Andrea Carati – Luigi Galgani

Appunti di Meccanica Razionale 1

Anno Accademico 2008–2009

Università degli Studi
di Milano

Indice

Prefazione

Dare alle stampe un nuovo libro, su un argomento come la meccanica razionale (o la meccanica classica come primo corso di fisica teorica), per il quale esistono nel mondo moltissimi manuali, e particolarmente "classici" grandiosi come quelli di Levi–Civita Amaldi, di Whittaker e di Appell (sul quale studiò Fermi), è un atto che richiede una giustificazione.

Cominciamo con il dichiarare che a nostro parere, tra i libri moderni che possono essere presi in considerazione per un corso dei primi anni universitari, ne esistono soltanto due che sono veramente eccezionali: si tratta del primo volume del classico manuale di Landau e Lifhsitz, e del libro di Arnold. Il manuale di Landau e Lifhsitz è semplicemente magnifico, e noi stessi lo conosciamo quasi a memoria. L'unica difficoltà è che, ai fini didattici, esso parte un po' troppo avanzato, prendendo le mosse dai principi variazionali, e quindi non può essere utilizzato come manuale per un primo corso. Per quanto riguarda il libro di Arnold, che si caratterizza per una utilizzazione sistematica dei metodi geometrici, esso è stato il prototipo di una nuova presentazione della meccanica classica, che ha costituito il punto di riferimento o di confronto per tutti i libri successivi. In particolare, il più anziano dei presenti autori è particolaremente affezionato a quel libro, avendone tradotto personalmente le prime cento pagine da una copia manoscritta, e avendole fatte circolare in Italia, prima ancora che apparisse il libro in Russia. Per gli studenti molto bravi non c'è più nulla da dire. Prendano il libro di Arnold e lo studino. Conosciamo studiosi affermati che nei primi corsi universitari hanno fatto proprio così, non hanno avuto alcun problema e hanno poi proseguito con grande profitto nella loro carriera scientifica.

L'esperienza didattica ci ha mostrato però che questa via, studio diretto del manuale di Landau e Lifshitz e/o del libro di Arnold, non è praticabile per una gran parte degli studenti che si incontrano nei corsi di laurea in fisica o in matematica, ed occorre una mediazione. A questo punto ci si può rivolgere a qualcuno dei manuali disponibili. Ma, francamente, ciascuno di questi manuali ha i suoi pregi e i suoi difetti, e nessuno di essi è per noi completamente soddisfacente. Il libro che qui proponiamo non pretende di essere migliore di nessuno di quelli. È semplicemente quello che corrisponde al modo di presentare le cose che l'esperienza ci ha suggerito. Se a qualcuno può essere utile, ne saremo ben lieti.

Aggiungiamo qualche parola di commento sullo stile cui ci siamo attenuti.

Nella didattica, nella situazione concreta in cui ci si trova nelle nostre università per insegnare un corso di meccanica classica al secondo anno, non si incontrano particolari problemi per quanto riguarda gli elementi di analisi matematica, perché è sufficiente conoscere le nozioni più semplici riguardanti il calcolo differenziale, e queste sono in generale note agli studenti. I problemi grossi si presentano con la geometria, per quanto riguarda ad esempio la struttura dello spazio delle fasi nell'ambito della meccanica hamiltoniana, e per quanto riguarda la teoria dei gruppi e il calcolo tensoriale, in relazione alla teoria della relatività speciale.

Qui la situazione ideale si avrebbe se gli studenti disponessero di una buona parte degli argomenti discussi in quel bellissimo libro che è il primo volume dell'opera *Geometria contemporanea* di Dubrovin, Novikov e Fomenko, che raccomandiamo vivissimamente agli studenti. Ma questa situazione è ben lungi dal verificarsi. La scelta che abbiamo compiuto è di presentare gli strumenti strettamente necessari, ed al livello più semplice possibile, man mano che se ne presentava l'occasione. In tal modo ne viene fuori una presentazione non propriamente sistematica dal punto di vista delle premesse matematiche. Si è lasciato piuttosto che i problemi stessi della meccanica, man mano che si presentavano, forzassero in qualche modo la mano allo studente, nella speranza di invogliarlo poi ad un riesame sistematico delle nozioni richieste. Nella nostra esperienza didattica concreta questo modo di procedere non ci ha deluso.

Due parole ancora sullo stile. Nei manuali si corre talvolta il rischio di dare una esposizione in qualche modo *senz'anima*, in cui, essendo l'attenzione rivolta prevalentemente alla coerenza dell'esposizione, si finisce involontariamente col nascondere il fatto che ogni proposizione ha costituito una scoperta, e l'esposizione procede in maniera un poco piatta. Non si tratta di fare della storia della fisica o della matematica, ma si tratta di avere coscienza concreta del fatto che si sta ripercorrendo, umilmente, una strada che dei grandi hanno tracciato. Bach ha trascritto Vivaldi e poi lo ha superato, e così via. Naturalmente anche in fisica o in matematica la sensazione di seguire umilmente i grandi si coglie soprattutto quando si impara a leggere i classici. Questo è detto in maniera mirabile da Maxwell nella prefazione alla prima edizione del *"Treatise"*, dove dice *"It is of great advantage to the student of any subject to read the original memoirs on that subject, for science is always most completely assimilated when it is in the nascent state."* Effettivamente, non sarebbe impensabile una presentazione che ripercorresse i passi dei classici. Qui, speriamo almeno di avere dato la sensazione, attraverso diversi spunti sparsi nel testo, che la storia della scienza non debba essere relegata a materia propria a dei tecnici, ma possa essere vissuta come storia viva.

Ringraziamenti. Desideriamo ringraziare Giacomo Rossi che, avendo seguito le lezioni di Meccanica Razionale nella primavera dell'anno 2003, è stato così gentile da dedicare una parte non trascurabile del suo tempo a trascrivere su calcolatore una prima versione manoscritta del capitolo sulle equazioni di Lagrange. Questo fatto ci ha fortemente incoraggiato a continuare la stesura di queste note.