

Conclusioni

Abbiamo visto come l'ipotesi di piccole strutture presenti nella materia risalga, in epoca scientifica, addirittura a Bernoulli. Prandtl ha poi impostato un ragionamento analogo che conduce ad una costituzione granulare della turbolenza pienamente sviluppata.

Si tratta quindi di una quantizzazione classica, si direbbe quasi *atomistica*: il fluido, sia pur senza perdere la sua continuità, quasi si frantuma in una miriade di strutture con una vita effimera che si formano vicino alle pareti per poi diffondersi e mescolarsi nel corpo delle correnti. Queste entità, come del resto gli atomi e le molecole, non sono visibili, però, senza incorrere di nuovo in una polemica analoga a quella fra Mach e Boltzmann, basta ipotizzarne l'esistenza perché alcuni fenomeni come la legge della parete e la statistica dei moduli o delle singole componenti di velocità acquistino la loro naturale e semplice spiegazione. Quindi le velocità sono distribuite secondo la legge logaritmica, le fluttuazioni seguono la statistica di Boltzmann e la distribuzione di Maxwell; questi, come abbiamo visto, sono fatti certi. Tanto è vero per esempio che le correzioni alla legge logaritmica, proposte da molti, sono trascurabili e occorrono misure più che accurate per rilevarne le differenze. Abbiamo inoltre potuto constatare che se anche la turbolenza non è isotropa i dati si accordano ancora con la (6) per la maggior parte del dominio della funzione, si discostano solo nella parte discendente della curva alle velocità più alte (Fig. 4). Il Modello dell'oscillatore clas-

sico spiega il distacco di vortici da corpi cilindrici e gli spettri della turbolenza.

Però per numeri di Reynolds critici o subcritici lo scenario cambia, la viscosità si fa sentire: ci troviamo dinanzi ad una costante della natura, una costante di quantizzazione appunto e ad una relazione analoga a quella di De Broglie. Inoltre i singoli vortici per formarsi hanno bisogno di una certa quantità di energia, un *quantum* appunto e dato che ognuno ha una sua peculiare individualità, l'introduzione di numeri interi diviene addirittura necessaria. Per spiegare il distacco dei vortici in condizioni critiche e subcritiche occorre, come abbiamo visto, il modello dell'oscillatore armonico quantizzato. I pacchetti d'onde o quasi particelle nello strato limite non possono più seguire la statistica classica di Boltzmann e Maxwell ma quella quantizzata di Bose Einstein.

Tutto ciò ha sua logica coerente interna e ci porta a considerare l'intelligenza, la semplicità ed il fascino della natura.

Non si tratta beninteso di rinunciare ai codici fluidodinamici CFD, ai supercomputers, ai clusters, alle soluzioni numeriche delle equazioni di Navier-Stokes ed ai modelli di turbolenza. Ben vengano, sia pur sotto un opportuno controllo sperimentale, per rendere più facile la soluzione di problemi tecnici complessi, senza questi mezzi oggi giorno non si potrebbe progettare.

Qui si vuol soltanto mettere in evidenza che la turbolenza è sì un fenomeno apparentemente molto compli-

cato nelle sue manifestazioni, ma in realtà semplice nei suoi concetti, interpretabile con modelli e con leggi altrettanto facili da comprendere per la mente umana che ha bisogno di sintesi più che di grandi masse di dati.¹ In ultima analisi osserviamo un comportamento statistico dei più naturali che ci fa riflettere profondamente, ci induce a contemplare le bellezze dell'universo, del suo Creatore e quindi della natura che rimane sempre, per tutti, *l'unica vera maestra*.

¹Il fatto poi che leggi analoghe governino dei mondi così distanti, ci fa riflettere sulla fisica atomica, sulle dimensioni della costante di Planck divisa per la massa (\hbar/m), che risultano identiche a quelle della viscosità cinematica e sullo spazio che forse non è il palcoscenico, uno spettatore di fenomeni, ma il protagonista.