

# INTERVISTA A KONSTANTIN NOVOSELOV

**Piergiorgio Odifreddi**

Agosto 2011

Chiunque di noi conosce la grafite, il materiale di carbonio usato per le mine delle matite. La sua stratificazione fa sì che, sfaldandosi quando viene sfregata su un foglio, essa lasci le tracce che costituiscono appunto la scrittura a matita.

Fino a qualche mese fa, invece, quasi nessuno di noi conosceva il grafene, costituito sostanzialmente di un solo strato di grafite. A portarlo alla ribalta è stato il premio Nobel per la fisica assegnato nel 2010 a Andrei Grim e Konstantin Novoselov, le cui ricerche hanno aperto le porte di un vero e proprio Elodorado scientifico e tecnologico.

A soli trentasei anni, Novoselov è uno dei più giovani vincitori dell'ambito premio. E la sua tenera età fa sì che i ricordi di gioventù siano ancora dietro l'angolo: ad esempio quello, raccolto *off the record*, di quando capitò a Milano per la prima volta da dottorando, e avendo finito i soldi per una serie di ragioni, gli toccò dormire una notte ai Giardini Pubblici.

E' proprio a Milano che l'abbiamo incontrato il 1 luglio 2011, in occasione della Milaneseiana, per parlare con lui della sua singolare vicenda scientifica e umana.

**Così giovane, e già con un premio Nobel. Se lo sarebbe aspettato?**

Beh, queste cose non succedono all'improvviso. Già da qualche anno c'erano state delle voci, e quando le senti il tuo cuore batte molto veloce. Ogni scienziato vorrebbe ricevere il premio Nobel, non c'è dubbio. Ma aspettarselo può essere molto negativo per la propria salute mentale.

**In che senso?**

La nostra scoperta è del 2004, e del premio si cominciò a parlare nel 2007. Il primo anno ci pensai continuamente, in attesa della telefonata. Ma quando non arrivò, decisi che non potevo rovinarmi la vita nell'attesa e lo rimossi: non lessi più le agenzie, non ne parlai più a nessuno, smisi di pensarci. Per i tre anni successivi tutto andò ottimamente e tranquillamente: lavoro in laboratorio, e nient'altro. Così, al momento buono, rimasi sorpreso.

**Non è così tipico riceverlo subito dopo una scoperta: persino Watson e Crick aspettarono dieci anni, ed Einstein diciassette.**

Onestamente, non sono molto al corrente della storia del premio. Direi che una decina d'anni è un tempo ragionevole. Ma in questo caso si scoprirono presto talmente tante strane proprietà del grafene, e la comunità di fisici, chimici, scienziati della materia e ingegneri lo studiò da un tale numero di punti di vista diversi, che in pochi anni quest'area di studio ha fatto più progressi di quanto altre ne riescano a fare in trenta o quaranta.

**Uno di questi aspetti interessanti, per un matematico, è che il grafene è una rappresentazione quasi ottimale del piano euclideo, piastrellato con esagoni dello spessore di un solo atomo.**

Non sappiamo ancora se abbiamo affrontato questo aspetto nella maniera corretta, da un punto di vista matematico. In teoria dovremmo essere in grado di scrivere tutte le equazioni per bene, e per il piano lo sappiamo fare. Ma appena proviamo a piegarlo, arrivano i problemi.

**Un piano e un cilindro non sono così diversi, però.**

Topologicamente no, ma fisicamente sì. Nello spazio gli elettroni si muovono diversamente su un piano piatto e su un cilindro curvo, perchè sono diverse le forze in gioco. E comunque è abbastanza inusuale che siamo costretti, nella fisica della materia condensata, a tener conto del movimento degli elettroni dal punto di vista dell'elettrodinamica quantistica, che è tipico invece della fisica delle particelle.

**Qual è, in sostanza, la differenza tra la grafite e il grafene?**

La stessa che c'è, in matematica, tra gli spazi a due e a tre dimensioni. Ad esempio, se uno cammina su un piano, girando a caso a ogni passo, la probabilità che prima o poi ritornerà al punto di partenza è uno: cioè, la quasi certezza. Ma nello spazio la probabilità è solo di un terzo, e si può scommettere che non ci si ritornerà.

**E questo cosa c'entra coi cristalli?**

Lo stesso motivo che determina le proprietà del cammino casuale, regola anche le oscillazioni degli atomi. Nel piano esse diventano così intrattabili, da distruggere l'intero cristallo bidimensionale. In pratica, se uno sposta leggermente un atomo su un reticolo piano, gli altri atomi non hanno abbastanza forza da rimmetterlo a posto, ma in un reticolo tridimensionale sì.

**E' questa la ragione per cui la grafite esiste in natura, e il grafene no?**

Esattamente. Ed è la stessa ragione per cui a lungo si è pensato che non potessero esistere cristalli bidimensionali. Il che insegna che bisogna fare attenzione a predire cosa può o non può esistere.

**Mi permetta una domanda ingenua. Una traccia lasciata da una matita, quanti strati di grafene contiene?**

Un centinaio, con una matita normale. Da questo punto di vista, noi non abbiamo fatto niente di speciale: abbiamo usato esattamente una matita, solo un po' migliore di quelle comuni, che ci è costata cento sterline.

**E come avete separato uno strato dai cento?**

Con un rotolo di scotch da due sterline.

**Sta scherzando, Mr. Novoselov!**

Sembrirebbe, ma è andata proprio così! Si mette dello scotch sulla traccia della matita, e si tira: qualcosa ci rimane sopra, e qualcosa rimane sulla carta. Poi si mette dello scotch sullo scotch, e si tira: qualcosa rimane su uno dei nastri, e qualcosa sull'altro. E si continua, fino a quando su uno degli scotch non rimane che uno strato solo.

**E come si fa a saperlo?**

Questo è il problema. Si trasferisce lo strato su un substrato, che costa dieci sterline, e permette di renderlo visibile a occhio nudo. Il costo totale dell'esperimento fu di centododici sterline . . .

**Dunque il grafene si estrae da grafite già esistente. Non si può sintetizzare direttamente dal carbonio?**

Cinque anni fa sarei stato scettico, ma negli ultimi tre anni si sono fatti enormi progressi. Ci sono industrie che ormai producono metri quadrati di grafene, che si possono usare nelle applicazioni. Il prossimo anno dovrebbero essere costruiti cellulari con circuiti di grafene.

**Si tratta di una sintesi artificiale?**

Non ancora del grafene, perchè ci sono problemi a cristallizzare grandi fogli alle alte temperature richieste. Per ora ci si limita a cristallizzare artificialmente a tremila gradi la grafite. Poi la si raffredda e si separano gli strati, con metodi un po' più sofisticati di quelli che abbiamo usato noi in origine.

**Curiosità da matematico: sarebbe possibile fare analoghi del grafene a struttura triangolare, o quadrata, invece che esagonale?**

Con i triangoli, probabilmente sì. Con i quadrati, non saprei. Ma ci sono molti altri materiali naturali che si possono “pelare” o “affettare”, oltre alla grafite. E poi, una volta ottenuti vari tipi di cristalli bidimensionali, si può pensare di mescolare strati diversi, ottenendo materiali artificiali che, ad esempio, in uno strato sono conduttori, in un altro superconduttori, in un altro ancora magnetici, eccetera.

**Lo si è già fatto in pratica, oltre che con la grafite?**

Sì. Ad esempio col nitruro di boro ( $BN$ ), un composto di boro e azoto, che costituisce un analogo della grafite. Da esso si possono estrarre strati analoghi al grafene, e proprio ora stiamo lavorando a un composto che li mescola a strati di grafene.

**Il nitruro di boro si trova in natura, come la grafite?**

No, è sintetico. E una industria giapponese l'ha prodotto per anni, per le sue proprietà isolanti: credo che fosse usato come copertura di razzi, o cose del genere. Poi la comunità del grafene si è accorta della sua esistenza, e ci si è buttata sopra.

**Quindi la nanotecnologia sta passando dal sogno alla realtà?**

Ormai possiamo controllare le cose al livello atomico, e i risultati sia fisici che tecnologici sono sorprendenti. E questo è un problema per me, perchè prima mi piaceva cambiare argomento ogni paio d'anni: è così che mi sono imbattuto nel grafene, dopo non aver mai lavorato col carbonio. Ma ora abbiamo aperto un enorme campo di ricerca, che ci impegna a fondo e dal quale non è facile fuggire.

**Qual è il legame tra il grafene e un altro antesignano delle nanotecnologie, il fullerene?**

Appartengono a una stessa famiglia di strutture di carbonio. I nanotubi cilindrici si possono pensare come fogli planari di grafene arrotolati, o come

sfere di fullereni espanse e allungate. Ci sono piccole tensioni tra i seguaci dell'una o dell'altra struttura, ma andiamo tutti nella stessa direzione.

**A proposito di tensioni, non sembra che il premio Nobel gliene abbia procurate molte.**

Se avessi voluto, avrebbe completamente cambiato la mia vita. Ma ho preso la decisione di continuare a vivere esattamente allo stesso modo di prima. Non ho nemmeno comprato una macchina nuova, e meno che mai una nuova casa. Ho addirittura ridotto il numero di conferenze e convegni a cui partecipare ogni anno, e mi concentro sulla mia ricerca.

**E Andre Geim ha fatto lo stesso?**

E' da lui che ho imparato. E' stato il mio professore e il mio relatore di tesi, ma mi ha sempre trattato da collega, più che da studente. E' più sobrio di me, ed è lui che mi ha messo in guardia sul fatto che un premio Nobel ti può far impazzire. Da un lato, eccitandoti a correre da una conferenza all'altra. Dall'altro, deprimendoti al pensiero che ormai non farai mai più niente di serio, o almeno di così buono.

**Non sarete stati sobri anche a Stoccolma!**

Io ci sono andato con mia moglie e i miei due gemellini, di un anno e mezzo. Gli organizzatori erano divertiti: non succede spesso, alla cerimonia, che il pubblico sia così giovane!

**Gemelli? Lei è riuscito a separare il grafene dalla grafite, ma non due figli tra loro?**

Non sono gemelli identici, però. Ma quella settimana a Stoccolma è stata la più dura della mia vita. Tutto è molto piacevole e amichevole, ma alla fine stanca da morire. Ho dovuto fare una decina di conferenze, invitato da colleghi ai quali non potevo dire di no. E avrei dovuto allenarmi un po' meglio per le danze: temo di aver pestato parecchi piedi, alle signore.

**Magari la prossima volta ... Sanger, che ha preso due Nobel in chimica, mi ha detto che il trucco è stato di prendere il primo da giovane. E lei sembra essere sulla buona strada!**

Il giorno che annunciarono il nostro premio in fisica, dovetti parlare con un sacco di strana gente. La sera, dopo aver messo i bambini a letto e aver lavato i piatti, mi sono seduto sul divano con mia moglie a bere una birra. Lei ha domandato: "E adesso?". E io ho risposto: "Domani annunciano il premio per la chimica, e visto che il grafene in fondo è un composto chimico,

magari ci daranno anche quello”. Non è andata così, ma va bene ugualmente. E ad altri premi Nobel non voglio proprio più pensare.