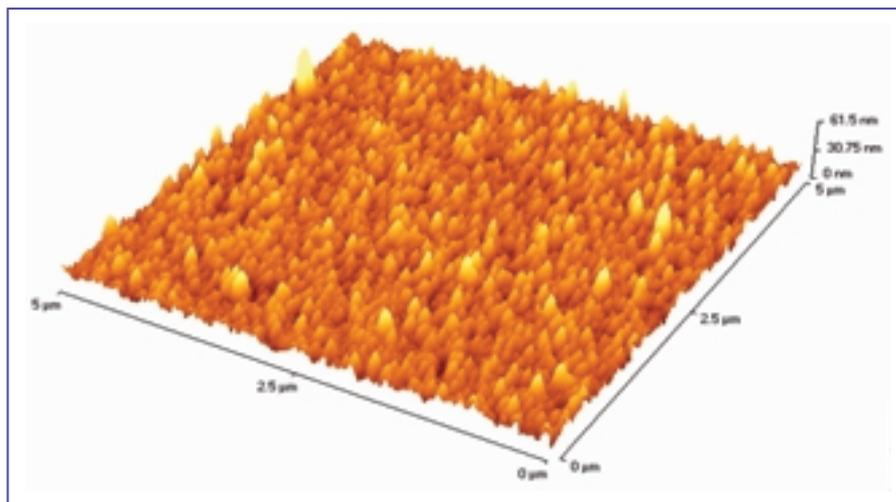


# Il ruolo della scienza dei colloidi e delle interfaci nelle tecniche di formulazione

di Piero Baglioni, Massimo Bonini

*Per parlare del ruolo che potrebbe avere, o forse sarebbe meglio dire dovrebbe avere, la scienza dei colloidi e delle interfaci nelle tecniche di formulazione probabilmente non sarebbe sufficiente un intero volume. In questo contributo ci limiteremo quindi a tracciare una sorta di mappa molto generica che possa aiutare il mondo accademico ad intuire la vastità degli interessi scientifici ed economici mossi da questo settore ed il mondo industriale a valutare quale possa essere il contributo "dell'accademia" nei processi di sviluppo e ricerca.*



*Immagine AFM (Atomic Force Microscopy) di una superficie ottenuta mediante flame spraying di una sospensione colloidale di nanoparticelle. La dimensione media dei nanocluster è di circa 50 nm*

Com'è stato giustamente sottolineato in un contributo apparso su questa stessa rivista [1], per preparare una specialità chimica non è quasi mai sufficiente individuare la corretta composizione della specialità, ossia la formulazione, ma è necessario anche utilizzare le giuste tecnologie per unire i componenti, in modo che questi riescano ad esplicare la loro funzione in modo ottimale. Nei casi più "fortunati" (benzine, lubrificanti ecc.) le difficoltà si limitano alla scelta degli additivi ed al loro dosaggio. In queste situazioni il contributo che la scienza dei colloidi può fornire è di tipo fondamentalmente sintetico e predittivo: da una parte sussiste la possibilità di preparare molecole nuove sempre più "ad hoc" rispetto al compito cui devono assolvere, dall'altra c'è la necessità di conoscere a priori le proprietà di una specialità, risparmiando così sia in termini di tempo sia di risorse sulla fase di "trial and error", che ha invece costituito per anni (ed in parte è ancora così) la fase più dispendiosa del processo di formulazione.

P. Baglioni, M. Bonini, Dipartimento di Chimica e CSGI - Università di Firenze.  
piero.baglioni@unifi.it

## Le problematiche industriali

### Industria delle vernici

Nella maggior parte delle realtà, però, la situazione è ben più complicata. Un caso da questo punto di vista esemplificativo è rappresentato dal processo di formulazione nell'industria delle vernici. La necessità di ottenere prodotti sempre più compatibili con l'ambiente e di seguire tempestivamente le innovazioni nel campo delle metodologie d'applicazione e dei materiali su cui applicare le vernici costringono infatti questo settore a muoversi costantemente alla ricerca di prodotti e tecniche competitive.

In questo contesto le conoscenze formulative delle emulsioni sono indispensabili ai fini della realizzazione del prodotto desiderato [2]. Un esempio lampante è la rapidità e l'efficienza con cui le industrie americana ed anglosassone hanno saputo realizzare vernici a solvente acquoso, fattore che ha permesso a tali industrie di acquisire la posizione di leader a livello mondiale.

Un esempio, questo, che indica come il contributo del mondo accademico non debba limitarsi a "consulenze" sporadi-

che, ma debba essere inquadrato maggiormente nell'ambito di progetti comuni. I riflessi che potrebbero avere sul mondo dell'industria certe recenti pubblicazioni scientifiche sono infatti tutt'altro che trascurabili: rimanendo nel campo delle emulsioni, basti pensare a quale impatto abbia avuto in passato l'introduzione della polimerizzazione in mini-emulsioni [3] in luogo di emulsioni convenzionali, e di quali siano le potenzialità della polimerizzazione in microemulsioni [4]. Il discorso fatto per il settore delle vernici può essere esteso a settori altrettanto significativi, quali l'industria degli adesivi, della detergenza e degli inchiostri, solamente per citarne alcuni. Un altro settore in cui le competenze di formulazione risultano determinanti è sicuramente quello dei materiali per l'edilizia. In particolare l'industria del cemento è attualmente uno dei pochi settori in cui l'Italia è leader a livello mondiale, grazie anche alla competitività delle formulazioni utilizzate.

In questo senso crediamo che non siano da considerare ininfluenti le collaborazioni in essere tra l'università e questo settore industriale, anche alla luce dei risultati ottenuti [5, 6].

### Industria farmaceutica

In altri settori industriali che formalmente non sono riconducibili all'industria chimica, ma in cui quest'ultima gioca un ruolo determinante nel fornire gli additivi (industria della gomma, del tessile, della carta o del cuoio), il contributo che il mondo accademico può fornire è di fondamentale importanza [7, 8]. In questo senso, il caso dell'industria farmaceutica può essere preso ad esempio.

Nel corso degli ultimi anni la farmaceutica sta sempre più attingendo dalla scienza dei colloidali. Allo stato attuale i sistemi di *Drug Delivery* che vengono maggiormente sviluppati sono i liposomi ed i cosiddetti Sedds (sistemi di drug delivery auto emulsionanti), cioè sistemi tipicamente colloidali. In questa direzione, il patrimonio di conoscenze che la scienza dei colloidali può fornire all'industria è veramente notevole, sia in termini di sistemi la cui caratterizzazione è ben nota, sia soprattutto di tecniche disponibili per la preparazione e la caratterizzazione di sistemi di nuova ideazione.

### Il ruolo delle nanotecnologie

Fino ad ora abbiamo visto come la scienza dei colloidali e delle superfici "classica" possa avere un impatto determinante nei processi e nelle tecniche di formulazione. In realtà lo scenario scientifico negli ultimi anni è completamente cambiato e, anche se questo comincia soltanto adesso a riflettersi sul panorama industriale italiano, l'avvento delle nanotecnologie inevitabilmente porterà ad un cambiamento radicale anche dei processi produttivi e formulativi. La produzione di qualunque materiale funzionale prevede "classicamente" un approccio di tipo *top-down*: partendo dalle materie prime, mediante opportune lavorazioni, vengono realizzati oggetti di forma, dimensioni e comportamento voluto. Oggi invece abbiamo i mezzi per sintetizzare e controllare dispositivi di dimensioni molecolari e per costruire sistemi supramolecolari organizzati. Questo significa invertire il punto di vista e passare ad un tipo di approccio *bottom-up*, cioè il tipico approccio "nanotecnologico".

A livello industriale le nanotecnologie si configurano quindi come una rivoluzione in termini di tipologia dei prodotti e dei metodi produttivi. Questo inevitabilmente si rifletterà anche nei processi e nelle tecniche formulative, andando a cambia-

re progressivamente lo scenario che abbiamo descritto. Traducendo il tutto in termini monetari, in pratica le industrie vincenti saranno quelle che controlleranno la tecnologia realizzativa di questi dispositivi. Inizialmente abbiamo parlato dei lubrificanti come di un caso "fortunato". In realtà in questo settore la possibilità di preparare nanomateriali di composizione e dimensione desiderate [9] ha aperto nuove prospettive: il contributo che le nanotecnologie stanno fornendo alla scienza ed all'industria della lubrificazione non si limita al tentativo di ottimizzare i processi produttivi per così dire "convenzionali", ma si sta sempre più dimostrando come la chiave per il raggiungimento di quelle capacità produttive che sono, con sempre maggiore insistenza, richieste dal livello tecnologico delle applicazioni di ultima generazione.

Non a caso il numero di pubblicazioni scientifiche riguardanti la cosiddetta "nano-tribologia" è in continuo aumento. In particolare, la sintesi di nanoparticelle capaci di adsorbirsi sulle superfici da lubrificare e la successiva dispersione in oli lubrificanti fa sì che si produca una sorta di rivestimento "soffice" che è caratterizzato da una bassa stabilità nei confronti degli stress di taglio, riducendo così gli stress di contatto tra le due superfici da lubrificare [10].

L'industria della lubrificazione non è però l'unica in cui già si riflette lo sviluppo delle nanotecnologie. La capacità di produrre nanopolveri in quantità notevoli ed a costi contenuti [11, 12] ha aperto nuove prospettive anche all'industria dei catalizzatori. I materiali convenzionali hanno grani di dimensioni che spaziano dai micron ad alcuni millimetri, contenendo quindi miliardi d'atomi ognuno; grani di dimensioni nanometriche contengono invece circa 900 atomi. Dal punto di vista dello sviluppo superficiale, una particella sferica con raggio di 1 micron ha una superficie di due ordini di grandezza inferiore alla stessa quantità di materiale suddiviso in sfere da 10 nm. Appare quindi evidente come tutti quei settori industriali che trattano fenomeni che avvengono all'interfaccia, come appunto quelli catalitici, siano destinati ad essere investiti da questa rivoluzione. Nell'immagine proposta in apertura è riportata una superficie nanostrutturata ottenuta mediante flame spraying di una sospensione colloidale di nanoparticelle; una superficie di questo tipo possiede proprietà catalitiche che non possono essere raggiunte dai materiali tradizionali.

### Conclusioni

Le applicazioni in cui l'industria delle formulazioni dovrà adattarsi a questa nuova realtà sono troppo numerose per essere elencate in questo contributo; sarebbe probabilmente più semplice individuare quelle poche aree che non verranno influenzate. È importante sottolineare che la corsa verso la creazione di questa nuova industria è in pieno svolgimento, come dimostrano gli investimenti operati in questo settore dagli Stati Uniti e dal Giappone. Alla luce di quanto detto finora, appare evidente come il contributo della scienza dei colloidali nei confronti della chimica delle formulazioni è destinato a crescere: da un lato deve infatti essere in grado di interfacciarsi con l'industria nella soluzione delle problematiche scientifiche, dall'altro deve anche in un certo qual modo guidare l'industria in questa delicata fase di transizione. Non c'è dubbio, infatti, che le nazioni che sapranno muoversi più rapidamente e con più convinzione verso le nanotecnologie acquireranno una posizione di predominio industriale. In questo senso la situazione attuale italiana non è certo tranquillizzante, soprattutto tenendo conto che un divario tecnologico in questa fase sarebbe irrecuperabile una volta che le posizioni industriali si fossero consolidate. Purtroppo l'industria nazionale non sembra capire appieno la portata del cambiamento in atto, a differenza invece di quanto avviene altrove.

### Bibliografia

- [1] F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2000, **82**(7), 721.
- [2] P. Baglioni *et al.*, *ibid.*, 743.
- [3] P.L. Tang *et al.*, ACS Symposium Series, 1992, **492**, 72.
- [4] N. Moumen *et al.*, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 1999, **151**, 409.
- [5] F. Ridi *et al.*, *Journal of Physical Chemistry B*, 2003, **107**, 1056.
- [6] A. Damasceni *et al.*, *Journal of Physical Chemistry B*, 2002, **106**, 11572.
- [7] P. Lo Nostro *et al.*, *Journal of Applied Polymer Science*, 2003, **88**, 706.
- [8] R. Giorgi *et al.*, *Langmuir*, 2002, **18**, 8198.
- [9] P. Baglioni, M. Bonini, *Chimica e Industria*, 2002, **83**(1), 43.
- [10] E. Uhlmann *et al.*, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2002, **252**, 336.
- [11] EP 1134302A1, 2000.
- [12] M. Bonini *et al.*, *Journal of Physical Chemistry B*, 2002, **106**, 6178.