

## L'IMMAGINIFICA FISICA

*“Immaginare e poi veder crescere un laboratorio pieno di giovani, ricercatrici e ricercatori, che vengono da diverse storie, discipline e paesi, nel quale università e enti di ricerca mettono davvero insieme le forze per affrontare i problemi scientifici più ambiziosi: in Italia è davvero una sfida ma ne vale la pena.”*

**Telos:** Nanoscienze e nanotecnologie, cosa sono? Come sono presenti nella nostra vita quotidiana? E nella nostra ‘biologia’?

**Elisa Molinari:** Si occupano del comportamento della materia –tutta la materia– sulla scala dei milionesimi di millimetro: i nano-metri, appunto. È la scala di definizione dei migliori *chip* che già troviamo nei nostri cellulari o computer, e della dimensione trasversale del DNA o piccole proteine. Una scala speciale perché è quella delle interazioni tra elettroni, atomi, molecole o superfici, che determinano le caratteristiche macroscopiche dei materiali, dal colore alle proprietà elettriche e termiche. Qui nascono fenomeni inattesi, e iniziano molti processi che controllano i dispositivi artificiali ma anche le funzioni biologiche: da quelle “benefiche”, come la fotosintesi, a quelle indesiderate che portano, per esempio, all’insorgere di malattie neurodegenerative.

La nostra ricerca punta a capire questi processi a partire dalla fisica quantistica –fondamentale su quella scala– a progettare nuovi materiali e fenomeni, e immaginare nuove tecnologie. Ora ci concentriamo su alcuni fenomeni che sono importanti per i *chip* (opto)elettronici, ma anche per il fotovoltaico e le batterie del futuro. Per farlo sviluppiamo la teoria ma anche i codici di calcolo per simulare i materiali “in silico”: così guidiamo e interpretiamo gli esperimenti e la progettazione automatizzata che accelera enormemente l’innovazione e le applicazioni.

**A che punto è l’Italia da questo punto di vista? Leonardo, il quarto tra i supercomputer più potenti al mondo, è appena stato inaugurato al Tecnopolo di Bologna e sarà presto disponibile agli utenti. Ci racconta questa storia di successo per il nostro Paese?**

L’Italia aveva già una posizione eccellente in Europa e nel mondo, e Leonardo sicuramente è un altro passo importante. Non si tratta solo delle classifiche dei supercalcolatori: il Cineca ha già occupato in passato posizioni di vertice nella “Top 500” e anche nella “Green 500”; anche altri soggetti industriali italiani hanno capacità di punta nel supercalcolo (soprattutto Eni SpA, e ora ad esempio, Leonardo SpA).

Il passaggio importante che sta avvenendo con il nuovo supercalcolatore Leonardo ha a che fare con uno sforzo europeo congiunto, coordinato anche nella EuroHPC Joint Undertaking, per dotarci a livello europeo del migliore ecosistema per il supercalcolo e i dati, e in prospettiva per rendere l’Europa autonoma anche nello sviluppo e nella produzione delle relative tecnologie. Quest’ultimo è un obiettivo estremamente ambizioso e di lungo periodo, perché oggi il *gap* tra l’uso e la progettazione/produzione delle tecnologie digitali in Europa è gigantesco: ma è cruciale la decisione di non rinunciare al controllo di queste tecnologie a tutti i livelli. Qui l’Italia può svolgere un ruolo centrale nella ricerca, anche a partire da quella sulla progettazione dei materiali, e sulla nanoelettronica del futuro. E proprio il supercalcolatore Leonardo di oggi ci servirà per simulare e disegnare i processori e i... Leonardi del futuro, che vogliamo più efficienti e sostenibili da tutti i punti di vista.

A proposito di ecosistema e del ruolo dell’Italia, c’è un punto di eccellenza, poco noto ma sempre più centrale, che ci viene riconosciuto nel mondo e che mi preme sottolineare. Si tratta della capacità di produrre i codici e i *workflow* che consentono di utilizzare quello che noi chiamiamo “il ferro”, cioè l’*hardware* e anche di produrre e analizzare grandi moli di dati per le applicazioni complete. Saper produrre codici, e non solo usare quelli scritti da altri, è una leva essenziale per guidare la scienza e la tecnologia del futuro. La strategia di renderli disponibili a tutti in formato sorgente (*open-source*) si sta dimostrando giusta e lungimirante. Ebbene i codici più importanti e diffusi per simulare i materiali oggi sono sviluppati in Europa: l’Italia è l’attore principale nello sviluppo di quelli *open-source* basati sulla descrizione quantistica della materia. A partire dalla SISSA -Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati- a Trieste ma anche al Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e nelle Università a Modena, Roma, Udine ecc., e oggi nel Centro Nazionale lanciato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si creano i codici più diffusi al mondo, e le competenze che consentono di usare al meglio i supercalcolatori per le applicazioni scientifiche e industriali. E infatti siamo noi a coordinare il MaX, lo *European Centre of Excellence* sul supercalcolo per i materiali. Oggi anche i *policy maker* cominciano a rendersi conto che codici, algoritmi e competenze sono risorse fondamentali del futuro, e non un sottoprodotto casuale della ricerca sulle applicazioni. Molti produttori di *hardware* a livello globale lo hanno capito: per questo vogliono collaborare con noi e usano i nostri codici come *benchmark* per i calcolatori. Dalla ricerca computazionale sui materiali in Italia (moltissimi anche da Modena) provengono direttori e direttrici di centri ed enti di ricerca nel mondo, e anche alcuni dei massimi dirigenti di centri di supercalcolo italiani, anche in ambito industriale.

Su questi successi e competenze possiamo fare leva per giocare un ruolo chiave in Europa. Sono competenze che si costruiscono nel tempo, e noi abbiamo dimostrato di saperlo fare. Oggi non c’è dubbio che la formazione e le persone con queste capacità sono l’ingrediente essenziale per il futuro del sistema produttivo e dei servizi, oltre che della scienza e della

tecnologia: è quello che ci dicono ogni volta anche le imprese. Per questo vale la pena di investire sempre di più, e soprattutto a lungo termine, sui codici e sulla formazione.

**Donne e STEM, un binomio non ordinario nel passato. Quali sono oggi le politiche necessarie per contrastare il divario di genere nelle discipline STEM?**

Molte politiche sono le stesse che servono per attirare e trattenere le persone più interessanti di entrambi i generi! Cioè politiche mirate a creare un ambiente di lavoro stimolante e inclusivo, compatibile con interessi e scelte di vita non monocromatici, dove gli obiettivi siano ambiziosi e con prospettive chiare di lavoro, sia presenti che future. Le donne non hanno paura delle sfide o delle responsabilità, se le regole del gioco non le penalizzano: ci vuole un lavoro serio per mettere a fuoco ed eliminare le penalizzazioni anche nascoste, e costruire strumenti concreti di supporto e bandi dedicati. Le proposte ci sono, alcune anche ispirate ad esperienze di successo di altri paesi: spero che ci sarà la volontà di farlo. Non si tratta solo di democrazia, perché nessuna sia esclusa dalla possibilità e responsabilità di conoscere le tecnologie e influenzare scelte che determinano il nostro futuro. Si tratta anche di allargare il *pool* di giovani a cui l'Italia può attingere per costruire il futuro, valorizzando modi e visioni diverse. Perciò vale la pena di investirci con determinazione.

Questo richiede di attrezzarsi per rinnovare profondamente i meccanismi di valutazione delle persone e della ricerca in modo da avvicinarli agli *standard* internazionali e valorizzare i contributi di tutti. E richiede di premiare in maniera consistente gli istituti, i dipartimenti e le imprese che dimostrano sforzi concreti e ottengono risultati nel contrastare il divario di genere, sia all'ingresso sia nel progredire delle carriere: altrimenti per chiudere la forbice ci vorranno cent'anni!

E poi bisogna investire nel lavoro con le scuole e gli insegnanti, e in azioni coordinate con le università e gli enti di ricerca. Solo così costruiamo progetti che appassionino le ragazze, e mobilitiamo le forze migliori per realizzarli. È paradossale che ancora oggi queste azioni siano spesso previste con costo, supporto e riconoscimento quasi nullo, e grande fatica per chi le fa.

**Una lunghissima carriera di scienziata, con un curriculum a dir poco straordinario, tanto da essere stata scelta dal MUR come uno degli 8 saggi per il PNRR, e da molti centri internazionali per i loro board scientifici. Quale tra le Sue tante esperienze è stata la più sfidante?**

Forse dovrei dire qualcuna delle esperienze prestigiose in grandi istituti di ricerca internazionali. Ma in realtà a me piace *costruire* iniziative nuove, che coinvolgano le persone e lascino traccia: dal Centro di ricerca S3 dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, che ho fondato e guidato a lungo a Modena (oggi è parte del CNR), al Centro MaX che coordino attualmente. Immaginare e poi veder crescere un laboratorio pieno di giovani, ricercatrici e ricercatori, che vengono da diverse storie, discipline e paesi, nel quale università e enti di ricerca mettono davvero insieme le forze per affrontare i problemi scientifici più ambiziosi: in Italia è davvero una sfida ma ne vale la pena.

Marco Sonsini

#### Editoriale

Anno della scienza il 2022 per PRIMOPIANOSCALA<sup>c</sup>. Anzi l'anno della fisica. Dopo il premio Nobel Parisi, abbiamo l'onore di ospitare nel nostro numero di novembre, la Prof. Elisa Molinari, brillante, audace, immaginifica scienziata, capace di cambiare il mondo con la sua ricerca. A Molinari abbiamo chiesto sin da subito di raccontarci del suo settore di ricerca di elezione: le nanoscienze. Ce lo spiega in modo semplice e chiaro. Non solo ci dice di cosa si tratta, ma anche a cosa servono: *“La nostra ricerca punta a capire questi processi a partire dalla fisica quantistica –fondamentale su quella scala– a progettare nuovi materiali e fenomeni, e immaginare nuove tecnologie.”* La parola *immaginare* appare straordinaria nella bocca di una scienziata, che crediamo sempre relegata a cercare, al massimo, di comprendere e *catalogare* i fenomeni. Invece no, Molinari e gli scienziati dei laboratori da lei diretti, i fenomeni li progettano. La parola *immaginare* ricorre nell'intervista. Quando le chiediamo quale sia stata la più grande sfida da affrontare, Molinari mette da parte le esperienze internazionali e risponde *“Immaginare e poi veder crescere un laboratorio pieno di giovani, ricercatrici e ricercatori...”*

La positività e l'ottimismo della *Prof* traspare in ogni risposta: sì l'arrivo di **Leonardo** (uno dei cinque supercomputer più potenti nel mondo) proietterà l'Italia nel supercalcolo, ma è il tassello di un percorso di eccellenza in questo campo avviato da anni. Ci svela che l'ambito nel quale stiamo davvero facendo la differenza è quello *“della capacità di produrre i codici e i workflow che consentono di utilizzare quello che noi chiamiamo 'ferro', cioè l'hardware, per le applicazioni complete.”* Grazie a questa capacità siamo in grado di *creare* nuovi materiali, e i produttori lo hanno capito, tanto da volere collaborare *“con noi e usano i nostri codici come benchmark per i calcolatori.”*

Infine un commento sul rapporto su donne e scienza. Le donne che si sono distinte nella storia sono state soprattutto umaniste, pittrici, scrittrici, poetesse, ma molto più raramente scienziate. Infatti le scienze, e in particolare le cosiddette scienze *dure* come la fisica, richiedono oltre a una solida preparazione di base, anche di poter contare su strutture e laboratori. Per questo motivo le donne, escluse dalle università, escluse dall'educazione scientifica, sono emerse là dove potevano emergere. Così è sorto il pregiudizio secondo il quale le donne sarebbero più adatte alle materie letterarie e linguistiche che non a quelle scientifiche. Oggi le cose sono cambiate, e le donne si muovono con più consapevolezza, sanno formare reti per sostenersi e farsi largo in un mondo al quale per molto tempo non hanno avuto accesso. Ma ancora non abbastanza. Molinari crede che donne e ragazze costituiscono un giacimento di capacità: un loro maggiore coinvolgimento nella scienza aiuterebbe a soddisfare i bisogni del sistema produttivo. In ogni occasione di dibattito pubblico ricorda i benefici della diversità: le donne hanno capacità, attitudini e competenze diverse dagli uomini, un ambiente di lavoro dove donne e uomini siano ugualmente rappresentati, a suo avviso, funzionerebbe meglio. Le donne hanno dinamiche di interazione diverse, una maggiore attenzione a percorsi laterali: *“lavoriamo con le stesse equazioni e lo stesso metodo scientifico, ma spesso vediamo strade diverse nella ricerca. Con vantaggi per tutto il gruppo. Non a caso si comincia a investire sulla gendered innovation.”* Non cade nella trappola del facile vittimismo e alla nostra domanda sulle politiche necessarie per contrastare il divario di genere nelle discipline scientifiche risponde in modo *esclamativo*: *“Molte politiche sono le stesse che servono per attirare e trattenere le persone più interessanti di entrambi i generi!”*

La veste *grafica* 2022 delle copertine di PRIMOPIANOSCALA<sup>c</sup>, la ritroviamo anche in quella di novembre. Con il suo sapore *pop* e quasi onirica, ritrae il volto dell'intervistato che porta, a mo' di copricapo, alcuni elementi distintivi della sua opera, ruolo, vita... mescolati con la tecnica del *collage*, e come nel *collage*, le figure sono giustapposte le une alle altre, senza elaborazioni. Per Molinari abbiamo pensato ai simboli di Modena come il Duomo del Lanfranco e i tortellini, uniti agli utensili da cucina, ai libri, la valigia, la montagna e gli sci a rappresentare le sue passioni. Ma molto spazio è stato dato alla scienza, la sua vita: tra atomi, laptop e calcolatori svetta Marie Curie, donna e scienziata che sembra dire a tutte le ragazze appassionate di scienze *dure*: *"In qualsiasi ambiente vi capiterà di trovarvi cercate i vostri alleati. Quelle persone che non hanno pregiudizi di genere, età o etnia e che vedono solo le vostre capacità. Cercateli e che la scienza sia con voi."*

Mariella Palazzolo



**Elisa Molinari** è Professoressa di Fisica della Materia nel Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Qui dirige il Centro di Eccellenza Europeo sul *Materials design at the eXascale (MaX)*, per la simulazione, la scoperta e la progettazione dei materiali mediante tecnologie di analisi dei dati e calcolo ad alte prestazioni.

Laureata in Fisica all'Università di Modena, dal 1983 è ricercatrice presso il *Max-Planck-Institut für Festkörperforschung* di Stoccarda e a Grenoble poi rientra in Italia dove, dal 1985 al 1992, è ricercatrice del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) a Roma.

Nel 1992 inizia la carriera accademica, presso l'Università di Modena, dapprima come Professoressa associata e poi, dal 2001, come ordinaria.

Tra il 2001 e il 2018 fonda e dirige a Modena il Centro S3 dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFM), poi confluito nell'Istituto Nanoscienze del CNR. Tra il 2007 e il 2010 guida l'INFM-CNR, che comprende 21 centri di ricerca in tutta l'Italia.

È Fellow dell'American Physical Society (APS). Ha coordinato importanti progetti di ricerca a livello nazionale e internazionale, e partecipato ai principali comitati scientifici e di valutazione della Unione Europea nel campo dei materiali, delle nanotecnologie e del calcolo scientifico. Tra le appassionate fondatrici

dell'associazione Donne e Scienza, nel 2002-2003 è stata Segretario generale associato dell'International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP), istituendovi il primo Gruppo di lavoro per le donne nella Fisica. Lo scorso giugno è stata nominata membro del *Supervisory Board* del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza istituito presso il Ministero dell'Università e della Ricerca. Ama leggere e viaggiare. Adora la montagna e sciare quando può. Le piace cucinare *"per tutta la compagnia."* È nata a Modena, città dov'è cresciuta e vive tutt'oggi.

Marco Sonsini