

L'energia
proveniente
dalla fusione
termonucleare
è quella che
avviene
all'interno
delle stelle.



La fusione nucleare è un sogno inseguito da sempre: ricavare risorse pulite e inesauribili. Come avere un piccolo Sole sulla Terra. Un obiettivo così arduo che, finora, è rimasto sulla carta. Ora però ad affiancare le menti umane è la potenza di calcolo e simulazione dell'A.I: capace di condensare in poche ore ricerche che richiederebbero anni.

Energia senza fine ora ci pensa l'Intelligenza artificiale

FUTURO PROSSIMO

di Luca Sciortino

Prendete due atomi, spogliateli degli elettroni e avvicinate i nuclei l'uno all'altro. All'inizio dovrete fare un certo sforzo per vincere la loro repulsione ma a un certo punto, quando saranno quasi a contatto, si attrarranno improvvisamente fino a unirsi e rilasciare energia. Si chiama «fusione nucleare». Nel principio fisico di questo esperimento, del tutto immaginario, sta scritto il sogno dell'umanità. Riprodurre questo tipo di reazione nucleare per un tempo sufficientemente lungo significa ottenere energia senza scorie radioattive ed effetto serra, usando un combustibile a basso costo e praticamente inesauribile.

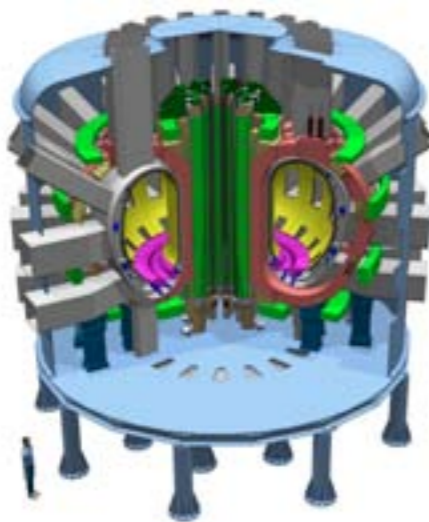
La fusione è infatti un caso ben diverso da quello della «fissione» dove atomi pesanti, bombardati da neutroni, si dividono in atomi più leggeri, alcuni dei quali formeranno scorie radioattive. Finora la ricerca sulla fusione nucleare è avanzata lentamente scontrandosi con la difficoltà di vincere la forza di repulsione tra i nuclei e avvicinarli l'uno all'altro. Di fatto, l'obiettivo è ricreare condizioni simili a quelle che ci sono nel cuore del Sole e di altre stelle dove, grazie a temperature di milioni di gradi e pressioni e densità altissime, nuclei di idrogeno si fondono a formare nuclei di elio, con rilascio di fotoni.

Per raggiungere lo scopo i fisici usano campi magnetici così da concentrare in un piccolo spazio il plasma, una miscela a più di 100 milioni di gradi centigradi di nuclei leggeri, come deuterio e trizio. I problemi legati al valore così elevato delle temperature, dalla gestione del calore alla ricerca dei materiali capaci di resistere allo stress termico e meccanico, fino all'efficienza dei componenti del reattore e gli spegnimenti repentini, rendono il progresso in questo campo talmente lento da far apparire la fusione nucleare quasi un'utopia.

Tuttavia, l'uso dell'intelligenza artificiale (come annuncia il *New Scientist*) sta accelerando il processo, perché tutte quelle simulazioni che un tempo richiedevano anni adesso richiedono ore. Lo conferma Giuseppe Mazzitelli, responsabile della Divisione Tecnologie della Fusione dell'Enea di Frascati, dove si sta costruendo il Dtt (Divertor Tokamak Test Facility), una macchina per studiare il problema dei carichi termici sul divertore.

Il divertore è di fatto una sorta di tubo di scappa-

Nel DTT, Divertor Tokamak Test facility di Frascati), si studia come risolvere i problemi termici di un reattore a fusione nucleare.



mento del reattore capace di smaltire una parte del flusso di calore prodotto dalle reazioni nucleari. «Tutto ciò che intendiamo per intelligenza artificiale, dall'enorme facilità di calcolo alle simulazioni a scopo predittivo fino alla possibilità di tenere conto nei modelli di più ipotesi e variabili, è entrato a far parte della nostra routine» dice Mazzitelli. «L'esempio più emblematico è l'uso dell'A.I. per la prevenzione dei cosiddetti fenomeni di "disruption", casi di instabilità all'interno del plasma che portano allo spegnimento della scarica. L'intelligenza artificiale permette di prevedere questi fenomeni e di agire in anticipo per evitarli».

Altri problemi che per anni hanno ritardato il progresso di queste ricerche, e che la mente artificiale potrebbe far superare, sono l'emergere di increspature

Il reattore a confinamento magnetico per la fusione nucleare Iter (International Thermonuclear Experimental Reactor) in costruzione in Francia.

e di onde dentro il plasma, o i rischi di sollecitazioni meccaniche alle strutture passive del reattore.

A testimoniare l'ingresso della A.I. sono anche i nuovi accordi tra gli enti di ricerca sulla fusione e le compagnie che hanno al loro interno scienziati specializzati in intelligenza artificiale (come DeepMind AI e Microsoft). Così, per fare un esempio, è accaduto che nel 2019, a Princeton, il supercomputer più veloce degli Stati Uniti sia stato accoppiato con

una rete neurale per ottenere previsioni sull'instabilità del plasma, risultate accurate al 95 per cento.

I tentativi di fusione nucleare a scopi civili sono iniziati a partire dagli anni Cinquanta. Via via che il tempo passava, i dubbi sulla possibilità di tenere confinato il plasma si sono dissolti tanto che due anni fa l'East (China's Experimental Advanced Superconducting Tokamak) lo ha intrappolato a temperature di 15 milioni di gradi per 100 secondi, il record mondiale. La forza necessaria per catturare il plasma proviene da potenti campi magnetici generati da superconduttori raffreddati a temperature vicine allo zero assoluto. Nel 1992 è stata così realizzata la prima reazione di fusione controllata con la produzione di 1,7 Megawatt per un secondo e nel 1997 il Jet (Joint European Torus, in Inghilterra) ha segnato il primato di quantità di energia creata dall'uomo in una reazione di fusione nucleare.

Ma quando l'obiettivo sembrava a portata di mano sono apparse le instabilità al plasma che hanno ritardato la tabella di marcia. Se a novembre prossimo, dopo più di vent'anni, rivedremo un'altra reazione di fusione, sempre sul Jet, sarà grazie all'aiuto della A.I. Le spe-

ranze più grandi sono comunque riposte nell'enorme reattore Iter (International Thermonuclear Experimental Reactor) in costruzione in Francia e nato da una collaborazione tra 31 nazioni incluse Cina, Stati Uniti, Russia e Unione Europea.

«L'obiettivo di Iter è fornire un fattore dieci di energia in più di quella in entrata: iniettando 50 megawatt di potenza ci aspettiamo di ottenere in uscita 500 megawatt» dice Mazzitelli. «Il lavoro finora compiuto e l'uso dell'intelligenza artificiale fanno prevedere il completamento di Iter per il 2025 così da avviare le reazioni di fusione entro il 2035. Lo sviluppo successivo di Iter sarà un altro reattore, Demo, Demonstration Power Plant, pronto entro il 2050 e capace di mantenere la reazione per un tempo maggiore».

A quel punto, se le cose andranno come previsto, la strada per l'utilizzo di questa fonte di energia pulita sarà aperta. Il ruolo dell'Italia sarà cruciale, soprattutto con la realizzazione a Frascati del divertore Dtt, unico strumento al mondo adatto a risolvere il problema del calore in eccesso, al quale è affidata la funzione di collegamento tra Iter e Demo.

Oltre alla necessità di limitare le emissioni di gas serra, ci sono altre ragioni urgenti per perseguire la via della fusione nucleare. Nel 2050 il numero di individui sul pianeta raggiungerà i 10 miliardi, e saranno 12 nel 2100, con una crescita del fabbisogno energetico del 30 per cento da oggi al 2040. Tuttavia, secondo l'Iea (International Energy Agency), le energie verdi potranno coprire solo il 40 per cento della domanda mondiale e l'aumento del 20 per cento dell'energia nucleare da fissione arriverà al costo di più scorie e maggiori rischi. Il progetto della fusione nucleare equivale in un certo senso al sogno di costruire un piccolo Sole sulla Terra. Il compito di realizzarlo, benché appaia troppo ambizioso, non si può lasciare intentato. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Il JET, Joint European Torus (Inghilterra), enorme reattore dove si sperimenta la fusione nucleare.

