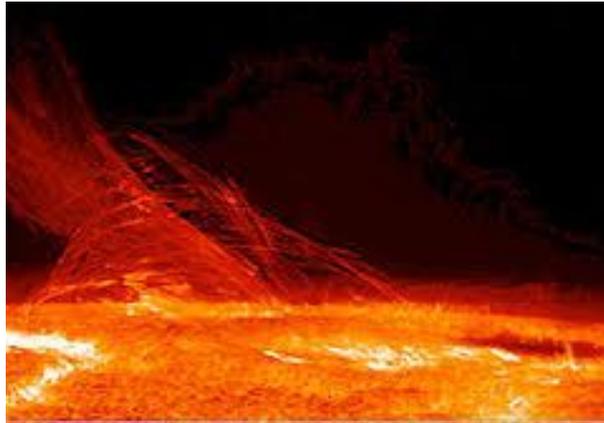


L'atomismo e Ludwig Boltzmann

seconda parte



“Thermodynamics is a funny subject. The first time you go through it, you don't understand it at all. The second time you go through it, you think you understand it, except for one or two small points. The third time you go through it, you know you don't understand it, but by that time you are so used to it, it doesn't bother you anymore.”¹ Arnold Sommerfeld², quando gli fu chiesto come mai non avesse mai scritto un libro sulla termodinamica (c.1950)

Ludwig Boltzmann nacque a Vienna nella notte a cavallo tra il martedì grasso e il mercoledì delle ceneri del 1844, così come lui stesso amava spesso ricordare per giustificare il suo carattere bipolare. Questo duplice aspetto della personalità collimava con il giudizio dei suoi contemporanei, tra i quali c'era chi lo esaltava e chi criticava il suo punto di vista. E l'alternarsi di stati di euforia a altri di depressione fu il leitmotiv della sua vita che si concluse con il suicidio durante una vacanza con la moglie e la figlia, a Duino nel 1906.

¹ *“La termodinamica è un soggetto curioso. La prima volta che ti ci addentri non lo capisci per niente. La seconda volta pensi di capirlo, a parte per uno o due dettagli. La terza volta ti rendi conto che non ci capisci nulla, ma questa volta ci sei così abituato che non te ne importa più nulla di non capire”* (cfr. Angrist, Stanley W. and Helper, Loren G. (1967). *Order and Chaos – Laws of Energy and Entropy* (pg. 215). New York: Basic Books).

² **Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld** (1868 –1951), fisico nato a Königsberg, patria di Immanuel Kant e città famosa anche per il problema dei sette ponti di Eulero. Sommerfeld contribuì al perfezionamento del modello atomico di Bohr. Fu assistente di Felix Klein, ebbe come studenti Werner Heisenberg e Wolfgang Pauli.

Una ventina d'anni prima della nascita di Boltzmann, un giovane fisico francese, **Sadi Carnot**³, aveva compiuto studi sulla macchina termica, un dispositivo che produceva meccanicamente energia sfruttando sorgenti di calore e aveva gettato le basi per la nascita di una nuova scienza, la Termodinamica, che si sviluppò negli anni corrispondenti all'adolescenza di Boltzmann, per opera dei fisici **Thompson**⁴, **Joule**⁵, **Clausius**⁶. Negli stessi anni, gli sviluppi della chimica organica e la nascita della chimica fisica avevano creato un buon supporto per il consolidarsi della teoria atomica, ma ancora mancava una prova diretta dell'esistenza degli atomi, di cui Boltzmann era convinto. Cominciò a studiare fisica all'Università di Vienna nel 1863 ed ebbe docenti prestigiosi: **Stefan**⁷, **Bunsen**⁸, **Kirchhoff**⁹, **Helmholtz**¹⁰.



Ludwig Boltzmann

³ **Sadi Carnot** (Parigi, 1796 –1832) morì di colera a 36 anni e tutti i suoi scritti furono bruciati.

⁴ **William Thomson**, conosciuto anche come **Lord Kelvin** (1824 –1907), titolo che gli fu attribuito per i suoi meriti scientifici, fu un fisico e ingegnere britannico. Dal suo nome è derivato quello della scala Kelvin della temperatura assoluta. Effettuò numerosi esperimenti sul calore e l'energia, scrivendo oltre 600 articoli e pubblicando 70 brevetti. A lui si deve una formulazione, equivalente a quella del contemporaneo Clausius, del secondo principio della termodinamica.

⁵ **James Prescott Joule** (1818 –1889) , fisico britannico, confutò l'esistenza del calórico, ossia di un fluido imponderabile responsabile degli scambi di calore e stabilì l'equivalenza tra calore e lavoro meccanico. Il Joule è l'unità di misura del lavoro, dell'energia e una delle unità di misura del calore.

⁶ **Rudolf Clausius** (1822-1888) matematico e fisico polacco, formulò un enunciato del secondo principio della termodinamica introducendo una nuova funzione, l'entropia, caratteristica dello stato di un sistema termodinamico e scrivendo una disuguaglianza per distinguere i processi reversibili da quelli irreversibili.

⁷ **Josef Stefan** (1835 –1893), fisico sloveno, scrisse la legge di irradiazione di energia di un corpo nero, successivamente verificata sperimentalmente da Boltzmann e pertanto nota come legge di Stefan-Boltzmann. Gli studi furono approfonditi da Plank e portarono alla nascita della teoria dei quanti.

⁸ **Robert Wilhelm Eberhard Bunsen** (1811 –1899), chimico e fisico tedesco. Il becco Bunsen è un bruciatore a gas utilizzato nei laboratori, ma fu inventato da Michael Faraday.

⁹ **Gustav Robert Georg Kirchhoff** (1824 – 1887) fisico e matematico tedesco, nacque a Königsberg (cfr. nota 2). Fu grande amico di Boltzmann e ottenne risultati di fondamentale importanza in molti campi della fisica.

¹⁰ **Hermann von Helmholtz** (1821-1894), medico e fisico tedesco. Nonostante le sue scarse doti mnemoniche e le sue difficoltà con le lingue, è stato uno degli scienziati più poliedrici del suo tempo. Sostenne che, così come la materia è costituita da atomi, anche l'elettricità doveva essere divisa in definite porzioni elementari, che si comportano come atomi di elettricità.

Nel 1866 iniziò il dottorato che concluse discutendo una tesi sulla teoria cinetica dei gas. Nel 1869, a soli 25 anni, era già docente di fisica matematica all'Università di Graz. Nei primi anni del 900, dopo ripetuti spostamenti da un'università all'altra, affiancò all'insegnamento della fisica la docenza in un corso di filosofia naturale, sostituendo **Ernst Mach**, uno dei maggiori esponenti di una scuola di pensiero chiamata empiriocriticismo, che in parte si rifaceva al positivismo di Comte. Mach, eminente fisico e filosofo tedesco, era convinto che le uniche conclusioni si potessero trarre dalle osservazioni legate alle percezioni sensoriali. Le opposizioni di Mach all'atomismo furono così significative da condizionare l'intera comunità scientifica che si schierò su posizioni differenti da quelle di Boltzmann, nonostante la recente scoperta da parte di un fisico britannico, **Joseph John Thomson** (1856 –1940), di una particella atomica, l'elettrone. Tra gli oppositori dell'atomismo vi fu anche il chimico tedesco **Wilhelm Ostwald** (1853-1932), per il quale la materia, e quindi gli atomi, non esistevano ed era l'energia la grandezza fondamentale dell'universo. Per Ostwald lo scienziato non doveva crearsi un'immagine del mondo, ma doveva attenersi alle sole osservazioni dei fatti, per cui gli atomi, che non erano visibili, erano solo enti immaginari. Per Boltzmann invece, le osservazioni della natura andavano inglobate in un quadro più generale frutto della mente dello scienziato che da questo doveva trarre spunto per nuovi esperimenti e nuove conclusioni, fino alla formulazione di una teoria generale.

Fine seconda parte. Continua....