

Un dialogo dal libro *Caso, probabilità e complessità*

(Ediesse, 2014), anche in allegato al *Corriere della Sera* del 10 aprile 2018.

Sull' omeopatia e le fogne di Calcutta

Ipazia Non mi dica che lei crede all'omeopatia!

Mara E perché no? Mia cognata aveva un problema alla pelle, ha consultato tanti specialisti (anche costosi, diciamolo) senza venirne a capo; poi con la medicina omeopatica ha risolto.

Ipazia Un momento, a volte per medicina omeopatica si intende l' uso di prodotti ricavati da erbe, non ho alcun problema ad accettare che queste medicine possano essere efficaci. Una molecola di una sostanza è sempre una molecola, sia che provenga da un laboratorio o dalla corteccia di una pianta, il suo effetto è lo stesso; vedi il curaro che è ricavato da piante e non si può certo dire che non sia efficace.

Mara No, io intendo proprio vere medicine omeopatiche quelle ottenute con diluizioni ripetute: si prendono 10 cl di acqua e si aggiunge la "sostanza attiva", si mescola e si getta via il 90%, si aggiunge acqua fino ad avere ancora 10 cl e si ripete per un certo numero di volte (diciamo 30), quello che si ottiene è il prodotto omeopatico.

Ipazia Ma via, non può funzionare; alla fine si ottiene solo acqua. Facciamo un rapido calcolo, diciamo che nella sostanza attiva il numero di molecole sia $N \sim 10^{23}$ e questo è pure (approssimativamente) il numero di molecole d' acqua (sono importanti solo gli ordini di grandezza, un fattore dieci, in più o meno, non cambia il risultato). Dopo la prima diluizione rimarranno $\sim 10^{22}$ molecole della sostanza attiva, dopo la seconda $\sim 10^{21}$ e così via, quindi dopo 22 – 23 diluizioni avrò solo poche molecola e dopo 30 diluizioni la probabilità di avere una sola molecola della sostanza attiva è trascurabile.

Mara Questa è la solita obiezione della medicina ufficiale. Perché l'efficacia dovrebbe dipendere solo dal numero di molecole della sostanza attiva presenti e non dal fatto che la sostanza attiva ha interagito con l' acqua? Perché non accettare, almeno come ipotesi di lavoro, che le molecole d' acqua conservino un ricordo del loro contatto con la sostanza attiva?

Ipazia Anche se non sono un' esperta di chimica non ci credo, per tanti buoni motivi di semplice buon senso.

Mara Intanto mia cognata ha risolto il suo problema. E quali sarebbero questi buoni motivi?

Ipazia È un calcolo molto semplice. Mi permetta una domanda: lei berrebbe un bicchiere

d' acqua contenente molecole che sono state nelle fogne di Calcutta?

Mara Ma che schifo! certo che no.

Ipazia Cara amica ogni volta che beve un bicchiere di Evian praticamente con certezza lei ingoia molecole provenienti dalle fogne di Calcutta.

Mara È ridicolo, non è possibile.

Ipazia Certo che è possibile, anzi praticamente certo. La convinco con un calcolo facile facile. Prenda un bicchiere d' acqua e lo butti in mare, l' acqua si mescolerà per effetto delle correnti, il vento etc, aspetti un po' (diciamo due anni) e prenda di nuovo un bicchiere d' acqua dal mare. Secondo lei nel bicchiere ci saranno molecole che erano presenti nell' acqua che ha gettato in mare?

Mara Non capisco la connessione di questo esperimento mentale con le fogne di Calcutta e l' acqua minerale.

Ipazia L' acqua delle fogne (in quantità ben maggiore di un bicchiere) finisce in mare, viene dispersa, mescolata, poi (in parte) evapora e ricade sotto forma di pioggia, e questo diverse volte, alla fine qualche molecola finisce sicuramente nella sorgente dell' Evian. L' esempio del bicchiere d' acqua nel mare è del tutto simile. Allora che ne dice?

Mara Mi sembra strano che riprendendo un bicchiere d' acqua di mare si possa trovare qualche molecola dell' acqua che ho gettato due anni prima.

Ipazia Invece è praticamente sicuro che ce ne sia qualcuna.

Mara Non sono affatto convinta, mi faccia vedere questo calcolo.

Ipazia Diciamo che un bicchiere (da 10 cl) contiene $N \sim 10^{23}$ molecole d'acqua (od altro liquido). L' oceano ricopre circa due terzi della superficie terrestre, quindi, poiché il raggio terrestre è circa seimila chilometri, abbiamo che la superficie dei mari è circa $3 \times 10^{14} m^2$; gli esperti di oceanografia ci dicono che solo la parte superficiale del mare (diciamo i primi cento metri) contribuisce significativamente ai processi di mescolamento, quindi il volume d' acqua mescolata è circa $3 \times 10^{16} m^3$. In un metro cubo ci sono diecimila bicchieri da 10 cl, in tutto avrò che la parte mescolante del mare è costituita da circa 3×10^{20} bicchieri. Se il mescolamento è stato buono in ogni bicchiere avrò in media $n = N/(3 \times 10^{20})$ molecole originariamente contenute nel bicchiere, un numero significativo (diciamo dell'ordine di 100 oppure 1000, il valore preciso non è poi tanto importante). La probabilità che non ce ne sia neanche una è veramente piccola (per curiosità, questa probabilità è e^{-n} ove e è il numero di Nepero $e = 2,71828\dots$, prendendo $n = 100$ la probabilità è circa 10^{-43}). E così cara amica

lei non si preoccupa delle molecole provenienti dalle fogne di Calcutta che sicuramente ci sono nella sua Evian, però crede nel potere delle molecole che non ci sono nelle medicine omeopatiche!

Mara Un momento, il calcolo che ha fatto non mi convince del tutto, l'acqua può finire sul terreno, infiltrarsi nelle faglie, essere assorbita dalle piante.

Ipazia Certo ma la cosa non cambia poi tanto, diciamo che c'è un'incertezza di un fattore dieci, o magari cento, ma la conclusione non cambia.

Mara Pazzesco, da non crederci, e tutto perché il numero di molecole in un bicchiere è così esageratamente elevato, giusto?

Ipazia Esatto: ci sono più molecole in un bicchiere che bicchieri nel mare! Se N fosse stato grande ma non esagerato (diciamo "solo" 10^{15}) sarebbe stato diverso. Ma gli atomi sono proprio tanti e questo ha conseguenze apparentemente incredibili, ad esempio noi ci scambiamo gli atomi.

Mara Come sarebbe a dire che ci scambiamo gli atomi?

Ipazia Gli atomi, anche quelli che costituiscono i corpi solidi, non rimangono affatto fermi, migrano da un fiore ad una farfalla e così via. Non è un segreto.

Mara Non sarà un segreto per lei, io non ho studiato chimica o fisica e questa cosa mi stupisce.

Ipazia Ne parla anche Primo Levi nel suo bellissimo libro *Il sistema periodico*. Nel racconto dedicato al carbonio descrive i vari passaggi di un atomo da un fiore ad un falco, poi in una bottiglia di vino etc

Il numero di atomi è tanto grande che se ne troverebbe sempre uno la cui storia coincida con una qualsiasi storia inventata a capriccio. Potrei raccontare storie a non finire, di atomi di carbonio che si fanno colore o profumo nei fiori; di altri che, da alghe minute a piccoli crostacei, a pesci via via più grossi, ritornano anidride carbonica del mare, in un perpetuo girotondo...

Possiamo dire che, in un certo senso, tutti noi siamo delle reincarnazioni: in ognuno di noi si sono atomi che hanno fatto parte del corpo di Archimede e di Socrate, e questo magari può far piacere, ma anche atomi di Caligola e Nerone. È lo stesso meccanismo dell'acqua delle fogne di Calcutta: ci sono più atomi in singolo corpo umano di quanti essere umani siano esistiti fino ad ora.