



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Laurea Honoris Causa

JOHN MICHAEL KOSTERLITZ

LAUDATIO

PROFESSOR FERDINANDO GLIOZZI

*Aula Magna Cavallerizza Reale
16 FEBBRAIO 2018*

Magnifico Rettore, chiarissimi colleghi, signore e signori,
John Michael Kosterlitz ha contribuito significativamente al progresso della fisica dei fenomeni critici, scoprendo in particolare una transizione di fase di tipo nuovo, nota ora come transizione di Kosterlitz-Thouless. Per questi suoi meriti il nostro Ateneo gli conferisce con la cerimonia di oggi la Laurea Honoris Causa in Fisica.

John Michael Kosterlitz è nato ad Aberdeen (Scozia) nel 1943 da genitori tedeschi. Il padre, un biologo di origine ebraica, era fuggito con la moglie dal regime hitleriano nel 1934. Dopo l'infanzia trascorsa ad Aberdeen, ha studiato a Edinburgo e a Cambridge e infine ha ottenuto il Ph.D. alla Oxford University nel 1969. Dal 1982 è professore di fisica alla Brown University a Providence (USA). E' attualmente distinguished professor al Korea Institute for Advanced Study. Ha ricevuto importanti premi scientifici, in particolare la Maxwell Medal del British Institute of Physics nel 1981, il premio Lars Onsager dell'American Physical Society nel 2000 ed infine il premio Nobel per la Fisica nel 2016, condiviso con David Thouless e Duncan Haldane.

Nel lontano 1969, grazie a una borsa di studio della Royal Society, Michael Kosterlitz venne a Torino nell'allora Istituto di Fisica, ed è in quell'occasione che ho avuto il piacere di conoscerlo, dato che lavoravamo nello stesso gruppo di ricerca. Il nostro gruppo, formato in prevalenza da ex allievi di Sergio Fubini e Tullio Regge, era impegnato nello sviluppo di una nuova teoria che Gabriele Veneziano, un giovane fisico fiorentino, aveva formulato un anno prima; era allora nota come "Dual Resonance Model" e divenne poi la "String Theory", la teoria delle stringhe. Michael Kosterlitz contribuì efficacemente a queste ricerche con una serie di lavori, pubblicati anche con l'affiliazione "Università di Torino", prendendo spunto da un importante lavoro di Stefano Sciuto, un giovane membro del nostro gruppo, oggi presente alla cerimonia.

Ma l'impatto di Michael Kosterlitz con Torino nell'anno trascorso da noi non si limitò al mondo della fisica. Oltre al richiamo della fama e del prestigio di Sergio Fubini, un altro motivo che l'aveva convinto a venire in un posto così vicino alle Alpi era la sua travolgente passione per le scalate in montagna. Ogni weekend partiva per le sue arrampicate, sempre accompagnato da Berit, la sua futura moglie. Si sposarono proprio qui a Torino, nel settembre 1970, dopo una memorabile battaglia con la burocrazia locale. Ci sono ancora evidenti segni delle sue imprese: aprì una nuova via in Val d'Orco che porta il suo nome, la "Fessura Kosterlitz", che per quasi dieci anni non fu ritentata. A Ceresole Reale c'è ancora una targa a lui intitolata.

Ma torniamo alla fisica. Era un periodo molto stimolante e di grande

entusiasmo, non solo perché eravamo giovani. In effetti fra la fine degli anni '60 e i primi anni '70 la fisica teorica vide nascere nuove idee che hanno avuto e hanno tuttora un ruolo determinante nello sviluppo della ricerca. Si è già accennato alla nascita della String Theory nel '68. Nei primi anni '70 Gerard 't Hooft e Alexander Polyakov avevano dato un forte impulso alla teoria quantistica dei campi, nel '71 Kenneth Wilson arricchì la fisica dei sistemi critici e delle transizioni di fase (cioè liquefazione, solidificazione, sublimazione, ecc.) di uno strumento concettuale molto potente, noto come “gruppo di rinormalizzazione”. La scoperta della Kosterlitz-Thouless Transition è del '73 e nell'anno successivo Michael Kosterlitz ricavò le sue equazioni del gruppo di rinormalizzazione associate a questa transizione.

Qual'era lo stato della fisica dei sistemi critici e delle transizioni di fase prima della nascita di queste nuove idee?

Già alla fine degli anni 30 il fisico russo Lev Landau aveva mostrato come dalle proprietà di simmetria delle possibili fasi della materia (gas, liquidi, solidi, plasmi, superfluidi, ecc.) fosse possibile descrivere e classificare le transizioni da una fase all'altra. La teoria di Landau non contempla solo cambiamenti di stato di aggregazione, ma transizioni di fase più generali, ad esempio la perdita di magnetizzazione di un magnete al di sopra di una temperatura critica, nota come temperatura di Curie. Tutte queste transizioni sono caratterizzate da una fase ordinata a bassa temperatura e una fase disordinata ad alta temperatura. Per esempio, nel caso della transizione di Curie, nella fase fredda gli spin, cioè i magnetini elementari che compongono il sistema, sono prevalentemente orientati in un'unica direzione (fase ordinata) mentre nella fase al di sopra della temperatura di Curie gli spin sono orientati in tutte le direzioni (fase disordinata). Nella fase ordinata c'è una direzione privilegiata, mentre la fase disordinata è più simmetrica, perché tutte le direzioni sono egualmente probabili. Le transizioni di fase descritte dalla teoria di Landau sono sempre transizioni ordine-disordine o, come si dice in termini più specifici, sono associate a una rottura spontanea di simmetria.

La teoria di Landau ricevette una solida conferma e acquisì un significato più profondo con l'introduzione del metodo del gruppo di rinormalizzazione di Wilson. Questo è un procedimento iterativo che consente di estrarre le caratteristiche più importanti delle transizioni di seconda specie (quelle con calore latente nullo) che mostrano proprietà di grande interesse. Vediamo a grandi linee come funziona questo algoritmo. Si parte da un modello matematico che descriva il sistema sotto esame. Non esiste un'unica ricetta per costruirlo, ne esistono in genere molte varianti. L'applicazione di una tra-

sformazione del gruppo di rinormalizzazione elimina consistentemente tutti i dettagli del modello al di sotto di una data scala di lunghezze. Si sceglie poi una scala più grande e si applica nuovamente questa trasformazione. Iterando questo procedimento emerge una struttura più generale. Modelli inizialmente diversi assumono la stessa forma. Le transizioni di fase si raggruppano in poche “classi di universalità”. Nella stessa classe si possono trovare sistemi diversissimi, ad esempio magneti al punto di Curie e sistemi liquido-vapore al punto critico. I sistemi appartenenti alla stessa classe sono descritti, in prossimità della transizione di fase, dalle stesse leggi fisiche. Ognuna di queste classi è univocamente determinata da due sole caratteristiche: dalla dimensionalità del sistema, cioè se il sistema è in due, tre o più dimensioni spaziali, e dalle proprietà di simmetria del sistema.

Nel '72 la teoria di Landau fu messa in crisi da un esperimento condotto su un sottile film di He^4 superfluido. Questo sistema si può descrivere con un campo vettoriale bidimensionale che assegna ad ogni punto del superfluido la sua velocità. Si sapeva già da qualche anno che questo sistema, in base alle sue proprietà di simmetria, non poteva subire una transizione ordine-disordine come inevitabile conseguenza di un importante teorema, dimostrato nel '66 da David Mermin e Herbert Wagner e, indipendentemente, da Pierre Hohenberg. Eppure l'esperimento del '72 mostrava il caratteristico comportamento di una transizione di fase.

Questa apparente antinomia fu superata circa un anno dopo, grazie al lavoro di Kosterlitz e Thouless, premiato con il Nobel, in cui si mostrava che i dati sperimentali potevano essere interpretati assumendo una transizione di fase di tipo nuovo. All'origine della teoria di Landau c'era la teoria dei gruppi, la disciplina matematica che studia le simmetrie. Per descrivere la nuova transizione di fase bisognava ricorrere anche a un'altra branca della matematica, la topologia, che studia in particolare le proprietà di invarianza di oggetti estesi per piccole deformazioni. L'oggetto esteso che gioca un ruolo cruciale nella transizione di fase del film di He^4 è il vortice, un campo di velocità in cui le linee di flusso sono chiuse e concentriche. Queste linee si possono deformare, ma non si possono aprire. In altri termini, il vortice è un oggetto topologicamente stabile: una volta formato può scomparire solo se si annichila con un vortice che ruota in senso contrario. Per la conservazione del momento angolare i vortici possono essere generati solo in coppia. Kosterlitz e Thouless calcolarono il valore della temperatura a cui queste coppie possono essere prodotte, trovando accordo con i dati sperimentali. Il sistema ha dunque due fasi. Quella a bassa temperatura non contiene vorti-

ci, che vengono invece liberati al di sopra della temperatura di transizione. Non c'è nessuna rottura di simmetria nel passaggio da una fase all'altra, in contrasto con le transizioni ordine-disordine. La transizione di Kosterlitz-Thouless descrive dunque un nuovo tipo di transizione, detta topologica. Nel '74 Michael Kosterlitz trovò poi il modo di scrivere le equazioni del gruppo di rinormalizzazione associate a questa nuova classe di universalità, da cui si possono estrarre facilmente le leggi fisiche che la regolano. Essa non descrive solo la transizione di fase dei film di He^4 superfluido, ma altri fenomeni apparentemente molto diversi, come la crescita dei cristalli o le transizioni di "corrugamento" (roughening) delle interfacce di separazione tra fasi differenti. Da allora altre transizioni topologiche sono state scoperte e oggi le fasi topologiche occupano un importante capitolo della Meccanica Statistica e della Meccanica Quantistica.

Molto tempo fa Eugene Wigner, uno dei padri della fisica moderna, aveva fatto notare in un suo lavoro l' "irragionevole efficacia" con cui la matematica riesce a descrivere le leggi della natura. Il ricorso alla topologia per caratterizzare queste nuove fasi della materia è un altro straordinario esempio di questa irragionevole efficacia. Michael Kosterlitz è stato uno dei principali artefici di queste scoperte, per cui sono orgoglioso di poter dire "io ho conosciuto personalmente Mike tanti anni fa".