

# Julius Robert von Mayer: un Medico e la Termodinamica

G. Dall'Olio

Laboratorio di Chimica clinica ed Ematologia, Ospedale "S. Bortolo", Vicenza

## Riassunto

Nel 1842 il medico tedesco Julius Robert Mayer, sulla base di osservazioni effettuate a Giava durante il suo servizio come medico di bordo su un mercantile olandese, pone le basi della teoria meccanica del calore che porterà alla enunciazione del Primo principio della Termodinamica. Singolare questo fatto se si pensa che la termodinamica era anche all'epoca prerogativa dei fisici. Bisogna però ricordare che gli studiosi che si occupavano di fisica, di chimica o di scienze naturali erano molto spesso laureati in medicina, unica laurea che all'epoca consentisse di occuparsi anche delle discipline di base.

La vita di Mayer sarà molto travagliata poiché il riconoscimento della sua opera, tuttora poco nota, avverrà dopo molte delusioni e diatribe con il mondo scientifico dell'epoca.

## Summary

**Julius Robert Mayer: the physician who discovered first law of thermodynamics.**

German physician Julius Robert Mayer in 1842, after observations made in Java where he served as a ship's surgeon of a Dutch merchant ship, established the basis of the mechanical theory of the heat that will lead to the First Law of Thermodynamics. Even in those years Thermodynamics was a field of physics but very often physicians, the only scientists who could practise the basic sciences, investigated also subjects of Physics, Chemistry and Natural Sciences.

Mayer's life was very troubled and his work, also today little known, was recognized after many disappointments and diatribes with the scientists and the professionals of the age.

Che il lavoro meccanico producesse calore era stato assunto, sulla base di rigorose misurazioni, da Benjamin Thompson (1753-1814), conte di Rumford, già nel 1798 osservando la grande quantità di calore prodotta durante la perforazione delle canne dei pezzi di artiglieria all'arsenale di Monaco. Thompson aveva collegato il calore all'energia meccanica e all'attrito: con l'attrito l'energia meccanica diminuisce trasformandosi in calore. Naturalmente non mancavano le controdeduzioni e le diverse ipotesi dei sostenitori del *calorico*. A dare un decisivo sostegno alla teoria di Thompson contribuì l'esperimento condotto nel 1799 da Humphry Davy (1778-1829): sfregando due pezzi di ghiaccio nel vuoto si assisteva alla loro rapida fusione. Il calore veniva fornito dal lavoro meccanico.

I tempi non erano però ancora maturi per una teoria meccanica del calore, bisognava arrivare ad una estensione della nozione di energia che includesse anche il calore<sup>1,2</sup>.

Solo fra il 1840 ed il 1850 si verifica nella termologia una profonda revisione concettuale che porta alla enunciazione di due leggi che costituiscono la base della termodinamica (teoria dinamica del calore).

La formulazione del Primo principio della Termodinamica: "*esiste un rapporto costante fra la quantità di lavoro speso e la quantità di calore prodotto e viceversa*" (un'estensione del principio della conservazione dell'energia meccanica) è un fatto interessante nella storia della fisica e della medicina poiché le premesse di questa scoperta erano avvenute in una situazione legata alle fortuite osservazioni di un giovane medico, con poche conoscenze di matematica e di fisica, durante l'esercizio pratico della medicina.

Nel giugno 1840 il tre alberi olandese "Java", partito da Rotterdam in febbraio, getta l'ancora nel porto di Surabaya nell'isola di Giava. Il giovane medico di bordo, Julius Robert Mayer, si trova nella necessità di praticare salassi ad alcuni marinai per una affezione pol-

monare epidemica che colpisce l'equipaggio e nel corso dell'operazione rimane impressionato dal colore rosso vivo del sangue estratto al primo paziente tanto da indurlo a pensare di avere erroneamente inciso un'arteria. Ma il colore vivo del sangue si ripresenta anche negli altri marinai, escludendo l'errore chirurgico. Anche un malato che egli è chiamato a visitare a Surabaya e che sottopone a sottrazioni sanguigne presenta la stessa colorazione del sangue venoso. Interrogati sul caso i medici residenti sull'isola, si sente con naturalezza rispondere che quello è il colore tipico del sangue degli abitanti dei tropici o di coloro che vi soggiornano per qualche tempo<sup>1,2</sup>. L'osservazione cade su un terreno fertile poiché il giovane medico durante i noiosi mesi di navigazione si era dedicato a studi e ad attente considerazioni scientifiche. Da una conversazione con il vecchio timoniere della nave che gli narrava come l'acqua del mare fosse più calda durante le tempeste, quando le onde sono alte, rispetto alle condizioni di mare calmo, iniziava a porsi problemi che legavano calore, moto e attrito: le onde battute dal vento, come egli stesso misurava, presentavano effettivamente una temperatura maggiore delle acque calme, cosa che non riusciva a spiegarsi. Ora anche il fenomeno di "fisiologia tropicale" senza apparente interpretazione scientifica attrae la sua attenzione. La ricerca di una soluzione a questi enigmi (calore di attrito e origine del calore nell'organismo vivente) lo inducono ad approfondire gli studi che lo porteranno appunto a porre le basi del Primo principio della Termodinamica.

Non sarà facile la vita di Mayer.

Nato nel 1814 a Heilbronn (Wurttemberg), dove il padre esercita la professione di farmacista, dopo i primi studi condotti con risultati mediocri, si iscrive nel 1832 alla facoltà di medicina all'Università di Tubinga dove, nei primi anni, riceve una solida preparazione in chimica da Christian Gottlieb Gmelin (1792-1860) professore di chimica e farmacia in quell'ateneo. Durante gli studi universitari segue corsi anche a Monaco ed a Vienna. Per le idee liberali propugnate dai circoli studenteschi che frequenta, viene raggiunto da un provvedimento disciplinare, cosa che lo amareggia molto ed emergono in questa occasione le prime evidenze del suo carattere ansioso e tendente alla depressione che lo farà soffrire per tutta la vita. Si laurea in medicina nel 1838 con una dissertazione sulle proprietà antielmintiche di una sostanza contenuta nel *seme santo* (*artemisia maritima*): la santonina, e subito dopo l'abilitazione alla professione conseguita a Stoccarda si dedica alla pratica medica a Heilbronn (Figura 1). Sembra che l'esercizio della medicina pratica non lo soddisfacesse pienamente: studia fisiologia e meccanica, viaggia in Svizzera ed infine chiede di entrare come medico nel servizio coloniale olandese. E' appunto questa circostanza a portarlo a Giava dove si imbatte nel problema di fisiologia che vuole a tutti i costi risolvere. Tornato a Heilbronn sposa la figlia di un ricco commerciante e diviene presto uno dei medici più apprezzati



**Figura 1.** Ritratto giovanile di Julius Robert Mayer (1814-1878).

della città<sup>1-5</sup>. Ma la soluzione "dell'enigma di Giava" lo assilla, è conscio che per venire a capo di simili questioni sono necessarie maggiori nozioni delle scienze di base, come ribadirà nel 1844: "*Chi voglia venire in chiaro su problemi fisiologici, ha bisogno di conoscere i processi fisici, se non intende affrontare le cose dalla parte della metafisica, quel che mi disgusta infinitamente*"<sup>3</sup>.

Intravede la spiegazione dei fenomeni osservati ricorrendo alla teoria enunciata da Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) nel 1777, secondo cui il calore animale è il risultato di un processo di combustione. Mayer orienta i suoi pensieri in quella direzione: se il calore animale è prodotto dalla ossidazione dei cibi, cosa accade quando il corpo produce calore e contemporaneamente anche lavoro? Dalla combustione di una stessa quantità di alimenti l'organismo animale può produrre calore e lavoro in proporzioni diverse, ma la loro somma deve rimanere costante, quindi calore e lavoro sono grandezze della stessa natura sostituibili tra loro<sup>1</sup>.

Se allora il calore animale è il risultato di un processo di combustione, il diverso colore del sangue nelle arterie e nelle vene è il segno visibile delle ossidazioni che avvengono nei tessuti. Per mantenere costante la temperatura del corpo, la produzione e l'eliminazione di calore devono essere ben regolate, naturalmente in relazione alla temperatura dell'ambiente. Ma allora sono legati alla temperatura ambientale anche la produzione di calore e i processi ossidativi: essi diminuiranno nei climi più caldi, dove differiranno meno tra loro il sangue arterioso e il venoso<sup>3</sup>. Ecco quindi perché a Giava, con clima tropicale, il colore del sangue venoso era più rosso: era necessario un minore consumo di ossigeno per mantenere la temperatura corporea rispetto alle fredde terre dell'Europa del nord.

A Heilbronn Mayer elabora questa teoria cercando di dare un fondamento fisico alle sue nuove idee, ma possiede ancora insufficienti conoscenze di base per cui la memoria che scrive sull'argomento e che invia nel giugno 1842 agli "*Annalen der Physik und Chemie*", la

rivista di Johann Christian Poggendorff (1796-1877), è piuttosto confusa e contiene alcune inesattezze: non viene pubblicata. Poggendorff neanche risponde alle lettere di Mayer che rimane molto amareggiato. Consigliato e aiutato da due amici docenti di fisica a Stoccarda e ad Heidelberg, riscrive in forma più concisa l'articolo che viene accettato dalla rivista di Justus Liebig (1803-1873) *"Annalen der Chemie und Pharmacie"* e pubblicato nel maggio 1842 con il titolo *"Osservazioni sull'energia della natura inanimata"*. Mayer scrive: *"La forza di caduta, il movimento, il calore, la luce, l'elettricità e la differenza chimica tra i corpi ponderabili costituiscono un solo oggetto sotto apparenze diverse"*. Liebig approva le sue intuizioni e deduzioni e glielo scrive anche; sembra però che in seguito il chimico di Giessen usasse nelle sue opere alcune idee di Mayer senza citarne la fonte<sup>3-5</sup>. Il lavoro non suscita tuttavia grandi entusiasmi negli ambienti scientifici dell'epoca. Nel 1844 Mayer ribadisce: *"Il movimento si trasforma in calore, in queste parole è contenuta tutta la mia teoria"*. Nel 1845 pubblica l'opuscolo *"Il movimento organico in relazione allo scambio della materia"* che ha, anche questo, poca risonanza e nel 1846 invia all'Accademia delle Scienze di Parigi un altro lavoro senza ottenere risposta. Purtroppo le tesi di Mayer mancano di rigorose conferme sperimentali, alla base rimanevano le osservazioni fatte a Giava ed i rilievi poco precisi sulla temperatura dell'acqua del mare in regime di tempesta e di calma. Nel lavoro del 1842 Mayer prospettava per la prima volta l'equivalenza tra il lavoro ( $w$ ) e il calore ( $q$ ) con la relazione:  $w=Jq$  dove  $J$  (denominato equivalente meccanico del calore) viene calcolato da Mayer in 3.56 joule/caloria (*"Il riscaldare un dato peso d'acqua da 0° a 1° corrisponde alla caduta di un eguale peso da una altezza di circa 365 metri"*). Sarà il fisico inglese James Prescott Joule (1818-1889) nel suo lavoro *"Sull'equivalente meccanico del calore"*, frutto di lunghi e precisi esperimenti, presentato alla Royal Society nel 1849, a proporre per  $J$  un valore di 4.154 joule/caloria (il valore oggi accettato è 4.184). La pubblicazione di Joule apre una sgradevole polemica fra il fisico inglese e Mayer sulla priorità della scoperta dell'equivalenza fra calore e lavoro. Mayer accampa le sue memorie del 1842, 1845 e 1846, che Joule dichiara di ignorare mentre ribadisce la validità delle sue ricerche sperimentali. Finalmente però, con questa diatriba, Mayer arriva all'attenzione degli ambienti scientifici, dividendo i ricercatori più accreditati dell'epoca: il chimico Justus Liebig di Giessen, il fisico irlandese John Tyndall (1820-1893), il chimico tedesco Christian Friedrich Schombain (1799-1868) parteggiano per Mayer, il matematico e fisico William Thomson (lord Kelvin) (1824-1907) e il medico, fisico e matematico tedesco Hermann Ludwig Helmholtz (1821-1894) appoggiano Joule. I riconoscimenti saranno lenti per Mayer e mentre Joule viene ammesso alla Royal Society nel 1850, egli non ottiene nessun riconoscimento prima del 1858.

Mayer sta attraversando un terribile momento della sua vita, il dispiacere per la disputa con Joule e la delu-



Figura 2. Julius Robert Mayer in età matura.

sione per il mancato riconoscimento, nonché la morte di due figli, comprensibilmente aggravano la sua salute mentale, già incline a sindromi depressive, a tal punto che nel maggio 1849 tenta il suicidio. Nel 1851 viene ricoverato in una casa di salute mentale dove rimane per due anni ricevendo un trattamento indegno. Il giovane medico che lo segue aveva adottato un nuovo sistema di cura a base di purghe e quando il paziente, che sfortunatamente conosce la medicina, si ribella a simile terapia non esita ad usare la camicia di forza. Finalmente uscito da simile inferno, riesce a rimettersi in forze, torna a Heilbronn dove, nel più assoluto anonimato, secondo alcuni riprende l'esercizio della professione<sup>4</sup>, secondo altri, deluso dai colleghi, si dedica solamente alla coltivazione dei suoi vigneti<sup>5</sup>. Pochissime sono le notizie su questo periodo, vive nel più assoluto riserbo, si è anche sparsa la voce che egli sia morto tanto che lo stesso Liebig, in una conferenza tenuta a Monaco nel 1858, accenna alla sua scomparsa avvenuta in un manicomio, notizia ripresa da numerosi giornali e riportata addirittura nel *Handwörterbuck* di Poggendorff e che dovrà essere corretta negli *addenda et corrigenda* a fine volume<sup>3</sup>. Nel 1869 Mayer, presente ad un congresso di scienziati tedeschi a Innsbruck, ha la grande soddisfazione di sentirsi attribuire da Helmholtz il riconoscimento delle sue scoperte (Figura 2). Sarà John Tyndall a riabilitare completamente nel 1862 lo sfortunato studioso. Mayer non è più uno sconosciuto, riceve numerosi onori, è dottore *honoris causa*, viene fatto nobile, ma partecipa a questi tardivi riconoscimenti senza entusiasmo, la sua gioia di vivere è ormai spenta. Muore di tubercolosi nel 1878 nella sua Heilbornn dove negli ultimi anni ha trovato un po' di pace e di serenità<sup>3-5</sup>.

Certamente spettano a Mayer l'argomentazione filosofica e a Joule il lavoro sperimentale che portarono alla accettazione del concetto di conservazione dell'energia. E' invece merito di Helmholtz l'aver dato a tale idea una base matematica che la indicava come un principio di validità universale e legge basilare applicabile a

tutti i fenomeni naturali<sup>1</sup>.

L'opera del Mayer, questo ancor oggi poco noto medico-fisico, viene riconosciuta e resa nota con lentezza, come ricorda l'astronomo e valente divulgatore gesuita padre Angelo Secchi (1818-1879) nella terza edizione del suo *"L'unità delle forze fisiche. Saggio di filosofia naturale"* del 1874. Il capitolo *"Cenni storici e proposta della teoria meccanica del calorico"* sintetizza con imparzialità e chiarezza la scoperta del Mayer e riassume le sue fatiche.

Alcune frasi del Secchi ben si prestano a chiuder questo lavoro: *"il medico alemanno Mayer di Helbrounn nel 1842 specolando sui fenomeni fisiologici, e sull'effetto del nutrimento sul calore animale, scoprì che vi era necessariamente una relazione determinata tra il lavoro eseguito dalla macchina animale e la quantità di calore svolto nella combustione interna. Esso per primo osò pronunziare la parola 'equivalente meccanico del calore'. Ma naturalmente le considerazioni fisiologiche male si prestavano a stabilire il valore meccanico di tale rapporto; quindi fu che senza istituire sperimenti diretti seppè tuttavia con sagacia somma trar profitto dalle proprietà termiche dei gas (...) La cifra a cui arrivò per esprimere l'equivalente di una caloria fu erronea, non per vizio di metodo, ma solo per imperfezione dei dati empirici, e il suo calcolo fatto con migliori elementi ha dato un risultato che è de' più pregiati. Esso cercò anche di verificare questa cifra (...) ma non potè istituire sperimenti diretti, che furono poi fatti*

*da Joule. Così fu da Mayer fondato il principio della trasformazione della forza, come dicesi, in calore, e viceversa (...).*

*La lettura dell'opera di Mayer (fu pubblicata in tedesco nel 1842, e tradotta ultimamente nel 1872, da M. Ferrand, solo dopo 30 anni!) ci sorprende per la fermezza con cui esso espone questo grande principio e per la sua convinzione nelle applicazioni.*

*Ma il linguaggio nuovo in materia ed idee nuove (...) la mancanza di esperimenti diretti e precisi, (...) l'inesattezza di molti dati sperimentali da lui impiegati, possono scusare i fisici che non valutarono questo lavoro quanto meritava. Ma questo seme era gettato e presto dovea produrre il suo frutto(...)"<sup>6</sup>.*

## Bibliografia

1. Moore WJ. Chimica Fisica. Padova: Piccin, 1967.
2. Galzigna L. Il gioco di Carnot. Padova: CLEUP, 1991.
3. Cappelletti V. Mayer, Julius Robert von. In: Scienziati e Tecnologi. Dalle origini al 1875. vol 2. Milano: Mondadori, 1975: 367-8.
4. GDF. Un medico scopre il primo principio della termodinamica. Sapere 1942; 178/180: 262-4.
5. Tenney SM. Julius Robert Mayer (1814-1878). N Engl J Med 1963; 268:548-50.
6. Secchi A. L'unità delle forze fisiche. Saggio di filosofia naturale. Milano: Fratelli Treves, quarta edizione, vol 1, 1885: 56-8.