



# HIGHLIGHTS TECNOLOGIE INNOVATIVE

a cura di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica organica - Università di Milano, pierfausto.seneci@unimi.it

Da bambino mi sentivo portato per le scienze, piuttosto che per le discipline umanistiche. Fra le “esperienze” ricordo lo stupore provato nell’osservare mio padre prima, e nel ripetere io poi, l’“elettrificazione” di un frammento di carta, strofinandolo con una biro, così da sollevarlo con la stessa penna: mi fu spiegato che si trattava di elettricità statica, che provocava l’insorgenza di cariche sui due materiali sfregati, e mi sentii sicuro della spiegazione quando “presi la scossa” dando la mano a qualcuno, o toccando un materiale e scaricando l’elettricità statica accumulata.

Queste certezze, risalenti a Talete di Mileto e a 2600 anni fa, si sono dissolte leggendo alcuni recenti articoli sull’elettrificazione da contatto - EC -, che parlano pure di chimica.

Ne tratterò iniziando dall’ultimo consultato, più datato, per finire con il primo capitato a tiro: la *consecutio temporum* mia è sacrificata in favore di quella degli autori.

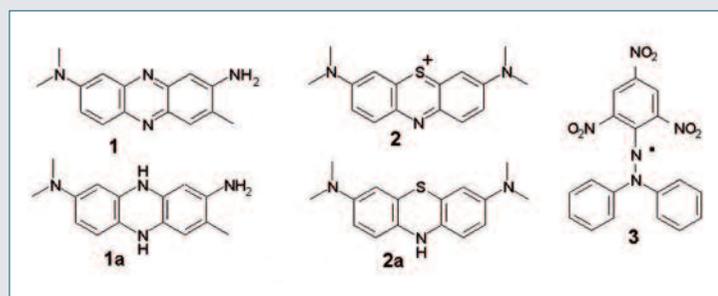
In un lavoro apparso su *Science* (H.T. Baytekin *et al.*, 2011, **333**, 308), dei ricercatori accademici dell’Illinois hanno sfatato la teoria “monolitica” del materiale sfregato che prende carica uniforme positiva - ad esempio carta o seta - cedendo nel contempo elettroni - e carica negativa - all’ambra per Talete (da cui il nome di elettricità, poiché ambra in greco si dice *elektron*...), o alla biro di plastica nel mio caso. Gli autori citano discussioni dei passati decenni, in cui questo modello già era stato messo in discussione; e presentano dati convincenti, basati su nanotecnologie analitiche, a sostegno di una teoria di “mosaici di carica” nell’EC.

In sostanza, due materiali non si caricano uniformemente e con segno opposto, ma piuttosto si caricano ognuno sia positivamente che negativamente a mosaico, con zone nano-zone confinanti a forte carica netta positiva o negativa, a dare cariche totali molto più ridotte dei picchi raggiunti nelle nanoaree cariche. Questa teoria è dimostrata attraverso microscopia ad alta risoluzione a forza Kelvin - KFM -, spettroscopia confocale Raman - CRS - e spettroscopia fotoelettronica a raggi X - XPS: gli autori evidenziano queste microaree cariche e ne dimostrano lo “scaricamento” in maniera omogenea per contatto, mantenendo nanostrutture a mosaico sempre meno intensamente cariche. Più intrigante è la dimostrazione di un trasferimento di materiale fra le superfici, sempre su nanoscala: sfregando polidimetilsilossano - PDMS - con politetrafluoroetilene - PTFE - osservano nello spettro superficiale XPS del PDMS la comparsa di segnali dovuti al fluoro e in quello del PTFE la comparsa di segnali del silicio. Terminano dicendo “*in reality, it is the nanostructure of the material’s surface and the fluctuation in this structure that determine the macroscopically observed charging trends*”.

Nel 2012 due seguiti, da parte degli stessi autori. Su *Angewandte* (H.T. Baytekin *et al.*, **51**, 4843) si conferma quanto già mostrato, determinando la proporzionalità fra la quantità di materiale trasferito e

la “morbidezza” dello stesso: polivinilcloruro - PVC - e PDMS scambiano più intensamente del più duro polistirene - PS. Inoltre, si riporta - nel caso di biglie di PTFE agitate-sfregate in un recipiente di PS - l’inversione di polarità da una carica iniziale negativa-PFTE/positiva-PS ad una invertita, appunto, con tempi di inversione proporzionali al numero di biglie *n* di PTFE: il dato è giustificato dall’iniziale carica distribuita a mosaico, per poi avere materiale negativo-PFTE che si trasferisce sulle pareti del recipiente di PS e del materiale positivo-PS che si deposita sulle biglie, fino addirittura ad invertire la polarità dei due materiali. Ovviamente, più sono le biglie di PTFE e più è veloce l’inversione; e più è “morbido” il materiale, più ne viene trasferito sul più duro.

Per finire, si parla di chimica su *JACS* (B. Baytekin *et al.*, **134**, 7223). A tal proposito, consideriamo i coloranti *neutral red* (rosso neutro?) e blu di metilene, e il *radical scavenger* DPPH, mostrati in Figura rispettivamente con i numeri **1**, **2** e **3**.



I due coloranti esistono in forma colorata appunto - rossa e blu, **1** e **2** - ed in forma incolore-ridotta-leuco **1a** e **2a** (Figura). Esponendo due soluzioni dei coloranti a materiali carichi positivamente o negativamente, si osserva un loro scolorimento non nelle condizioni previste per reazioni redox, a formare i leuco derivati **1a** e **2a**, ma piuttosto in dipendenza di una reazione radicalica promossa dall’innalzamento del pH. A conferma di ciò, una miscela di **1** e **2** viene scolorita in egual misura da materiali carichi positivamente e negativamente; non viene riossidata-colorata insufflando l’ossidante ossigeno nella soluzione; non viene scolorata da materiali “caricati” non meccanicamente/con una *ionic gun* (pistola ionica?); e soprattutto, viene scolorata usando materiali compressi-sfregati senza accumulo di carica. Per confermare vieppiù il meccanismo radicalico, una soluzione di colore scuro in acetonitrile dello scavenger radicalico **3** è stata trattata con materiali sfregati a carica positiva o negativa; in ogni caso la soluzione si schiarisce, ad indicare il quenching di **3** da parte di cosiddetti “meccano-radicali” rilasciati dai materiali sfregati.

A seguire gli autori promettono sviluppi per questa chimica radicalica di superficie, dipendente solo da uno sfregamento dei materiali per promuovere trasformazioni in condizioni e con meccanismi di reazioni controllate: staremo a vedere...