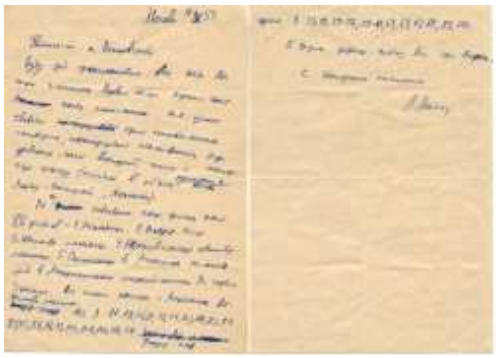
Lev Davidovich Landau 1908-1968
Nel centenario dalla nascita del grande fisico sovietico il ricordo di uno dei suoi ultimi allievi

di Lev P. Pitaevskii

Quest'anno si celebrano i cento anni dalla nascita del grande fisico sovietico Lev Davidovich Landau, nato il 22 gennaio del 1908 a Baku, attuale capitale dell'Azerbajian. Landau iniziò i suoi studi all'Università di Baku, ma dopo soltanto un anno si trasferì all'Università di Leningrado dove terminò gli studi all'età di 19 anni. Il suo primo articolo scientifico fu pubblicato quando aveva appena 18 anni. Malgrado questo inizio precoce, Landau giunse in ritardo, suo malgrado, all'appuntamento con la nascita della meccanica quantistica, la grande rivoluzione della fisica compiuta negli anni venti. I suoi maggiori contributi alla scienza riguardarono le applicazioni di questa nuova teoria a numerosi problemi concreti e credo che nessun altro lo abbia mai eguagliato in questo campo.
Tra il 1929 e il 1930, Landau trascorse un periodo all'estero, a Copenhagen con il grande scienziato Niels Bohr (che Landau considerò sempre come suo maestro), a Zurigo con Wolfgang Pauli, e infine a Cambridge con Ernest Rutherford. In quel periodo pubblicò un lavoro che gli dette subito una certa fama. Il lavoro riguardava le proprietà magnetiche degli elettroni nei metalli. Secondo la fisica classica il moto degli elettroni in un campo magnetico non avrebbe dovuto produrre effetti magnetici indotti. Usando la meccanica quantistica, Landau mostrò che essi, invece, producono un campo magnetico di segno opposto (diamagnetismo di Landau). Questa fu il suo primo contributo importante ad una nuova branca della fisica, la teoria quantistica dei sistemi a molti corpi, di cui Landau fu uno dei padri fondatori. Coerentemente con un suo caratteristico modo di procedere, Landau si spostò subito su un nuovo problema, completamente diverso. In collaborazione con Rudolf Peierls, che rimase suo amico per tutta la vita, si occupò dei limiti posti dalla teoria della relatività al processo di misura in meccanica quantistica. Tale lavoro stimolò vivaci discussioni che coinvolsero i maggiori fisici dell'epoca, incluso Bohr.
Tra il 1932 e il 1937 Landau lavorò a Kharkov, nell'attuale Ucraina. Assieme a Evgeny Lifshitz derivò l'equazione per il momento magnetico dei ferromagneti, ponendo le basi per la teoria di questo fenomeno di grande importanza pratica. Scrisse le equazioni che descrivono le collisioni in un plasma di particelle cariche, che in seguito divennero cruciali per la teoria della fusione termonucleare. Infine, sviluppò la teoria delle transizioni di fase continue, come le transizioni alla fase ferromagnetica del ferro o alla fase superfluida dell'elio liquido. Landau stabilì chiaramente il legame tra la transizione di fase e il cambiamento di simmetria del sistema introducendo il concetto di "parametro d'ordine". Innumerevoli lavori successivi si basano su questa idea.



Nel 1937 Landau fu assunto da Pyotr L. Kapitza, che aveva appena creato l'Istituto per i Problemi Fisici a Mosca. Là, nell'aprile del '38, Landau venne arrestato con l'accusa, tipica del periodo del Grande Terrore, di sabotaggio e di appartenenza ad una "organizzazione controrivoluzionaria trotzkista". Venne rilasciato un anno dopo grazie ad alcune lettere che Kapitza scrisse a Stalin e a Molotov in cui si assumeva personalmente il ruolo di garante. Landau mi confessò, in diverse occasioni, di essersi trovato in tale stato di

prostrazione in carcere che sarebbe probabilmente morto in pochi giorni se non fosse stato rilasciato.
Appena tornato al lavoro, Landau formulò la teoria della superfluidità, un fenomeno straordinario, scoperto da Kapitza nell'elio liquido alla temperatura di 2 gradi Kelvin (-271 C). Superfluidità significa capacità di fluire senza attriti e dissipazioni. Landau interpretò la viscosità di un fluido a basse temperature come l'effetto della creazione di "eccitazioni elementari" o "quasiparticelle" e mostrò che nel superfluido la loro creazione è impedita in quanto viola la conservazione dell'energia e della quantità di moto. Nel 1962 Landau fu insignito del Premio Nobel per questa teoria.
Dopo la guerra, Landau fu coinvolto in studi sulle armi nucleari. In collaborazione con I.M. Khalatnikov e N.N. Meyman, si occupò di nuovi schemi per la soluzione di equazioni differenziali non-lineari. Ebbe riconoscimenti e primi per questi lavori, ma la partecipazione a progetti militari fornì anche il pretesto ai funzionari del regime per impedirgli visite e contatti all'estero per il resto della sua vita.
Nel 1950 in collaborazione con V.L. Ginzburg sviluppò la teoria per un altro misterioso fenomeno, la superconduttività, ovvero la totale assenza di resistenza elettrica in alcuni metalli a bassa temperatura. La natura della superconduttività fu compresa solo dopo, nel 1957. Tuttavia, grazie al loro intuito, i due furono capaci di scrivere alcune equazioni che descrivevano il fenomeno. Uno studente di Landau, A.A. Abrikosov, usando quelle equazioni riuscì a predire la penetrazione dei campi magnetici nei superconduttori tramite la formazione di vortici. Abrikosov e Ginzburg ottennero il Premio Nobel nel 2003 per questa scoperta. Nel 1956 Landau formulò anche la teoria per un altro tipo di superfluido, costituito dall'isotopo ^{3}He dell'elio.

Nel 1953 Landau intraprese studi in una nuova direzione, l'elettrodinamica quantistica. La teoria spiegava con enorme successo vari fenomeni importanti, ma conteneva alcuni integrali infiniti che dovevano essere eliminati con metodi piuttosto artificiosi. Landau indagò la natura di queste difficoltà, individuando una strada per eliminarle tramite una nuova idea: il vuoto si comporta come uno schermo per l'interazione tra le cariche elettriche. L'idea aveva implicazioni complesse e sorprendenti anche per l'interazione tra protoni e neutroni nei nuclei atomici. Landau tentò di estrarne una teoria completa, che includesse il caso in cui il vuoto aumenta l'interazione tra le cariche, ma tale teoria venne sviluppata solo più tardi. Si trovò che tale forza si esercita solo tra particelle assai inusuali, i quark, che erano sconosciuti al tempo di Landau.
Landau fu un grande maestro. Molti dei suoi allievi divennero scienziati illustri. Io fui membro del suo dipartimento dal 1955 e so per esperienza che nulla può sostituire il contatto diretto con una persona così brillante. Ogni discussione con lui permetteva di accedere ad una visione profonda e originale dei fenomeni fisici. Ma forse il suo contributo maggiore alla formazione dei fisici è la collana del "Corso di Fisica Teorica" che scrisse in collaborazione con Lifshitz. L'utilità e l'importanza di questi libri non diminuisce nel tempo.
Il 7 gennaio 1962, Landau fu vittima di un incidente stradale. Sopravvisse, ma non si ristabilì mai del tutto. Non lavorò più dal giorno dell'incidente. Morì il primo aprile del 1968.