

## La fisica delle basse energie

Secondo Giorgio Sangiovanni, giovane protagonista internazionale della fisica dello stato solido, se non inizierà a investire seriamente nella ricerca e nella eccellenza, l'Italia continuerà a formare giovani che poi verranno "regalati" ai paesi che puntano sulla ricerca e sulla tecnologia.

**Angelo Gallippi**

**C**ompie quest'anno 610 anni di vita l'Università di Würzburg, fondata nella cittadina bavarese nel 1402 e quindi una delle più antiche del mondo germanico. Attualmente ospita dieci Facoltà (teologia, legge, lettere, economia, medicina, biologia, matematica e informatica, chimica e farmacia, fisica e astrofisica) e conta circa quattrocento professori e 24mila studenti.

Malgrado l'eccellenza di tutte le sue Facoltà, sono quelle di scienze biologiche e naturali che collocano l'Università tra le cento più prestigiose del mondo e le trenta d'Europa: in effetti, dei quattordici Premi Nobel usciti dall'ateneo, due sono per la medicina (Hans Spemann nel 1935 e Harald zur Hausen nel 2008), tre per la chimica (Emil Fischer, 1902; Eduard Buchner, 1907; Hartmut Michel, 1988) e quattro per la fisica (Wilhelm Conrad Röntgen, 1901, il primo laureato da Stoccolma; Johannes Stark, 1919; Wilhelm Wien, 1922; Klaus von Klitzing, 1985).

In particolare, la scoperta di dei raggi X (che i tedeschi chiamano "raggi Röntgen") viene considerata uno dei più grandi risultati scientifici dell'Università, uno di quelli che hanno cambiato la pratica medica. A Würzburg sono legati anche altri due Premi Nobel per la fisica: Karl Braun, inventore dell'omonimo tubo usato ancora oggi come monitor per la televisione, che vi ha insegnato un anno, e Max von Laue, che ha scoperto la diffrazione dei raggi X nel passaggio attraverso un reticolo cristallino, che vi ha trascorso due anni sabbatici.

Al Dipartimento di fisica e astrofisica dell'Università di Würzburg abbiamo incontrato Giorgio Sangiovanni, che da pochi mesi ha vinto un concorso per professore di fisica teorica. Una carriera fulminante, iniziata dopo la laurea in fisica nel 2001 e il dottorato nel 2004, entrambi alla Sapienza di Roma. Quindi un *post-doc grant* al Max-Planck Institut di Stoccarda, la vincita di un concorso per assistente

all'Università di Vienna nel 2008, fino alla recente cattedra a Würzburg. Ha pubblicato oltre quaranta lavori, di cui uno sulla prestigiosa rivista "Nature", uno sulla neonata sorella minore "Nature Communications" e nove sulla rinomata rivista di settore "Physical Review Letters". Gli interessi di Sangiovanni spaziano dagli elettroni fortemente correlati alla computazione delle proprietà dei materiali, quali per esempio la superconduttività ad alta temperatura critica, dalle interazioni degli elettroni con gli ioni del sottostante reticolo cristallino (i cosiddetti fononi) alla ricerca sulle proprietà elettroniche e magnetiche dei nano-materiali, fino alle interazioni di diversi nano-sistemi (macromolecole, giunzioni a punta di contatto, strati di grafene e via dicendo).

### Di cosa si occupa attualmente?

Mi occupo di fisica teorica della materia, o fisica dello stato solido. In particolare faccio studi teorico-numeriche su materiali per i quali la teoria del funzionale della densità (la teoria standard per descrivere le bande elettroniche nei metalli convenzionali o nei semiconduttori) non funziona. Il problema di questa teoria, che si può applicare a tantissime classi di materiali cosiddetti "non-correlati", è che considera gli elettroni nel solido come indipendenti, mentre invece, se la correlazione proviene dall'interazione coulombiana fra gli elettroni è forte, una tale descrizione fallisce e bisogna considerare il problema di tutti gli elettroni nel loro complesso. Mi piace molto un esempio che fa Alessandro Toschi, un mio collega del Politecnico di Vienna, nelle sue lezioni: possiamo figurarci gli elettroni correlati come i bastoncini del gioco Shanghai (qui noto come Mikado) in cui, se vuoi levarne uno, tutto il sistema ti risponde perché c'è una correlazione forte tra tutti quanti. Studiare queste cose è molto interessante perché, proprio grazie a questa correlazione tra gli elettroni, vengo-

no osservati fenomeni collettivi nuovi. Tra questi, la superconduttività ad alta temperatura, non presente nei materiali non correlati, transizioni di fase quantistiche e altre interessanti manifestazioni della correlazione o interazione forte tra tante particelle. Con il mio gruppo (per ora formato solo da uno studente di dottorato, ma in rapida crescita se verranno accettati alcuni dei progetti che ho sottoposto a importanti agenzie che finanziano la ricerca) cerchiamo descrizioni alternative che vadano oltre la teoria del funzionale della densità, servendoci di approcci analitici e di simulazioni al computer pensate *ad hoc* per sistemi di molti corpi, in cui i singoli costituenti sono elettroni (ovvero fermioni).

### Qual è il prossimo traguardo della ricerca nella fisica della materia e quando potrà venire raggiunto?

La risposta a questa domanda è molto difficile. Spesso scoperte interessantissime vengono fatte mentre si cerca altro. Attualmente un grosso sforzo è concentrato sulla ricerca della superconduttività, ovvero la proprietà che caratterizza un materiale in cui la corrente scorre senza resistenza e in cui il campo magnetico viene "espulso" dal materiale stesso, con conseguenze molto bizzarre come la levitazione magnetica. Recentissima è la scoperta in Giappone e Cina di una nuova classe di superconduttori, in materiali contenenti un elemento mai sospettato di essere legato alla superconduttività, ovvero il ferro. Questa nuova "era del ferro" non ci ha portato a superare il record della temperatura critica (temperatura sotto la quale la superconduttività si manifesta) di circa 135 Kelvin (corrispondenti a circa -140 gradi Celsius), detenuto attualmente dai cosiddetti "cuprati", ovvero particolari ceramiche contenenti rame, ma molti sono convinti che la comprensione di questi nuovi superconduttori a base di ferro potrebbe aprire nuove strade e magari portarci un poco più vicino alla fatidica temperatura ambiente.

### Quali benefici potranno portare i progressi del suo settore di ricerca?

La nostra ricerca, diversamente da quella sulla fisica delle particelle e delle alte energie (in questo senso noi ci occupiamo di "basse energie"), ha una ricaduta pratica molto diretta e osservabile. Ci sono gruppi che con i materiali correlati da noi studiati tutti i giorni costruiscono dei tran-



A sinistra, Giorgio Sangiovanni; a destra, l'antica Università di Würzburg, Bavaria, Germania.

sistori e dei veri e propri chip. Grazie all'aumento del grado predittivo che la fisica teorica dei materiali sta acquisendo, è possibile ideare materiali nuovi con funzionalità specifiche. Per esempio, si possono realizzare delle finestre intelligenti, che cambiano le proprie proprietà (di riflessione della luce o cose analoghe) a seconda della temperatura esterna o dell'inclinazione della luce solare incidente. Questa di reagire in maniera molto evidente a piccole perturbazioni, è proprio una caratteristica dei materiali correlati e vorremmo cercare di controllare queste forti reazioni in modo da utilizzarle a scopi funzionali. Con il mio gruppo sto portando avanti un'idea nata all'interno di un progetto di cui sono il *principal investigator*: come usare particolari tipi di materiali correlati per sviluppare celle fotovoltaiche di nuova concezione. Altri fenomeni che saremo sempre più in grado di controllare, sono quelli che caratterizzano i cosiddetti "materiali termoelettrici". Alcune Case automobilistiche li usano già in alcuni prototipi, ma la speranza è che in futuro saremo in grado, grazie alle proprietà di questi materiali, di non sprecare il calore "di scarto" prodotto appunto in un'automobile, ma convertirlo in energia elettrica in modo efficiente.

**La sua università è stata una fucina di Premi Nobel. A chi assegnerebbe il prossimo Premio Nobel per la fisica e perché?**

È di questi giorni l'annuncio delle nuove osservazioni sul bosone di Higgs al CERN. Questo è ovviamente molto interessante in generale, non solo per la fisica delle parti-

celle elementari. Vale la pena infatti di ricordare che nella fisica della materia il meccanismo di Higgs è osservato quotidianamente sotto forma del cosiddetto effetto Meissner, che descrive le proprietà del campo elettromagnetico in presenza di un superconduttore. Quindi, dal momento che tale meccanismo si manifesta in fenomeni della natura così diversi fra loro, mi auguro che a Stoccolma considerino questa fondamentale scoperta anche al di là di un'ottica settoriale.

**In molti campi la Germania è considerata la "locomotiva d'Europa". Ciò è vero anche nella ricerca avanzata in fisica?**


Nella fisica la Germania non solo ha delle punte di eccellenza (basti pensare ai famosi Istituti Max-Planck, che guidano la ricerca mondiale in moltissimi settori strategici, non solo in fisica), ma offre anche una solida base scientifica a livello formativo. Rispetto ad altri paesi, soprattutto all'Italia, l'area scientifica e tecnica è considerata strategica e di conseguenza i governanti investono risorse (stando molto attenti ovviamente a evitare sprechi) sia in formazione, sia in ricerca.

**Per quali ragioni uno scienziato come lei può scegliere di emigrare all'estero e perché proprio in Germania?**

Il grosso dei ricercatori italiani, non avendo purtroppo possibilità interessanti di crescita in Italia, ha storicamente guardato alla Francia, al Regno Unito e agli Stati Uniti. Da un po' di anni anche l'area tedesca è diventata attraente da questo punto di vista, nonostante l'ostacolo linguistico,

anche se il numero di posti disponibili è molto più basso rispetto, per esempio, alla Francia. Gli Stati Uniti costituiscono probabilmente ancora il massimo per la ricerca, ma la Germania, in Europa, offre una combinazione molto competitiva, se confrontata con la Francia (che automaticamente significa Parigi per il 90 per cento dei casi), tra qualità della vita e possibilità di investimenti.

**Di recente il governo italiano ha varato delle norme per il "rientro dei cervelli". Le ritiene adeguate e perché?**

Il problema non è solo quello di riuscire a rientrare (nonostante i recenti miglioramenti il programma di rientro è ancora limitato e soffre degli annosi problemi legati al sistema italiano di reclutamento del personale universitario), ma anche di avere poi la possibilità di sviluppare qualcosa. Se non s'inizia a investire seriamente nella ricerca e contemporaneamente a puntare all'eccellenza, come si fa qui in Germania, nessuno vorrà "rientrare" e continueremo a pagare tantissimo per l'alta formazione di giovani che poi sono disponibili "gratuitamente" per i paesi che puntano alla ricerca e alla tecnologia. Trasformare un sistema come il nostro, che non funziona, in uno che funziona è certamente molto complesso e i periodi di "transizione" da questo punto di vista sono i più difficili. Anche perché in Italia non va di moda pensare al futuro a medio-lungo periodo. 

*Angelo Gallippi, laureato in Fisica e giornalista pubblicitaria, scrive di privacy e di informatica.*