

## Pressione atmosferica

### Leonardo non la capì: ora è facile

Roberto Vacca

Ho trovato fra vecchie carte un quaderno di matematica scritto nel 1893 da mio padre, che – allora ventunenne – era iscritto a Genova al corso di laurea in matematica. Aveva copiato pagine di Fermat sulla teoria dei numeri e di Leibniz sulla numerazione in base 2. Poi pagine di Leonardo sul volo degli uccelli (con bei disegni) e la pagina di Leonardo che trascrivo:

Leonardo da Vinci – Codice Trivulziano trascritto e annotato per cura di Luca Beltrami, Milano 1891, Dumolard editore

*“nessuno elemento essendo unito peserà dentro al suo elemento, dunque le parti dell’aria non pesano sulle inferiori parti.*

*Nessuno corpo di disforme qualità si fermerà dentro a essa essendo libero perché non essendo esso corpo della qualità dell’aria bisogna che sia più grave o più leggieri; se sia più grave cadrà in basso, se sia più lieve penetrerà in alto. Quella chosa che arà più uniformità con l’elemento che la circonda chon più tardo moto uscirà da quello e la cosa che sia più difforme con maggior impetuoso moto si dividerà da esso.*

*E quel peso de qual ciascun de 3 più levi elementi non istabilirà in se alchuna cosa fori di sua natura. ---- Quando la forza genera più veloce moto che la fuga della inresistentia aria viene detta aria a condensarsi assimilitudine delle piume premute e calcate dal peso dell’omo sonnolento. E quella chosa che cacciava l’aria trovando in essa resistentia risulta a similitudine della balla perchosa nel muro.”*

Dunque Leonardo sembrava ritenere che il peso dell’aria negli strati superiori non avesse influenza sugli strati inferiori. Non aveva determinato il peso dell’aria, né (pur avendo asceso il Monte Rosa) rilevato la diminuzione della pressione atmosferica man mano che la quota cresce. Lo fece Florin Perrier (cognato di Pascal) che salì sul Mont Ventoux con un barometro a mercurio, inventato da Torricelli nel 1644.

Dall’asserzione iniziale che *nessuno elemento essendo unito peserà dentro al suo elemento*, Leonardo avrebbe potuto anche concludere che la pressione dell’acqua è la stessa sulla superficie del mare e a grande profondità. Non lo dice, ma sorge il dubbio che non abbia sommozzato a 10 o 20 metri di profondità.

\* \* \*

Per calcolare il peso di una colonna d’aria dal livello del mare fino a tutto l’atmosfera terrestre, sommiamo tutti i pesi dei metri cubi di aria partendo dalla

densità dell'aria a livello del mare che è 1,293 kg/m<sup>3</sup>. La formula, che esprime la densità in funzione dell'altezza, è

$$\rho = 1,293 / e^{(h/8021)}$$

Un programmino per eseguire il calcolo è il seguente (in QBasic) – lo spiego meglio nel mio “Anche Tu Fisico” (ed. Garzanti) **CLEAR**

```

s = 1.293 e =
2.71828182# FOR i
= 1 TO 70000
s = s + (1.293 / (e ^ (i / 8021)))
xx = i MOD 5000
IF (xx = 0) THEN GOTO 50 ELSE 60
50 LPRINT "p"; i; " = "; s, 1 / e ^ (i / 8021), 760 * (1 / e ^ (i / 8021))
60 NEXT i
END

```

[ATTENTI: scrissi questo programma molti anni fa e funzionava su un PC che aveva il sistema operativo Windows98 e includeva MS-DOS. Andrà modificato a seconda del computer e del sistema operativo che hai.]

La tabella seguente riporta i risultati ottenuti facendo girare il programma.

Quota q sul livello del mare (in m)	Pressione della colonna aria fino alla quota q (in kg/m <sup>2</sup> )	Pressione della colonna aria sopra la quota q (in kg/m <sup>2</sup> )	Pressione alla quota q (in Bar)	Pressione alla quota q (in mm Hg)
0	0	10.369	1	760
5.000	4.812	5.557	0,535	407
10.000	7.390	2.979	0,287	218
15.000	8.773	1.596	0,153	116
20.000	9.514	855	0,082	62
25.000	9.912	457	0,044	33
30.000	10.125	184	0,017	13
35.000	10.239	130	0,012	9
40.000	10.300	69	0,006	5
45.000	10.333	36	0,003	2
50.000	10.351	18	0,001	1
55.000	10.361	8	0,0007	0,5
60.000	10.366	3	0,0002	0,15
65.000	10.369	~ 0		
70.000	10.369	~ 0		

La quarta e la quinta colonna riportano le pressioni atmosferiche alle varie quote di 5 in 5 chilometri. Sono calcoli poco accurati, basati sull'ipotesi che la temperatura dell'aria sia ovunque di zero centigradi. Non è così. Bisognerebbe introdurre nella equazione dei gas perfetti almeno le temperature più realistiche

(-20°C [253°K] a circa 5000 m.s.l.m., -40°C [233°K] a circa 10.000 m.s.l.m.) per migliorarli. Però l'approssimazione non è tanto cattiva e mostra che non c'è quasi più aria a quote superiori ai 40 km - cioè oltre la stratosfera. (Lo aveva capito Torricelli nel XVII secolo valutando in 50 miglia l'altezza dell'atmosfera). In effetti c'è ancora abbastanza aria anche oltre i 100 km di quota da frenare i satelliti artificiali in orbite basse e da cominciare a frenare gli shuttle che rientrano.