

Una italiana al FermiLab, a caccia dei prodigi del computer quantistico

Anna Grassellino. La Sicilia, Pisa e poi Chicago per dirigere i 200 ricercatori che cercano di ottenere progressi decisivi nelle tecnologie avanzate. Ma non chiamatela cervello in fuga

Luca De Biase



Premiata. Anna Grassellino, 40 anni, nel 2017 è stata insignita da Barack Obama dal Presidential Early Career Award for Scientists and Engineers. Del suo lavoro dice: «Il passaggio da computer tradizionale al computer quantistico assomiglia al passaggio dalla candela alla lampadina».

A ovest di Chicago, poco prima del Fox River nei pressi di Batavia, in un'area di oltre 27 chilometri quadrati, immersi nelle domande più esoteriche della fisica, circondati dalle risposte più avanzate della tecnologia, lavorano gli scienziati del Fermi Lab, uno dei più importanti nodi della rete mondiale di infrastrutture di ricerca dedicate a chi studia la fisica delle particelle. Come i muoni. Proprio sotto questi cieli immensi del Midwest, che allargano lo sguardo di chi scruta nella profondità della materia, un gruppo di scienziati ha osservato un'anomalia nel comportamento dei muoni che ha scosso la comunità dei ricercatori che nel mondo indagano sui misteri dell'universo e i problemi del pianeta. La sorpresa non poteva essere maggiore: perché il modello standard si confrontava con un fenomeno che non aveva previsto. Cominciava, forse, un nuovo capitolo della fisica. E Anna Grassellino era lì: «Questo risultato rafforza l'ipotesi della presenza di nuove particelle oscure o nascoste o forze che ancora non conosciamo». Anche i 200 ricercatori diretti da Grassellino sono coinvolti. «Nell'area del *quantum sensing* stiamo portando avanti tecnologie ed esperimenti che porteranno a sensibilità record nella ricerca di nuove particelle come il fotone oscuro». In questa

comunità, le domande più astratte sono parte dell'esperienza quotidiana come gli esperimenti più complessi e le soluzioni tecniche più avanzate. Ciò che agli altri umani appare come un orizzonte lontano, qui è la frontiera che si esplora ogni giorno.

Ed è questo lo spirito che pervade la storia di Anna Grassellino che qui al Fermi Lab dirige appunto i 200 ricercatori che collaborano alla realizzazione del migliore computer quantistico del mondo: il suo entusiasmo per l'esplorazione dei limiti del possibile si concretizza nel contributo del suo gruppo di ricerca alla progettazione di una macchina che è destinata a eliminare le prime due sillabe dalla fantascienza.

«Il quantum computer che stiamo sviluppando sarà uno strumento potentissimo, anche per chi dovrà spiegare quell'anomalia di comportamento dei muoni».

Da dove arriva la conoscenza che farà la differenza? «Mi occupo di materiali superconduttivi. Sono serviti nell'acceleratore di particelle. E serviranno nel computer quantistico».

A sentirla parlare, si vede come una mente abituata a ragionare attorno a questioni complesse raggiunga uno stato in cui tutto converge, serenamente: la passione per la conoscenza più generale intorno ai segreti meccanismi dell'universo e la tranquillità per la crescita dei tre figli che fanno una buona scuola e vedono i nonni in Sicilia via Zoom, la soddisfazione per la scoperta tecnica più sorprendente – l'applicazione di alcune tecnologie sviluppate nell'acceleratore di particelle ai problemi di stabilità dei computer quantistici – e la pazienza necessaria per gestire la *routine* quotidiana di un grosso *team* di ricerca, la scelta di guidare un progetto enormemente ambizioso e la capacità di collegare gli studi di una rete internazionale di scienziati e ingegneri, tra l'Europa e gli Stati Uniti.

Nata a Marsala quarant'anni fa, Anna Grassellino si è laureata in ingegneria elettronica a Pisa, con una tesi in microelettronica, ha partecipato a un programma di scambio dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare che l'ha portata al FermiLab, ha ottenuto un dottorato di ricerca all'università della Pennsylvania studiando tecnologia a radiofrequenza superconduttiva e fisica applicata all'acceleratore di particelle canadese Triumf.

Nel 2012 è arrivata al FermiLab come post-doc e da allora non ha fatto che crescere. «Abbiamo trovato alcune soluzioni per migliorare le cavità superconduttive a radiofrequenza per gli acceleratori di particelle» dice Grassellino. «Adesso, abbiamo pensato di usare principi analoghi per risolvere un problema essenziale dei *qubit*». Cioè il cuore dei computer quantistici. Si tratta di un passaggio fondamentale per il progresso delle macchine che contano. Di che si tratta?

Per quanto seguendo la legge di Moore i computer tradizionali abbiano raggiunto una potenza inaudita, la crescita della loro capacità di calcolo, legata alla miniaturizzazione, è destinata a raggiungere un limite: quando i collegamenti fisici nei

microprocessori su silicio raggiungono le dimensioni di un atomo, non possono più rimpicciolirsi ulteriormente.

A quel punto entrano in gioco le leggi della meccanica quantistica, che non assomigliano per nulla a quelle della meccanica classica. E che non cessano di affascinare. Come ripetono i saggi della fisica, chi dice di capire la meccanica quantistica dimostra di non conoscerla: ammettere di non afferrarne fino in fondo i segreti è un atteggiamento ragionevole, che accomuna chi lo faccia proprio a giganti della scienza come Albert Einstein, Richard Feynman e Niels Bohr.

Sta di fatto, però, che la meccanica quantistica funziona. Sicché ci sono dei calcoli che un computer quantistico può fare e che cambiano i limiti del possibile. Simulazioni, ottimizzazioni, soluzioni a problemi complessi sono il vero terreno di azione dei computer quantistici. Perché questi non funzionano come i calcolatori elettronici attuali. Un esempio? Matt Langione, del Boston Consulting Group, sostiene che il calcolo che serve per predisporre un data base di tutte le combinazioni di atomi che potrebbero formare molecole utili all'industria farmaceutica potrebbe essere realizzato da un supercomputer attuale in un numero di anni pari a 5 moltiplicato per un 10 seguito da altri 47 zeri: ebbene, un computer quantistico ci metterebbe mezzora. Il segreto di questa potenza di calcolo è nella struttura stessa del computer quantistico: gli attuali computer possono gestire calcoli basati sui bit, l'unità minima di informazione binaria che alla domanda "questo contatto è aperto o spento?" offre solo una risposta secca, "sì" o "no"; i computer quantistici invece si basano sui *qubit*, che rispondono alla domanda "quante probabilità ci sono che prima di osservare lo stato di un collegamento questo sia aperto o spento?". I computer quantistici servono a calcolare velocemente certi fenomeni complessi proprio perché esplorano molte possibilità nello stesso tempo: tengono conto della sovrapposizione di stati possibili, dei collegamenti nei comportamenti di certe particelle, delle interferenze tra osservatore e osservato. E così via.

«Nei computer quantistici l'informazione è fisica» racconta con una buona dose di entusiasmo Anna Grassellino: «I fotoni che rilevano le condizioni delle particelle ne modificano lo stato e disperdono informazione. La superconduttività serve per produrre *qubit* con molti fotoni che possano avere una vita più lunga, dunque stabilizzare e le *performance*».

Non è chiaro? Appunto. «C'è una buona metafora usata da Shohini Ghose, che svolge le sue ricerche di fisica quantistica alla Wilfrid Laurier University di Waterloo, nell'Ontario: il passaggio da computer tradizionale al computer quantistico assomiglia al passaggio dalla candela alla lampadina. Non si può costruire una lampadina migliorando molto una candela».

Seguendo la metafora, la lampadina è appena stata inventata e brucia subito.

Grassellino sta lavorando per migliorarla drasticamente. «Il mio compito è manageriale. Ma non smetto di andare in laboratorio. Non si può guidare un gruppo come questo senza continuare a fare ricerca personalmente».

Anche i legami con le origini professionali italiane non si disperdono. «Lavoriamo con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e con i Laboratori del Gran Sasso». Grassellino rifiuta la nozione di "cervello in fuga". «Siamo una sola comunità di ricerca».

Comunque, qualche differenza c'è. Ci sono luoghi in cui le donne riescono a raggiungere più facilmente i posti di responsabilità. Grassellino c'è riuscita in America. Come si concilia tutto questo con una famiglia e tre figli? «Ho un marito bravissimo. Qui danno sei settimane per la maternità, ma al FermiLab c'è l'asilo nido interno. E questo è fondamentale. Tra l'altro è una differenza importante con l'Italia: troppe settimane di maternità e la mancanza di asili nido frenano la carriera delle donne».

Quando, nel 2017, Barack Obama le ha conferito il *Presidential Early Career Award for Scientists and Engineers* i figli di Anna Grassellino erano già tre.

© RIPRODUZIONE RISERVATA