraverso il MITI, un ampio programma pubblico dedicato alla «nuova energia dell'idrogeno».

Il programma giapponese è stato interessante anche per la sua impostazione metodica. Ikegami osservò che non si registrarono i grandi *burst* di calore che alcuni speravano all'inizio, ma che in certi casi furono riportati output stazionari di entalpia in eccesso, insieme a tentativi accurati di misurare i prodotti di reazione attesi: trizio, neutroni ed elio. Non equivale a una dimostrazione conclusiva, ma testimonia un modo di lavorare serio, ordinato e scientificamente maturo.

Italia e Giappone a confronto

Il confronto tra i due paesi è istruttivo. L'Italia ha avuto un centro forte e riconoscibile, soprattutto a Frascati, con una linea di ricerca focalizzata su materiali e riproducibilità; il Giappone ha sviluppato una rete più ampia, quasi nazionale, capace di mobilitare università, industria e strutture di ricerca lungo un arco di tempo esteso. In un campo così controverso, questi due stili hanno offerto due forme diverse di credibilità scientifica: una più concentrata, l'altra più diffusa.

Il nodo irrisolto

Sullo sfondo resta il problema decisivo: l'assenza di una prova universalmente accettata. Le review critiche e i report istituzionali a partire dalle valutazioni del Dipartimento dell'Energia statunitense hanno continuato a sottolineare che, pur esistendo risultati anomali e un certo numero di esperimenti positivi, il campo non ha ancora fornito né un meccanismo teorico condiviso né una riproducibilità stabile tale da sostenere applicazioni energetiche immediate. La prudenza, quindi, non è un dettaglio retorico: è la condizione minima per parlare seriamente di LENR.

Eppure il caso merita attenzione anche per un altro motivo: mostra che la scienza non avanza sempre per linee rette. Alcuni temi nascono ai margini, vengono respinti con forza, poi sopravvivono grazie a piccoli gruppi che non si accontentano di un verdetto sbrigativo. Italia, Giappone e iniziative come FutureOn hanno mantenuto vivo questo campo proprio così: con lavori ripetuti, documentazione tecnica, confronti internazionali e una tenacia che, al di là delle opinioni, ha un suo valore scientifico e umano.

Uno sguardo al futuro

Guardando avanti, gli sviluppi più plausibili non sono quelli spettacolari, ma quelli metodici. Se la LENR farà un passo avanti, sarà probabilmente grazie a materiali più controllati, superfici meglio definite, protocolli di caricamento più precisi, misure calorimetriche indipendenti e una maggiore trasparenza dei dati. La svolta, se ci sarà, verrà da esperimenti piccoli ma coerenti, capaci di essere replicati da laboratori diversi con lo stesso risultato.

In conclusione, la storia iniziata nel 1989 non va letta come una promessa già mantenuta, ma nemmeno come una semplice illusione da archiviare. È piuttosto una vicenda di frontiera: ha acceso aspettative enormi, ha prodotto delusioni, ha generato una letteratura vastissima e ha lasciato aperti interrogativi che meritano ancora attenzione. Italia, Giappone e realtà emergenti come FutureOn ci ricordano che, in questo campo, la perseveranza scientifica conta almeno quanto l'idea iniziale.

FONTI PRINCIPALI

ENEA, *Storia della Fusione Fredda in Italia*, 2008.

H. Ikegami, «Cold Fusion Researches in Japan», 2nd International Conference on Cold Fusion (ICCF-2), Como, 1991.

FutureOn Srl (Roma), documentazione tecnica sui reattori LENR, progetto UE CleanHME.

G. Preparata, *QED Coherence in Matter*, World Scientific, 1995.

S. Focardi e F. Piantelli, ricerche sui sistemi nichel-idrogeno (Università di Bologna e di Siena), dai primi anni Novanta.

F. Celani et al., studi sull'effetto di calore anomalo in fili di costantana (Cu-Ni), INFN-LNF, dal 2011.