



## Lei & Scienza

### Michela Signoretto

Professoressa ordinaria di Chimica Industriale  
e Delegata della Rettrice per la ricerca di area scientifica,  
Università Ca' Foscari Venezia

### e Federica Menegazzo

Professoressa Associata in Chimica Industriale,  
Università Ca' Foscari Venezia

### conversano con

### Mor Harcol-Balter

Professoressa ordinaria di Informatica,  
Università Carnegie Mellon di Pittsburgh e Presidente di ACM SIGMETRICS

## Mor

### Lei è una docente di Informatica all'università Carnegie Mellon di Pittsburgh; ci racconta brevemente il suo percorso professionale?

Ho completato la mia laurea triennale presso la Brandeis University. Ho lavorato in azienda per alcuni anni e poi mi sono candidata per lavorare all'Università di Berkeley, dove ho conseguito un dottorato in Informatica. Ho poi vinto una borsa di studio NSF finanziata dalla National Science Foundation, che mi ha consentito di svolgere un post dottorato retribuito al MIT. In seguito, ho accettato una cattedra come Assistant Professor alla Carnegie Mellon University (CMU). Sono alla CMU da 25 anni, durante i quali sono stata Assistant Professor, Professoressa Associata, Professoressa Ordinaria ed Endowed Bruce Nelson Chaired Professor.<sup>1</sup> Sono anche stata direttrice del programma di dottorato per quattro anni. Durante questo periodo ho supervisionato circa una dozzina di dottorandi, la maggior parte dei quali sono ora docenti in università rinomate. La mia ricerca riguarda la modellizzazione delle performance dei sistemi informatici, ovvero la matematica che consente ai sistemi informatici di essere più veloci ed efficienti, soprattutto per quanto riguarda *i data centres*. Mi

dedico a problemi come la pianificazione del lavoro – quali mansioni svolgere in un determinato momento, la distribuzione delle risorse – come distribuire le risorse, il bilanciamento del carico di lavoro – come assegnare il lavoro tra i diversi server, il management energetico – come ridurre l'uso di energia nei *data centres*, e via dicendo. Nel mio lavoro uso molta matematica generale, la teoria delle code e l'ottimizzazione stocastica. La community di ricerca che presiedo si chiama SIGMETRICS community e si occupa della modellizzazione e dell'analisi dei sistemi informatici.

### Quale è stata la principale motivazione che l'ha spinta a scegliere questo percorso, tuttora poco scelto dalle ragazze?

Quando penso a come sono arrivata fin qui, mi sembra che mi abbiano accompagnata una serie di fortunati eventi esterni. La prima spinta arrivò quando la mia insegnante di matematica di prima media,<sup>2</sup> la signora Horn, insistette per spostarmi nella classe di matematica del primo anno di scuola superiore.<sup>3</sup>

La spinta successiva arrivò quando mio padre insistette nel farmi seguire un corso di laurea in Informatica. Non avevo nessun interesse nei

<sup>1</sup> Sovvenzione data a un membro della facoltà di Informatica in memoria dell'informatico Bruce J. Nelson (1952-1999).

<sup>2</sup> 6th grade.

<sup>3</sup> 9th grade.

computer e le lezioni di informatica della mia scuola superiore erano solo per i maschi. Io volevo laurearmi in chimica e matematica, ma mio padre disse che non avrebbe pagato i miei studi se non mi fossi laureata in Informatica. Così mi iscrissi e mi accorsi che mi piaceva!

L'altra spinta arrivò quando mi stavo candidando per la scuola di specializzazione.<sup>4</sup> Dopo il college lavorai per qualche anno, ma mi resi conto che il mio lavoro non mi lasciava abbastanza spazio per esplorare e scoprire cose nuove. Quindi tornai all'università e chiesi al supervisor della mia laurea triennale, Marty Cohen, di scrivermi una lettera di presentazione. Quando vide che la lista delle università in cui volevo candidarmi non includeva nessun programma di dottorato della top 4,<sup>5</sup> mi disse che si sarebbe rifiutato di firmarmi la lettera di presentazione a meno che non mi fossi candidata in tutti i programmi. Quindi lo feci e fui accettata ovunque. Una volta arrivata a Berkeley, avevo le carte in regola per raggiungere una posizione accademica di alto livello.

Credo che queste storie possano dimostrare qualcosa. Quando si è giovani, spesso non si ha fiducia in se stessi o la capacità di automotivarsi. A volte è necessario che qualcuno ti sostenga per farti arrivare lì dove meriti di arrivare. Questo mostra perché è importante fare da mentore!

#### **Cosa direbbe ai giovani, e alle ragazze in particolare, che si avvicinano al mondo della Informatica oggi?**

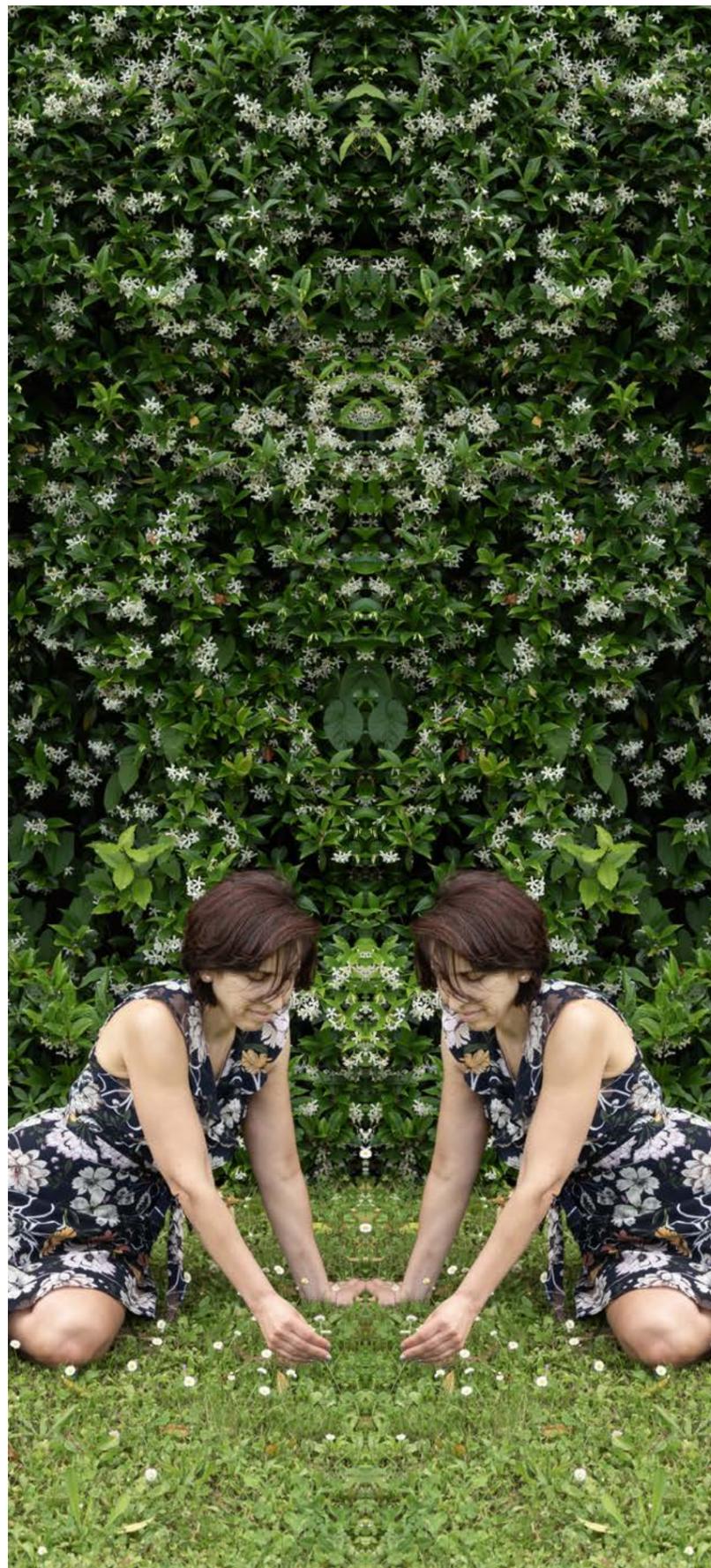
La prima cosa che vorrei dire alle giovani che stanno considerando una carriera nel mondo della Informatica è che molte aree di questa materia sono composte quasi interamente dalla matematica e che la maggior parte dei curricula per le lauree di primo livello sono basate prevalentemente sulla matematica. Abbiamo notato che spesso le studentesse a cui piace la matematica trovano l'informatica affascinante, mentre chi non trova la matematica interessante fa più fatica ad apprezzarla.

Molti studenti nelle mie classi mi dicono che amano l'eleganza dell'informatica, ma sono preoccupati di non essere intelligenti come gli altri e quindi vorrebbero cambiare percorso di studi. Ciò che non capiscono è che la maggior parte degli studenti si sente così. Ci saranno

sempre compagni di corso più bravi di te in matematica o nella programmazione, o che hanno iniziato molto prima e che quindi sono avvantaggiati. Io stessa mi sono sentita così quando ho iniziato il mio percorso a Berkeley. Agli inizi dei miei studi accademici, come studentessa ero la migliore della mia classe, ma come dottoranda ero circondata da studenti brillanti che avevano gareggiato alle Olimpiadi della Matematica, per esempio, e sapevo che non avrei mai potuto raggiungerli.

Ho imparato due cose che mi hanno aiutato molto. In primis, un amico, Hal Wasserman, mi disse una volta «Se ti dedichi a un ambito specifico e continui a lavorarci, forse potrai diventare l'esperto mondiale in quel settore». Ho pensato a queste parole ogni volta in cui non mi sono sentita abbastanza forte per continuare.

Fin dall'inizio della scuola di specializzazione, iniziai a interessarmi a come la teoria delle code potesse essere utilizzata per migliorare i sistemi informatici di oggi. Mi piaceva la matematica e le sue applicazioni, quindi ho continuato a lavorare in quell'ambito e non avrei mai creduto che un giorno avrei scritto un libro su questo tema. Il mio libro *Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action* (Cambridge University Press, 2013) è oggi utilizzato in più di cento università in tutto il mondo. L'altra cosa che mi ha aiutata l'ho imparata da sola: non esiste una sola definizione di successo che può essere applicata a tutti gli esperti di informatica; solo perché non sei il migliore in qualche settore, non significa che non potrai avere successo. Per esempio, ho un collega che è brillante in matematica, ma è terribile nello spiegare il suo lavoro. Questo collega è considerato 'di successo' per la sua intelligenza, mentre altri sono apprezzati perché sanno esporre il proprio lavoro e riescono a fare in modo che i loro algoritmi vengano applicati a prodotti reali. E così, alcuni colleghi sono tenuti in grande considerazione perché sono bravi a immaginare nuove applicazioni, mentre altri lo sono perché insegnano in modo eccellente e sono ottimi mentori, e contribuiranno a formare la nuova generazione di esperti informatici. La cosa fondamentale da tenere in mente è che per avere successo non è necessario entrare in competizione con gli altri, bisogna capire in che cosa si è bravi e poi impegnarsi per farlo al meglio.



#### **Oggettivamente, sono ancora rare le donne esperte di ambito STEM. Sono competenze considerate da sempre più affini all'universo maschile. Secondo lei è davvero una questione di predisposizione o c'entra la cultura, che in molte parti del mondo impone modelli diversi di apprendimento a bambini e bambine? Ci può fare qualche esempio?**

Non credo che gli uomini abbiano una predisposizione innata per la scienza e l'innovazione rispetto alle donne. Credo però che le pressioni sociali e le aspettative siano così grandi che spesso ci si sente come se loro siano più predisposti alla matematica e alla scienza.

Uno dei modi in cui la società avvantaggia in un certo senso gli uomini è incoraggiandoli a farsi sentire, a mostrarsi, provare nuove cose, a cogliere ogni opportunità e non preoccuparsi di fallire, mentre le ragazze vengono educate fin da piccole a essere silenziose, gentili e soprattutto modeste. Viene loro insegnato di sentirsi in imbarazzo. Tutti questi tratti portano svantaggio alle donne quando si parla di fare bene nella matematica e nella scienza. Come si può fare un buon lavoro se si è spaventate nel dire la propria opinione o si è troppo impegnate ad avere un bell'aspetto?

Ecco un esempio concreto. Negli ultimi venti anni, ho insegnato Probability and Computing in una classe di *undergraduate* alla CMU. All'inizio le mie classi erano composte per l'80% da maschi e per il restante 20% da femmine. In questo ambiente le ragazze non parlavano mai. Ogni volta che rivolgevo alla classe una domanda, si alzavano solo mani maschili. I ragazzi erano sicuri di sé. Spesso rispondevano in modo sbagliato, ma non importava. Gli piaceva essere chiassosi, prendersi in giro a vicenda e gareggiare per rispondere per primi. Il maggior coinvolgimento durante le lezioni li portava a performare meglio anche nei test. Però, negli ultimi 5-10 anni, la nostra demografia è cambiata molto, soprattutto per lo straordinario lavoro della mia collega Lenore Blum. Lenore sosteneva che l'unico modo per vedere la vera genialità delle donne era necessario creare un ambiente in cui loro non fossero numericamente inferiori. Ora le mie classi sono composte quasi per la metà da donne. Le ragazze sono ancora molto caute nel parlare – rispondono solo quando sono certe di conoscere la risposta corretta – ma parlano molto di più rispetto al passato. Inoltre, i loro risultati sono migliorati grazie alla maggiore partecipazione e coinvolgimento. Regalo una

scatola di cioccolatini a chi raggiunge il 100% nel mio esame e negli ultimi cinque esami ho regalato un numero pari di cioccolatini tra donne e uomini.

Potrei parlare ore sul come la società svantaggia le donne nella scienza, ma mi limiterò con un solo altro esempio. Ero molto legata ai miei libri di testo. Mia madre spesso racconta che io camminavo in giro portando sempre un libro di matematica sotto il mio braccio. I miei libri avevano molto raramente qualche immagine al loro interno e le uniche immagini solitamente ritraevano un vecchio uomo con una lunga barba bianca davanti a una lavagna che aveva inventato il teorema che si trattava nel capitolo. Perché è necessario includere queste immagini? Osservando quei libri, credevo che solo vecchi bianchi signori potessero vivere di matematica. Gli esempi nei libri sono ugualmente scoraggianti. Dato che tutti i libri sono scritti da uomini, tutti gli esempi parlano di colpire una palla con una mazza, giocare a poker o aspettare finché due treni non si scontrano. Questi esempi non mi sono mai piaciuti e credo sia lo stesso anche per tutte le altre donne. Nel mio libro più recente gli esempi sono molto diversi. Il libro è chiamato *Introduction to Probability for Computing*, pubblicato da Cambridge University Press nel 2024. Nonostante sia un libro di matematica, i miei esempi includono anche il fare shopping, la catena dell'amore di Markov, i social network sul web, studenti a una festa e sfilate di modelle. Tutte le immagini sono a colori e includono una vasta gamma di esempi diversi. Si può leggere il libro online – nella mia pagina web è gratuito – e vedere che non ci sono vecchi uomini bianchi.

#### **Mentre alcuni esempi di stereotipi di genere sono palesemente ovvi, altri sono più subdoli e così comuni che può essere difficile identificarli come tali. Nella sua esperienza, quali sono i principali stereotipi di genere che riguardano il mondo della scienza?**

Leggendo questa domanda ho pensato di non essere mai stata affetta da stereotipi. Tutti ci dicono che non esistono *bias* contro le donne e ci si convince che non esistano. Ma quando penso ad alcune delle mie esperienze passate riconosco che ci sono state alcune forme di stereotipi di genere.

Il primo esempio che ricordo chiaramente risale al corso di Fisica durante il mio primo anno di università. Ero l'unica ragazza in una classe di 50 uomini e per questa ragione non ho mai osato

<sup>4</sup> Graduate school.

<sup>5</sup> Si intendono i migliori quattro programmi di dottorato in un determinato campo di ricerca.

parlare durante la lezione. Non credo che il professore avesse capito che io avevo il punteggio finale più alto di tutta la classe, perché ero estremamente silenziosa. Verso la fine delle lezioni, stavamo studiando il momento meccanico, facevo fatica a visualizzare questo concetto così andai a chiedere aiuto al mio professore. Mi chiese se avessi mai colpito una palla (dissi di no), se avevo mai sollevato una macchina con una leva (dissi ancora di no) o se avessi mai usato un cacciavite (nuovamente no). A quel punto disse che non c'era alcun modo di capire il momento meccanico per me. Presi A+ in quel corso, ma non partecipai mai più ad altri corsi di fisica perché pensavo di essere senza speranza. Guardandomi indietro, credo che il comportamento del professore fosse guidato da uno stereotipo implicito per il quale era incapace di insegnare fisica alle donne.

Un esempio di stereotipo più esplicito accadde durante il mio post-dottorato. Chiesi di sviluppare e insegnare alla mia classe la teoria delle code sia per *undergraduate* e *graduate*. Il capo del dipartimento mi disse che non mi avrebbe supportato perché «le donne non sono mai brave a insegnare ai nostri *undergraduate*». Spiegò che i giovani studenti danno filo da torcere alle insegnanti donne. Risposi dicendo che credevo di poterlo fare da sola ma lui non voleva finanziarmi. Così chiesi al mio supervisore che mi finanziò ed ebbi la possibilità di insegnare. Quel corso ricevette i feedback più alti di tutti i 136 corsi di Informatica di quel semestre e mi fu pure offerto un lavoro, ma non lo accettai e andai alla CMU.

Quando arrivai alla CMU, continuai a incontrare stereotipi, ma questa volta da studenti della scuola di specializzazione. In questa università, i nuovi dottorandi hanno cinque settimane di tempo per scegliere il proprio tutor. Notai che sia i dottorandi sia le dottorande sono più propensi a scegliere anziani professori uomini. In qualche modo hanno questa idea (stereotipo) che un buon supervisore debba essere vecchio, bianco, uomo, e probabilmente con la barba (forse è per quei libri di testo che ho menzionato prima!). Per il fatto che ero una giovane donna, molti nuovi studenti non erano interessati a lavorare con me. Fortunatamente questo problema si è risolto da solo durante gli anni. Diventando più adulta e avendo raggiunto diversi traguardi, appaio come una scelta meno rischiosa per i nuovi dottorandi e di conseguenza sono meno colpita dagli stereotipi.

**Quali sono le azioni concrete che ciascuno di noi potrebbe attuare per far appassionare le ragazze alle discipline STEM?**

Ogni attività che dà l'opportunità di dire a una

donna che è intelligente e talentuosa è proficua. Come si può vedere dalle mie storie, tutta la mia carriera accademica è stata caratterizzata da altri che avevano deciso che io ero portata per informatica.

Le azioni possono essere svariate. Ma io raccomanderei che queste includano qualche sfida e apprendimento, e che fossero anche in qualche modo collaborative. Per esempio, i partecipanti potrebbero essere divisi in gruppi che collaborano per risolvere un problema o in cui i loro punteggi vengono combinati. Il punto più importante è che ogni attività dovrebbe includere più donne che uomini. Quasi tutti gli ambienti STEM hanno più uomini che donne e questo non è l'ambiente ideale in cui le donne possono fare del loro meglio.

**Partiamo da un dato: soltanto 23 scienziate hanno ricevuto il Premio Nobel in materie scientifiche (4 per la fisica, 7 per la chimica, 12 per la medicina) dal 1901 (data della sua istituzione) ad oggi, rispetto a oltre 600 uomini. Come si spiega questo dato statistico?**

La mia interpretazione di questi dati è che ci sono stati molti *bias* contro le donne dal 1901 e, nonostante la condizione stia cambiando, non ci troviamo ancora al punto in cui dovremmo essere. Una delle donne che ha vinto recentemente il Premio Nobel nel 2023, Katalin Karikó, non era stata supportata dalla sua università che la dequalificò.

Oltre ai *bias*, è importante riconoscere che per ottenere un Premio Nobel è necessario moltissimo lavoro senza interruzioni e con estrema concentrazione. Molte donne non si trovano nella posizione di poter fare tutto questo. La responsabilità per la cura dei figli, della casa e della famiglia ricade ancora sulla donna in modo sproporzionato. Anche se una donna non ha figli, casa, genitori o un compagno, la società vede in modo negativo la donna che passa tutto il suo tempo al lavoro. Al contrario, un uomo che passa tutto il suo tempo a lavorare viene visto come una persona ambiziosa, motivata o addirittura come un genio. È anche ben noto che le donne sono incaricate di svolgere una quantità sproporzionata di lavoro all'interno dei propri dipartimenti. Il risultato di tutto questo è che le donne hanno meno possibilità di dedicare il tempo richiesto per raggiungere il Premio Nobel. Con il bilanciamento delle aspettative da parte della società, io credo che il numero di Premi Nobel per le donne aumenterà.



**Mor Harcol-Balter**

È Bruce J. Nelson Professor di Computer Science presso la Carnegie Mellon University (CMU). Ha conseguito il suo dottorato a Berkeley nel 1996 sotto la direzione di Manuel Blum. È entrata alla CMU nel 1999 ed è stata direttrice del programma di dottorato dal 2008 al 2011. È Chair di ACM SIGMETRICS. È membro di ACM e IEEE e vincitrice del NSF CAREER awards e di molti premi per l'insegnamento, inclusi l'Herbert A. Simon Award e lo Spira Teaching Award. Il suo lavoro si focalizza sulla progettazione di nuove policy per la distribuzione delle risorse, incluse quelle per il bilanciamento del carico, per il management energetico e per la pianificazione dei sistemi distribuiti. Mor è parte attiva della comunità di ricerca SIGMETRICS / PERFORMANCE / INFORMS, nell'ambito della quale ha ricevuto diversi premi per le sue pubblicazioni. È l'autrice di due fondamentali libri di testo, entrambi pubblicati da Cambridge University Press: *Performance Analysis and Design of Computer Systems*, che connette la ricerca operativa e l'informatica, e *Introduction to Probability for Computing*.