

Come fa il sale a sciogliere il ghiaccio sulle strade? Fa alzare la temperatura?

Franco Bagnoli

No, anzi, la fa abbassare... La spiegazione di questo paradosso non è facile, ma ci possiamo provare. Lo stato di "equilibrio" (ovvero che può rimanere per lungo tempo) di un materiale dipende dalla competizione tra energia e disordine, che in gergo tecnico si chiama entropia, mediato dalla temperatura. Ovvero, se immaginiamo un mondo freddo, vicino allo zero assoluto, lo stato di equilibrio di un materiale sarà dato da quello a energia più bassa. Per l'acqua, lo stato cristallino (ghiaccio). per una miscela di acqua e sale, acqua cristallizzata da una parte e sale cristallino dall'altra. Infatti, a temperature sufficientemente basse (sotto i -20 gradi), anche l'acqua salata si congela e forma ghiaccio dolce (non salato) più cristalli di ghiaccio. Ovvero: gli eschimesi possono ottenere acqua dolce facendo sciogliere il ghiaccio formatosi dall'acqua salata, ma scelgono sempre ghiaccio molto vecchio per fare la loro acqua. Non perché il ghiaccio recente sia salato, ma perché i cristalli di sale sono ancora molto dispersi. Piano piano il sale fa rifondere parte del ghiaccio e si riaggrega, affondando, lasciando ghiaccio puro.

Vediamo invece cosa succede quando alziamo la temperatura: le molecole cominciano ad agitarsi, e qualcuna di loro riesce a sganciarsi dallo stato cristallino, ma per farlo deve "perdere" dell'energia: per far fondere il ghiaccio dobbiamo fornire calore. Perché non restano nello stato di bassa energia? Perché ci sono molte più configurazioni disordinate che ordinate, e se l'agitazione termica è sufficiente, la probabilità che se ne formi una macroscopica è infinitesimale. All'interno dell'acqua liquida esistono delle strutture parziali simili a quelle del ghiaccio, che sono l'origine dell'alta viscosità di questo liquido, ma non arrivano a unirsi.

Un discorso simile vale per la miscela di acqua e sale: per quando il sale "non disturbi troppo" la struttura polare dell'acqua, essendo scomposto in ioni carichi, come abbiamo visto energeticamente preferirebbe stare da solo, così come l'acqua. Ma ci sono più configurazioni con acqua e sale mescolati che separati: si può pensare che oltre una certa temperatura quando uno ione si stacca dal cristallo non ritrova più la strada di casa. Quindi, al di sopra di - 20 gradi (e sotto gli zero gradi), vince l'entropia e il sale si mescola con l'acqua, distruggendo il suo cristallo e facendo sciogliere il ghiaccio, ma per far ciò deve assorbire energia e quindi calore: la temperatura si abbassa. Infatti, è possibile fare del gelato casalingo utilizzando una miscela frigorifera fatta con ghiaccio e sale: mettete tale miscela in una pentola grande e il latte zuccherato e insaporito in una pentola più piccola all'interno della prima (o usate sacchetti di plastica ben chiusi). Agitate (i cristalli di ghiaccio di un buon gelato devono essere piccoli) e voilà...