



Claudio Della Volpe
UNITN, SCI, ASPO-ITALIA
claudio.dellavolpe@unitn.it

UN MESSAGGIO PER I CHIMICI DELLE NUOVE GENERAZIONI

Tempo fa, scrivendo un post sui PFAS, ho scoperto una serie di dati statistici sorprendenti e che meritano una riflessione alla luce delle loro conseguenze. Nei database delle strutture chimiche sono elencate un numero di strutture (scoperte o sintetizzate) fra 100 e 200 milioni; in questi stessi database si ritrovano oltre ventuno milioni di molecole fluorurate e un numero molto elevato di queste strutture è definibile come PFAS (Fig. 1); esiste, infatti, una posizione OECD (che potete ritrovare **qui**) che definisce i PFAS in modo formale e che arriva a stimarli in oltre 7 milioni!

Di questo enorme numero solo una piccola percentuale, inferiore allo 0,5%, entra negli elenchi di sostanze la cui analisi è in qualche modo richiesta, verificata o controllata, e, di solito si stima il numero di PFAS esistenti attorno a 4.000.

Sorge allora spontanea una domanda: perché sul totale delle molecole conosciute c'è un così alto numero di molecole fluorurate e perché una percentuale di quasi un terzo di tutte quelle conosciute è attribuibile a questa classe di molecole così potenzialmente pericolose?

La quasi totalità di queste sono molecole di sintesi, non si trovano in Natura facilmente. In natura il fluoro si trova soprattutto sotto forma di fluoruri inorganici, mentre il numero di sostanze organofluorurate è estremamente ridotto.

Il numero di composti organofluorurati naturali non è un dato facile da stimare, ma nel 2005 la stima **era di alcune decine di composti!** mentre su *Nature* del 2012 con riferimento ad un **lavoro del 1994** il numero era stimato a 12; occorre anche dire che, invece, fra i composti inorganici che contengono alogeni il fluoro è

maggioranza: la cosa ha senso perché come sappiamo bene il legame C-F è il legame più forte fra i legami carbonio-alogeno; ne segue che non conosciamo o conosciamo pochissimi esempi di enzimi capaci di rompere questo legame e, dunque, di metabolizzare i composti organofluorurati, i quali tendono ad accumularsi in biosfera. Al contrario noi umani abbiamo un'altissima percentuale di composti organofluorurati sintetici (*PubMed*). Perché questo avviene? Questo succede proprio perché i composti organofluorurati sono "stabili", non avendo vie metaboliche o naturali di degradazione e, quindi, sono più efficaci come antibiotici, come farmaci in genere, come pesticidi e così via; i composti perfluorurati sembrano una manna dal cielo. La loro rarità fa sì che i sistemi biologici siano "indifesi" rispetto alla loro azione, qualunque essa sia. Ma basta introdurre in catena degli eteroatomi perché questo possa indurre un potenziale attacco e, dunque, l'inizio di una lenta degradazione, che non impedisce però l'accumulo. L'effetto cresce al crescere della quota di catena perfluorurata. La superattività dei composti fluorurati dovuta a questa stabilità la paghiamo come accumulo lungo la catena metabolica della biosfera. Questo dovrebbe portarci a rinunciare a questo tipo di composti se non per rare applicazioni e certo non ha senso che quei composti siano presenti in così gran numero nella nostra tecnologia. Il primo passo è di emettere un *warning* rivolto non solo ai chimici che sintetizzano nuove molecole, ma anche agli studenti di chimica: nel nostro futuro *non* dovrà trovare spazio la sintesi di molecole come queste, così potenzialmente pericolose, un messaggio che purtroppo generazioni di chimici non hanno ricevuto o compreso.

Le nuove molecole che sintetizzeremo ed immetteremo in ambiente dovranno rispettarlo e dovranno poter essere degradate facilmente dai sistemi enzimatici degli organismi viventi o, comunque, dovranno poter essere intercettate e rese innocue, se proprio fossero necessarie. Certo non dovremo mai più trovarci in una situazione come la presente: migliaia di diverse molecole stabili e potenzialmente nocive sono entrate nei cicli naturali compresa l'acqua e vi rimarranno per millenni con costi ambientali ed umani enormi.

