

# La chimica in cucina: emulsioni, sospensioni, gel

PATRIZIA DALL'ANTONIA  
Istituto Tecnico Industriale "A. Volta"  
Trieste  
*patriziadallantonia@libero.it*

NADIA GASPARINETTI  
Scuola Media dell'Istituto Comprensivo "Divisione Julia"  
Trieste  
*fulerene@libero.it*

## SUNTO

*La cucina è il primo laboratorio di chimica e non è un caso che spesso i chimici siano ottimi cuochi. Una schiuma soffice, una gelatina, la giusta scelta della temperatura o del recipiente di cottura si basano su fenomeni chimico-fisici che, se osservati con consapevolezza, rendono migliori i cibi e "scientificamente competente" chi li cucina. Partendo da attività tipicamente culinarie, le autrici suggeriscono degli spunti da sviluppare in unità di apprendimento di chimica per lo studio degli stati dispersi: emulsioni, schiume, transizioni sol/gel, ecc. Data la vastità degli argomenti, esse hanno scelto di focalizzare le attività soprattutto su applicazioni nei glucidi e dei protidi. Una parte finale riguarda esempi di "chimica in un uovo" e di "cucina molecolare".*

## PAROLE CHIAVE

CUCINA MOLECOLARE / MOLECULAR COOKING; EMULSIONE - EMULSIONANTE / EMULSION - EMULSIFYING FACTOR; GLUCIDE / CARBOHYDRATE; PROTIDE / PROTEIN; STATO DISPERSO / DISPERSE PHASE; TRANSIZIONE SOL - GEL / SOL - GEL TRANSITION; CHIMICA / CHEMISTRY

## 1. PREMESSA

Questo contributo nasce dall'esperienza fatta in occasione del laboratorio didattico promosso dal CIRD per l'a.s. 2009/2010 dal titolo "La chimica in cucina". Le relatrici del corso hanno avuto modo di lavorare con colleghi provenienti da scuole di diverso ordine e grado. Da questa collaborazione sono nate tante idee e attività

attorno alle linee guida preparate inizialmente. Quanto segue è solo una parte del lavoro svolto insieme e riguarda, in particolare, gli stati dispersi.

È necessaria solo qualche premessa: prima di intraprendere un qualsiasi percorso scientifico all'interno della chimica nella cucina, è essenziale essere consapevoli che fondamentalmente esistono due realtà di cui dover tener sempre conto; una è la composizione dei cibi (principi alimentari), l'altra è come i cibi vengono elaborati e preparati tramite cottura e di conseguenza come si trasformano i principi alimentari. Vedremo come la chimica abbia avuto un ruolo determinante nell'isolare i principi attivi e nel definirne le reazioni salienti, sfruttandoli poi industrialmente e riproducendoli a volte artificialmente.

In questo articolo ci occuperemo di proteine e glucidi, che compaiono negli organismi viventi per la maggior parte sotto forma di lunghe catene<sup>1</sup>. In una carrellata di esempi in cucina<sup>2</sup>, ne studieremo i comportamenti in base alla struttura, osservando come lo srotolamento (denaturazione) della catena proteica ed eventualmente il suo riarrangiamento, magari con l'aiuto di qualche altra molecola o ione, porti alla formazione di stati dispersi (gel, schiume, emulsioni... )<sup>3</sup> e come le catene polisaccaridiche siano influenzate dalla temperatura nella transizione sol/gel.

## 2. BRODI E GELATINE

Il termine “gelatina” assume in cucina vari significati: è una pietanza che si prepara facendo raffreddare un brodo ristretto ottenuto bollendo a lungo pezzi di carne e ossi di bovini, con aggiunta di erbe aromatiche; è anche una preparazione dolce ai vari sapori di frutta; oppure si tratta di fogli trasparenti (colla di pesce) o granuli che vanno opportunamente sciolti e aggiunti a liquidi che poi solidificheranno per dare bavaresi, aspic di frutta o salati ecc. In comune c'è il fatto che, mediante raffreddamento, si ottiene un composto più o meno solido, simile a un budino.

---

<sup>1</sup> MORRISON, BOYD, 1970.

<sup>2</sup> THIS, 2008.

<sup>3</sup> NICOLETTI, 2008.

Vediamo di fare un po' di chiarezza: cosa c'è nella carne che passa al brodo e che a sua volta può solidificare come un budino? Forse un po' di storia ci può aiutare.

Sappiamo che già i Romani e gli Egiziani usavano una colla preparata cuocendo a lungo in acqua carne e ossi di animali, proprio come la nostra "gelatina". Sofferamoci sui componenti della carne: vi sono catene proteiche, grassi, glucidi sotto forma di glicogeno (materiale di riserva energetica, come l'amido per le piante), creatina, fosfocreatina, AMP (acido adenosinmonofosforico) che sono composti intermedi del metabolismo energetico<sup>4</sup>.

Vediamo ora cosa succede quando la carne viene bollita in acqua: a 100°C avvengono parecchie reazioni tra queste sostanze in parte disciolte, sospese, etc. Si formano nuove sostanze derivanti principalmente dalla reazione tra amminoacidi e glucidi. Le catene proteiche con la cottura si denaturano, alcune passano in acqua e subiscono l'idrolisi spezzandosi in catene più piccole (peptoni, peptidi) che restano in soluzione. A essi è imputabile in gran parte il sapore del brodo. In particolare vi sono alcuni amminoacidi che rendono particolarmente sapido il brodo, uno di questi è l'acido glutammico ed è per questo che nell'attuale dado da brodo esso è il massimo componente, sotto forma di glutammato di sodio. Esso in particolare impartisce quello che negli ultimi anni è definito il "quinto sapore", l'UMAMI (che si unisce ai quattro classici: salato, dolce, amaro, acido)<sup>5</sup>.

Lo stinco è il pezzo che riesce a dare al brodo il maggior numero di amminoacidi sapidi e di peptidi piccoli (i peptidi grandi danno un gusto cattivo, essi si formano se la cottura avviene nella pentola a pressione, è per questo che la si sconsiglia per la preparazione del brodo), esso in particolare è ricco di collagene, dal gusto particolarmente gradevole e ricco di altre proprietà. Anche gli ossi, ricchi di cartilagini e tendini che contengono molto collagene, sono adatti per un buon brodo e per ottenerne la gelatina.

---

<sup>4</sup> BRESSANINI, 2008.

<sup>5</sup> PAPI, 2002.

Il “collagene” è una proteina che forma fibre, cioè lunghi filamenti (è quindi una proteina fibrosa). La catena proteica è formata da una sequenza ripetuta di tre amminoacidi: la glicina è sempre presente, mentre gli altri due variano a seconda dell'animale. Tre catene si avvolgono poi a elica mediante legami idrogeno. Le fibre così formate si possono unire ancora ad altre e questo accade negli esseri viventi con il passare degli anni: ecco perché occorre cuocere di più la carne di animali vecchi. Quando il collagene è messo in acqua e poi scaldato le catene si allontanano pian piano tra loro: prima l'acqua entra nell'elica gonfiando la struttura, questa poi con il calore si disgrega con l'allontanamento delle tre catene (denaturazione con il calore) che galleggiano nel liquido. Durante il raffreddamento le molecole pian piano si muovono sempre meno e iniziano a riunirsi nuovamente, ma ora intrappolano l'acqua o il liquido che le contiene (latte, zucchero, uova per i dolci o brodo per il salato) sempre con i legami idrogeno. Si forma così il gel. Aumentando la temperatura (intorno ai 35°C, temperatura corporea) la struttura si rompe diventando nuovamente liquida: ecco perché le gelatine “si sciolgono in bocca”.

I fogli di gelatina “colla di pesce” devono il nome alle proprietà di gelificare e al fatto che venivano preparati dalla vescica natatoria dei pesci. Ora si preparano da parti di maiale, estraendo la gelatina con acqua calda, acidi o basi; questa sarà poi filtrata, sterilizzata ed essiccata. I fogli in commercio sono tarati in modo da gelificare tutti una stessa quantità d'acqua (in genere sei fogli per 500 ml d'acqua o liquido). Da ricordare di mettere i fogli in acqua fredda per qualche minuto prima di utilizzarli per favorire il rigonfiamento delle fibre. Ancora, il raffreddamento sarà poi lento, per permettere la formazione di un reticolo più resistente. Il congelamento invece forma cristalli di ghiaccio e destabilizza la struttura. Attenzione anche ad altre “aggiunte”: a volte si legge sulle confezioni di non usare la gelatina con frutta acida, come ananas o kiwi; il motivo è dovuto alla presenza

nella frutta di enzimi proteolitici che distruggono la struttura del collagene. Si può però cuocere un po' la frutta prima dell'utilizzo in modo da denaturare l'enzima<sup>6</sup>.

### 3. LE GELATINE VEGETALI

Esistono altre sostanze che hanno la proprietà di gelificare, ma sono di origine vegetale: agar-agar, alginato di sodio (anche chiamato carragenina dal nome della cittadina irlandese sulle cui coste si trova l'alga da cui si ricava la sostanza), pectina. Sono chiamate gelatine, ma sono diverse, perché si tratta in genere di carboidrati o di glicoproteine e derivano da vegetali anziché da animali. La carragenina o alginato di sodio è formata da sali di metalli alcalini di esteri solforici di polisaccaridi (viene poi isolato il sale di sodio). È in polvere, insapore e inodore. L'agar-agar si ricava anche da alghe rosse e contiene carragenina e mucillagini (glicoproteine). È molto ricca di sali minerali. Si usa per aspic e dessert perché non altera il sapore. Inoltre si usa in estate come gelificante perché dà un gel più stabile, che non si scioglie facilmente come la colla di pesce. Richiede un breve riscaldamento, ma un tempo più lungo per solidificare<sup>7</sup>. La pectina è contenuta nella frutta e si usa per addensare le marmellate.

Altri addensanti sono gli amidi, come la maizena, la fecola, la frumina. Di queste, come delle precedenti, sono state verificate le caratteristiche sopra citate nel nostro laboratorio. In particolare sono stati osservati i comportamenti di miscele acquose (sospensioni) di farine di origine diversa in seguito al riscaldamento. Si è notato in particolare la netta diversità di comportamento della sospensione della farina di frumento rispetto a quelle di mais e di patata: la massa della farina di frumento resta molle e appiccicosa anche dopo riscaldamento, quella delle altre farine diventa più trasparente e compatta: questo secondo comportamento viene interpretato come una classica transizione sol/gel tipica delle lunghe catene di polisaccaridi che si disperdono in microgranuli nell'acqua fredda dando luogo a una

---

<sup>6</sup> BRESSANINI, 2008.

<sup>7</sup> VILLAVECCHIA, 1923.

massa liquida (stato di sol). Se sottoposta a riscaldamento la massa si compatta in uno stato semisolido (gel): i microgranuli si “disfano” al calore e le catene polisaccaridiche si liberano per riarrangiarsi poi in strutture tridimensionali rigide che riescono a inglobare l'acqua. Questo avviene per le farine in cui non è presente il glutine, sostanza lipoproteica dalle notevoli proprietà elastiche che impedisce la formazione del gel. Il frumento è ricco di glutine e le sue sospensioni non gelificano al calore; esse in compenso, grazie alle proprietà di resistenza elastica del glutine sono in grado di gonfiarsi in seguito alla fermentazione, cioè di “lievitare”.

Una facile esperienza ci consente di trovare il glutine in una farina: si faccia un impasto di farina e acqua il più compatto possibile. Si “lavi” l'impasto sotto un filo d'acqua corrente possibilmente tiepida. In questo modo si farà scorrere via l'amido solubile in acqua lasciando solo la frazione glutinica, se presente, che si rivelerà come una massa compatta gommosa di colore grigio.

Abbiamo detto che l'amido è un polisaccaride, e sappiamo che i polisaccaridi sono delle lunghe catene più o meno ramificate di zuccheri semplici. Ma se sono fatte di zuccheri, perché le farine non sono dolci? In realtà, se teniamo a lungo in bocca un pezzo di pane, dopo un poco sentiamo il sapore dolce: questo è dato dal fatto che nella nostra saliva sono presenti degli enzimi che attivano e accelerano le reazioni di rottura delle catene polisaccaridiche tanto che esse si trasformano in catene di poche unità (oligosaccaridi) o addirittura in saccaridi singoli cioè in quelli che vengono chiamati “zuccheri semplici” (glucosio, detto anche destrosio, fruttosio, saccarosio, ecc.), quelli presenti nella frutta, nelle caramelle, nello zucchero che si compra al supermercato e in genere in tutte le sostanze che sentiamo dolci al gusto. La stessa crosta superficiale del pane si è visto essere il prodotto ultimo delle reazioni di Maillard<sup>8</sup>, che sono tipiche degli zuccheri semplici quando reagiscono con proteine. Tutti gli zuccheri semplici sopra citati si presentano come solidi cristallini bianchi, e sono in genere molto solubili in acqua. Per quanto i loro punti

---

<sup>8</sup> NICOLETTI, 2008.

di fusione e di ebollizione siano molto elevati (i punti di fusione si aggirano attorno ai 150 °C), essi, se sottoposti anche a blando riscaldamento, tendono a decomporsi perdendo parzialmente acqua (per tale fatto, anticamente si pensava che essi fossero delle miscele acquose di composti del carbonio ed è per questo che venivano chiamati “carboidrati”), alcuni di essi a questo punto danno luogo a una massa liquida che sembrerebbe lo zucchero fuso, ma che probabilmente non è che una soluzione dello zucchero stesso e di altre molecole nel frattempo formatesi. Se si continua il riscaldamento all’aria, l’acqua fuoriuscita dallo zucchero evapora e il residuo solido si trasforma in una massa giallo bruna e odorosa comunemente chiamata caramello. Le molecole che compongono il caramello sono molte e di varia struttura e derivano comunque da reazioni che coinvolgono i prodotti di degradazione dello zucchero e l’ossigeno dell’aria<sup>9</sup>.

Le varie fasi di trasformazione di uno zucchero al riscaldamento sono ben note ai pasticceri che ne controllano temperatura, consistenza, lavorabilità, etc. Ognuna di esse è identificata con un nome (“grand cassé”, “petit boulé”, “filet”, ...) e ha i suoi specifici destini (caramelle dure, torrone, mashmallow, fudge, ...) <sup>10</sup>.

#### 4. LENTICCHIE E GNOCCHI

Per studiare le modificazioni che avvengono nei cibi durante la cottura in acqua e gli eventuali accorgimenti che si possono adottare per una miglior riuscita della preparazione, analizziamo la cottura delle lenticchie. Esse devono rimanere intatte, ma tenere al punto giusto. La tradizione consiglia l’aggiunta di un pizzico di bicarbonato di sodio, per ridurre i tempi di cottura e raggiungere la giusta morbidezza. Ma sappiamo anche che aggiungendo invece dell’aceto evitiamo lo spiacevole inconveniente della rottura e dello sfaldamento dei semi, anche se allunghiamo i tempi di cottura. Perché tutto questo? Le lenticchie sono legumi, quindi cellule vegetali contenenti cellulosa e pectina. Si tratta di modificare questa

---

<sup>9</sup> CONTI, VAN TULLEKEN, 1985, p. 8.

<sup>10</sup> CONTI, VAN TULLEKEN, 1985, pp. 10-11.

struttura. I gruppi  $-\text{COO}^-$  della pectina vengono neutralizzati dagli ioni idrogeno ( $\text{H}^+$ ) presenti nelle soluzioni acide e quindi non si respingono più. Le lenticchie restano dure a lungo, ma intatte. Aggiungendo invece del bicarbonato di sodio all'acqua di cottura si ha la ionizzazione dei gruppi  $-\text{COOH}$  in  $-\text{COO}^-$  e quindi la repulsione tra di essi che favorisce la degradazione delle pareti cellulari: le lenticchie rammolliscono in breve tempo, ma si rischia la dissociazione del tegumento<sup>11</sup>.

Verifichiamo con un esperimento: cuciniamo i nostri legumi per dieci minuti in sola acqua distillata, in acqua e bicarbonato di sodio, in acqua e aceto. Ovviamente usiamo tre recipienti uguali posti su tre fornelli identici. Alla fine è evidente la durezza dei legumi cotti nell'aceto, quando le lenticchie nel bicarbonato sono troppo cotte e si sono sfaldate. Quelle in acqua distillata sono appena cotte. In realtà anche la durezza dell'acqua incide sulla cottura dei legumi perché gli ioni calcio hanno due cariche positive e possono quindi legare due molecole di pectina rinforzando la loro coesione. Infine, non è indifferente la temperatura di cottura. L'acqua diffonde all'interno dei legumi molto rapidamente e poi, lentamente, avviene la gelificazione dell'amido con formazione della cosiddetta salda d'amido. Si ha quindi il rammollimento, ma, oltre gli  $86^\circ\text{C}$ , si ha anche l'apertura delle lenticchie. In conclusione: si deve cuocere con un po' di pazienza, a fuoco basso, cercando di non superare i  $90^\circ\text{C}$ .

Per le lenticchie abbiamo visto come l'aggiunta o meno di determinate sostanze in acqua possano modificare chimicamente le catene dei componenti polisaccaridici dei legumi, tanto da modificarne le caratteristiche del prodotto cotto. Per quanto riguarda il caso degli gnocchi ci soffermeremo su alcuni aspetti chimico fisici che consentono di capire meglio il loro comportamento in acqua bollente. Soprattutto vorremmo soffermarci sul principio grazie al quale questo piccolo impasto di patate lesse e schiacciate e farina, magari con l'aggiunta di un po' di sale (è quello che la nostra cucina chiama "gnocco povero") possa tenere la cottura in acqua bollente

---

<sup>11</sup>THIS, 2008.



senza sfaldarsi, e sulla ragione per cui appena inserito in acqua bollente, lo gnocco affondi e poi risalga dopo pochi minuti permanendo poi stabilmente a galla.

Vediamo innanzitutto di indagare su questo secondo aspetto, cercando di procurarci un modello, come è stato fatto insieme ai corsisti nel nostro laboratorio: in un bicchiere d'acqua lungo e stretto viene mescolato qualche cucchiaino di bicarbonato. Aggiungendo dell'aceto o del limone si nota dopo pochi istanti un'effervescenza dovuta alla reazione tra le due sostanze disciolte che portano alla formazione di bollicine di anidride carbonica. Si introduca nel bicchiere una pallina di naftalina e si osservi il suo comportamento: inizialmente la pallina affonda, evidentemente la sua densità è maggiore di quella del liquido che la contiene. Dopo un poco la pallina si ricopre di bollicine di anidride carbonica che restano "imprigionate" nelle rugosità superficiali della naftalina, a questo punto la pallina tende a salire alla superficie: evidentemente il sistema "pallina + bollicine di gas" raggiunge una densità minore del liquido che lo contiene e tende dunque a galleggiare su di esso. È interessante osservare che cosa succede quando la pallina galleggia sulla superficie dopo qualche istante: le bolle che si trovano a contatto con l'aria si disperdono in essa abbandonando la superficie rugosa, quelle inferiori a contatto col liquido permangono: a questo punto la pallina si ribalta (Che cosa ricorda questo? Avete mai fatto le "fritole"<sup>12</sup> in casa? Anch'esse si ribaltano nell'olio bollente, in tal caso perché la parte inferiore si rigonfia a contatto con l'olio caldo e tende a salire perché diventa meno densa della parte superiore che non si rigonfia in quanto è a contatto con l'aria soprastante, ricordiamoci di questo! ...). Una volta ribaltatasi, la pallina perde anche le ultime bolle di anidride carbonica e affonda. Se però vi è ancora effervescenza, dopo un poco la sua superficie si ricopre di nuovo di bollicine e la "danza" riprende. Sulla base di quanto visto con la naftalina, si potrebbe pensare che anche sulla superficie dello gnocco si possano formare delle bolle di un qualche aeriforme che gli permettano di affiorare nell'acqua bollente, ma che queste bolle non si

---

<sup>12</sup> Si tratta di dolci tipici regionali del genere delle frittelle, di forma approssimativamente sferica.

disperdano nell'aria bensì rimangano alla superficie dello gnocco, visto che esso una volta affiorato permane a galla.

Ma procediamo per gradi e vediamo innanzi tutto perché lo gnocco si rigonfia appena messo in acqua. È necessario meditare sui componenti dell'impasto che entrano in gioco: la patata è già cotta, l'amido in essa presente si è dunque già rigonfiato all'interno delle cellule. La farina di frumento contiene amido "crudo" e glutine. Durante l'impasto il glutine incorpora l'amido crudo e quello già rigonfiato. Mettiamo ora l'impasto in acqua bollente: l'amido crudo si impasta con l'acqua, le catene polisaccaridiche assorbono l'acqua e la incorporano gelificando: lo gnocco si compatta e si rigonfia un po'<sup>13</sup>.

Non è sufficiente però questo rigonfiamento per farlo risalire nell'acqua, evidentemente la sua superficie deve coprirsi di bollicine di un qualche vapore per poter diminuire la sua densità a tal punto da galleggiare: in tal caso non abbiamo effervescenza ma abbiamo acqua in ebollizione, abbiamo cioè del vapor acqueo che si forma continuamente all'interno di tutta la massa dell'acqua. Sembra proprio che siano le bollicine di vapore acqueo imprigionate permanentemente nella superficie dello gnocco la causa del suo galleggiamento: proviamo infatti a tirar fuori dall'acqua uno gnocco che galleggia e a farlo rotolare su una superficie in modo tale da eliminare per pressione eventuali bolle superficiali. Ributtiamolo di nuovo in acqua bollente e vediamo cosa succede: all'inizio esso affonda, ma dopo un poco risale a galla, che cosa concludiamo? Quali altre prove potremmo fare per comprovare la nostra tesi?

## 5. SISTEMI NATURALI E SISTEMI MANIPOLATI: APPROFONDIMENTI

A compendio di quanto visto in precedenza, quest'ultimo paragrafo si occuperà di rivisitare i concetti appresi alla luce di un sistema naturale, complesso e completo come un uovo e si diventerà a proporre alcune ricette culinarie alternative che si trovano in quella che viene chiamata "cucina molecolare".

---

<sup>13</sup> THIS, 2008.

Iniziamo con un ripasso della composizione chimica dell'uovo<sup>14</sup>.

L'albume è formato da circa il 10% di proteine disperse in acqua, per lo più glicoproteine. Alcune hanno la proprietà di formare la schiuma e stabilizzarla, altre formano un coagulo al calore. Possiamo immaginarle come simili a gomitoli dispersi nell'acqua. Le loro molecole sono cariche negativamente e quindi si respingono. Possiedono inoltre una parte idrofila e una idrofoba, per questa loro caratteristica esse si comportano da tensioattivi, ovvero sono in grado di abbassare la tensione superficiale dell'acqua, grazie al fatto che interagiscono con essa per mezzo della loro parte idrofila e contemporaneamente si possono disperdere in altri liquidi (es. oli) non miscibili in acqua grazie alla loro parte idrofoba, di conseguenza esse sono in grado di favorire la dispersione di un liquido in un altro non miscibile (es. acqua e olio).

Il tuorlo invece è un'emulsione in acqua di lipidi, essenzialmente trigliceridi e fosfolipidi, legati a proteine. È curioso notare la struttura stratificata del tuorlo, che presenta strati concentrici di proteine e lipidi. E ora mettiamo in pratica le nostre conoscenze occupandoci di due preparazioni classiche della cucina: gli albumi montati a neve e la maionese.

Quando si montano gli albumi non si fa altro che incorporare aria e denaturare meccanicamente (a mano con una forchetta o con una frusta elettrica) le proteine, cioè srotoliamo il gomitolo. I filamenti srotolati si legano tra loro e si dispongono in modo da avere la parte idrofobica verso l'aria, mentre la parte idrofila va verso l'acqua. Quindi si forma un reticolo di proteine che imprigiona l'acqua e l'aria. Si deve fare attenzione a non montare troppo perché i filamenti svolti che si formano infittiscono troppo e mandano fuori l'acqua, facendo precipitare tutto. Ora vediamo cosa si può fare per migliorare la consistenza della nostra "neve" di albumi. Anche in questo caso la scienza ci viene in aiuto<sup>15</sup>. Da sempre ci viene suggerito di aggiungere agli albumi un pizzico di sale da cucina (cloruro di sodio) prima di iniziare a montare: si otterrebbe così una consistenza maggiore e persistente. Nulla di vero! Infatti gli ioni sodio possono, all'inizio, con la loro carica positiva, promuovere l'avvicinamento

---

<sup>14</sup> SICHERI, BORSARELLI, 1998.

<sup>15</sup> BRESSANINI, 2008.

delle molecole proteiche in quanto neutralizzano le loro cariche negative; ma lo ione sodio è grande e finisce per impedire l'avvicinamento dei filamenti proteici causa il suo ingombro. Ancora, il sodio, con la sua grande superficie riesce ad attirare molte molecole d'acqua che sono polari e a trattenerle su di sé; sottrae così l'acqua alla schiuma destabilizzando la struttura. Si può invece aggiungere qualche goccia di limone; gli ioni idrogeno dell'acido citrico neutralizzano le cariche negative delle proteine, ma, essendo piccoli, non interferiscono con la struttura, né attirano l'acqua. Proviamo subito quanto ci suggerisce la chimica con l'esecuzione di un semplice esperimento: due corse montano a neve ciascuna un albume, usando una forchetta, per cinque minuti. A un albume si è aggiunto un pizzico di sale, all'altro qualche goccia di limone. È evidente la differenza, in quanto l'albume con il sale forma un piccolo residuo di acqua che appare chiaramente sul fondo del piatto, mentre l'altro è perfettamente sodo e "asciutto".

E ora la maionese<sup>16</sup>. La ricetta classica per la sua preparazione prevede l'utilizzo del tuorlo, un pizzico di sale, un cucchiaino d'aceto o di senape (che, ricordiamo, si prepara a partire dall'aceto) e olio, che verrà aggiunto a filo, mescolando sempre. L'uso di olio di semi o d'oliva dipende esclusivamente dai gusti personali perché la maionese sarà più saporita con quello d'oliva. Ora sappiamo che il tuorlo è un'emulsione di grassi in acqua; la lenta aggiunta d'olio non fa altro che emulsionare anche le goccioline dell'olio nell'acqua del tuorlo e dell'aceto. Le molecole tensioattive del tuorlo legano la loro parte idrofobica alle goccioline d'olio e la parte idrofila all'acqua. Quindi il limite di questa preparazione non è nella quantità d'olio usata, bensì nell'acqua. Quando una maionese "impazzisce" è perché manca acqua rispetto al quantitativo d'olio da emulsionare. Proviamo ora a sostituire al tuorlo dell'albume: si tratta sempre di un'emulsione e le sue proteine sono anche tensioattive. Dopo un'aggiunta considerevole d'olio, otterremo la nostra salsa. Sarà più ricca d'olio, ma priva di colesterolo (assente

---

<sup>16</sup> THIS, 2008.

nell'albume). Serve più olio perché l'albume non contiene grassi, mentre il tuorlo sì. Possiamo spingerci ancora più in là sostituendo al tuorlo una gelatina di origine animale, che abbiamo già visto essere un'emulsione di proteine tensioattive. Si fonde la gelatina e si procede al solito modo con sale, aceto e olio ottenendo una salsa che può variare a seconda della gelatina usata: nei paesi nordici usano gelatine ai frutti di bosco o alla menta ottenendo un particolare accompagnamento agro-dolce per piatti di carne.

La lecitina di soia<sup>17</sup>: è nota principalmente per la sua capacità di favorire l'eliminazione del colesterolo e dei trigliceridi. Vediamo in che maniera i principi attivi della lecitina sono così salutari e la ragione per la quale noi ne parliamo proprio a questo punto. Partiamo come al solito dai suoi componenti e dalle loro strutture: la lecitina è un complesso di fosfolipidi che si ottiene a partire dai semi di soia. La parola stessa "fosfolipide" induce a pensare che la struttura molecolare di tale composto conterrà una catena lipidica, grassa, idrofobica. Fin qua i fosfolipidi sono simili ai trigliceridi dal punto di vista strutturale, ma contengono in più un gruppo fosfato che conferisce una carica negativa, e quindi polarità alla molecola. Il risultato finale è che ogni fosfolipide ha una testa idrofila e una coda idrofoba. La lecitina è dunque in grado di interagire con una sostanza grassa (è per questo che può legarsi al colesterolo e ai trigliceridi), ma di dissolversi o almeno disperdersi bene in acqua grazie al gruppo fosfato. Essa stessa dunque è un buon tensioattivo e riesce grazie a ciò a stabilizzare l'emulsione di colesterolo in acqua favorendone la successiva eliminazione.

Abbiamo visto dunque come le glicoproteine dell'albume e i fosfolipidi della lecitina pur presentando strutture diverse sono comunque degli efficaci tensioattivi. Le proprietà tensioattive della lecitina di soia sono state verificate durante il nostro laboratorio, osservandone la capacità di "fissare" un'emulsione: aliquote uguali di

---

<sup>17</sup> WIKIPEDIA, 2010.

una miscela di acqua e olio sono state introdotte in due contenitori uguali, in uno di essi è stata aggiunto mezzo cucchiaino di lecitina di soia. I due sistemi sono stati agitati con identiche modalità e poi lasciati a riposo, dopo un certo tempo si è notato che nel sistema senza lecitina acqua e olio si erano di nuovo separati, mentre con la lecitina l'emulsione di olio in acqua permaneva stabilmente.

E ora divertiamoci un po' con qualche ricetta particolare di "*cucina molecolare*".

Alcuni decenni fa chimici e fisici, Hervé This ne è il più celebre, iniziarono a interessarsi all'aspetto scientifico della cucina. Si limitavano però all'osservazione di normali preparazioni, magari quelle che ognuno di noi avrà fatto qualche volta. Ad esempio, perché il soufflé e altre pietanze simili risultano più soffici se si aggiunge un uovo alla volta piuttosto che tutte le uova insieme? O, come abbiamo visto, è meglio aggiungere o no il sale agli albumi da montare? Cosa accade alla carne cotta alla griglia? All'inizio si trattava quindi di scoprire le ragioni chimiche di un piatto, poi hanno iniziato a provare, a inventare; si arrivò così alla frittura con azoto liquido al posto dell'olio (con il cuoco munito di occhiali da saldatore e guanti): si "friggeva" a  $-160^{\circ}\text{C}$ ! per tacere di un orrendo strumento chiamato "gastrovac" che, lavorando sotto vuoto, impregnava gli alimenti di qualsiasi sapore (si può ottenere anche un pesce al gusto di fragola...)<sup>18</sup>.

Come sempre occorre un po' di equilibrio nelle cose e quindi noi ci limitiamo ad alcune curiose ricette "molecolari", dove si utilizzano i prodotti da noi già studiati e si sfruttano le loro proprietà per ottenere qualcosa di nuovo.

### *Sfere di vari sapori*

In questa ricetta l'ingrediente protagonista è l'alginato di sodio, già incontrato tra le gelatine. Esso, se mescolato con acqua, dà luogo a una massa semisolida che si può prelevare con una siringa. Se viene fatta gocciolare in una soluzione contenente ioni calcio, alla superficie delle goccioline si forma una pellicola dovuta

---

<sup>18</sup> OINEO, 2007.

all'alginato di calcio, che è solido (si usa infatti per le impronte dentali in odontoiatria). Ecco gli ingredienti.

Preparazione della base:

125/150 g d'acqua

125 g di zucchero

1 cucchiaino d'alginato

Frullare gli ingredienti e lasciare riposare la miscela per mezza giornata. Schiumare in superficie.

Preparazione delle sfere:

Miscelare un cucchiaino di base con uno di un altro prodotto (sciropo, Aperol, thè, Coca Cola), prelevare con siringa e far gocciolare in una soluzione calcica (soluzione acquosa di cloruro di calcio o semplicemente aceto un po' diluito in cui sia stato disciolto un guscio d'uovo).

Raccogliere le sferette su un colino e passare sotto l'acqua fredda.

### *Quenelles di amido*

Abbiamo visto che una sospensione di amido in acqua, sottoposta a blando riscaldamento, forma un gel abbastanza resistente e manipolabile, che rimane a lungo inalterato.

Ricetta:

1 cucchiaino di maizena

200 g di succo d'arancia

granella di nocciole o polvere di mandorle o di cocco

Stemperare la maizena nel succo in un pentolino e riscaldare fino alla formazione di un gel morbido. Versare su un piatto e far intiepidire il gel. Raccogliere piccole quantità con un cucchiaino e farle rotolare sulla granella o sulla polvere di mandorle. Le *quenelles* rimangono inalterate a lungo.

### *Aria di menta*

Qui si sfruttano le proprietà della lecitina di soia. Essa non è solo un buon tensioattivo per il sistema acqua - olio, ma anche per il sistema acqua - aria. Non si otterrebbe, infatti, una schiuma incorporando aria in uno sciroppo, se non ci fosse la lecitina.

Ricetta:

100 g sciroppo alla menta

100 g d'acqua

mezzo cucchiaino di lecitina di soia

Mescolare i tre ingredienti e attendere che la lecitina si scioglia almeno parzialmente in essi. Frullare la miscela e schiumarla periodicamente. Deposare la schiuma in piccole quantità su piatto di portata e decorare.

### *Zucchero satinato*

Abbiamo visto che il fruttosio sembra fondere a basse temperature. In realtà, esso perde parzialmente acqua e si scioglie in essa formando una specie di melassa incolore dall'aspetto setoso, facilmente lavorabile.

Ricetta:

2/3 cucchiaini di fruttosio

carta da forno

tagliere o base di legno

Scaldare in un pentolino il fruttosio mescolando continuamente fino a farlo fondere. Togliere dal fuoco a fusione avvenuta e spianarlo sulla carta da forno posta sul tagliere. Aspettare che lo zucchero si intiepidisca a massa molle e plastica. Lavorare lo zucchero alle forme volute. Lasciar raffreddare le "sculture"<sup>19</sup>.

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

"Chimica in cucina" nasce da un'idea delle autrici consolidatasi nel tempo nel corso di tante riflessioni fatte durante una lunga esperienza didattica.

---

<sup>19</sup> CASSI, 2009.



È convincimento di entrambe, infatti, che la cucina di casa è il primo vero “luogo chimico” in cui un individuo fin da piccolo è in grado di effettuare le proprie osservazioni scientifiche in maniera inconsapevole, e quindi libera e spontanea.

In seguito potrebbe essere compito degli insegnanti, in ogni ordine e grado di scuola, far riemergere tali esperienze, contestualizzandole opportunamente in percorsi didattici, prendendone spunto e sviluppandole, al fine di consolidare situazioni e concetti.

La familiarità del vissuto quotidiano nella propria cucina, può far sì che l'approccio alla chimica di un ragazzo neofita possa risultare esso stesso più familiare e più motivante: si pensi alle tante piccole esperienze descritte nel testo che si possono proporre agli studenti come compito per casa (il galleggiamento degli gnocchi, la creazione di un gel di amido, di una schiuma, di un'emulsione): sono attività assolutamente non pericolose e molto semplici che presentano enormi potenzialità di sviluppo nell'ambito della chimica.

Si pensi a quanto laboratorio chimico c'è in un uovo: se ne può fare una serie di esercitazioni pratiche per un “lancio” della chimica, come ha sperimentato una delle autrici all'inizio della scuola superiore: invece di descrivere la sequenza degli argomenti previsti nella classe prima, ha portato i ragazzi in laboratorio per “lavorare con le uova”: ne è scaturita una serie di attività base per le successive elaborazioni teoriche: dall'attacco del guscio calcareo da parte dell'aceto come primo esempio di fenomeno chimico, all'osservazione della “pellicina” sottostante il guscio: elastica, resistente e soprattutto semimpermeabile tanto da permettere il passaggio di acqua per fenomeni osmotici. Dalla denaturazione dell'albume quale primo esempio di transizione sol-gel, alla coagulazione alternativa dovuta a cambiamento di solvente o di pH.

Si pensi al gusto di una chimica “da gustare”, non la chimica che inquina, quella che non si tocca, non si annusa, non si assaggia. Si pensi dunque alle potenzialità di far

così chimica con i bimbi che tutto toccano, tutto gustano, tutto assaggiano perché tutto imparano, per assaporare, per “sapere” la vita.

Di chimica in cucina ce n'è anche per i più grandi: la chimica degli alimenti non può essere capita se non tramite i pilastri principali su cui ha fondamento la chimica generale. La teoria acido - base è alla base di un gran numero di reazioni durante la cottura. Il grande principio del “simile va col simile” riesce a interpretare gli strani comportamenti di sostanze tanto diverse che pur si compongono tra loro, poi si scompongono e poi si riarrangiano in altre combinazioni, grazie alla miracolosa interazione con molecole “ponte” di carattere misto. Le miscele “strane”, quelle che paiono omogenee all'occhio ma sono in realtà eterogenee, quelle che quando si studiano in chimica e solo in teoria, ci appaiono “casi speciali” e invece sono le cose più naturali: il latte, il tuorlo, le miscele di acqua e farina, i brodi, le gelatine, le schiume e tanto altro ancora.

L'educazione scientifica della scuola di base ha lo scopo di costruire una rete di significati a partire dalle cose della vita quotidiana, d'altro canto l'indagine della composizione della materia sta diventando complessa e infinitesima attraverso l'uso di strumenti sempre più raffinati.

Perché allora non tentare di riscoprire la materia attraverso un primo approccio con indagini sensoriali? È una sfida che secondo noi varrebbe la pena raccogliere.

## BIBLIOGRAFIA

CONTI E., VAN TULLEKEN K.  
1985, *Confetteria (Rassegna mensile di “La buona cucina”)*, 25, Milano, Mondadori.

MORRISON R. T., BOYD R. N.  
1970, *Chimica organica*, Milano, Ambrosiana.

NICOLETTI R.  
2009, *Cucina, chimica, salute*, Roma, Aracne.

OINEO N.  
2007, *Gli alchimisti ai fornelli*, La Cucina Italiana, agosto, pp. 26-27.

SICHERI G. e BORSARELLI S. M.  
1998, *Principi di alimentazione*, Milano, Hoepli.

THIS H.  
2008, *Pentole e provette. Nuovi orizzonti della gastronomia molecolare*, Roma, Gambero Rosso.

VILLAVECCHIA G. V.  
1923, *Dizionario di Merceologia*, Milano, Hoepli.

## PER APPROFONDIRE

BROWN W. H.  
2005, *Introduzione alla chimica organica*, Napoli, EdiSES.

MASTERTON W. L., HURLEY C. N.  
2003, *Chimica. Principi e reazioni*, Padova, Piccin.

## SITI WEB CONSULTATI

BRESSANINI D.  
2008, *La gelatina*, in Scienza in cucina, rubrica su le Scienze Blog,  
<<http://bressanini-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2008/03/14/la-gelatina/>>; sito consultato il 23/06/2011.

*Miti culinari2: il sale per montare gli albumi*, in Scienza in cucina, rubrica su le Scienze Blog,  
<<http://bressanini-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2008/03/14/miti-culinari-2-il-sale-per-montare-gli-albumi/>>; sito consultato il 23/06/2011.

CASSI D.  
2009, *La sferificazione*, in La cucina scientifica di Moebius, Moebius on line,  
<<http://blog.moebiusonline.eu/index.php/tag/alginato/>>; sito consultato il 23/06/2011.

PAPI T.  
2002, *Umami il quinto gusto*, in Conoscenza scienza e divulgazione dell'umami e della sua percezione negli alimenti,  
<[www.umami.it/umami\\_cennistorici.pdf](http://www.umami.it/umami_cennistorici.pdf)>; sito consultato il 23/06/2011.

WIKIPEDIA  
2010, *Emulsionante*, in Wikipedia, L'enciclopedia libera,  
<<http://it.wikipedia.org/wiki/Emulsionante>>; sito consultato il 23/06/2011.