

GIANMARCO IELUZZI \*

## Francesco Selmi e i sistemi colloidali

### Francesco Selmi and colloidal systems

**Summary** – Francesco Selmi was the first chemical researcher to observe colloidal systems. He called these substances pseudo-solutions in order to distinguish from ordinary solutions. He characterized in fact the discriminating factors of a pseudo-solution from other solutions with preciseness:

- i. The easy precipitation caused by saline substances;
- ii. The inalterability of temperature when a pseudo-solution is formed;
- iii. The absence of variation of total volume.

In his rigorous studies, Selmi underlined for the first time the precipitation induced by salt: the phenomenon nowadays known as coagulation. Moreover he observed as the precipitate detains a little part of precipitating, i.e. the absorption. These intuitions are recognized as very modern.

Selmi knew Graham's researches on diffusion, and by his proposal used the term colloid (instead of pseudo-solution) to indicate these systems.

**Keywords:** colloid, pseudo-solution, coagulation, absorption.

### *Introduzione*

La storia della chimica colloidale è un percorso che sin dalle origini è intrecciato con le vicende di altri tipi di studi e che prosegue il suo percorso come un fiume carsico il quale a intervalli emerge in superficie per ritornare subito dopo nelle viscere della ricerca scientifica.

I prodromi di questo campo della chimica vanno ricercati sia nelle osservazioni che nel 1803 William Henry (1774-1836) fece sui gas e che lo condussero a enunciare la legge dei gas in soluzione che da lui prende il nome sia nell'indagine che Robert Brown iniziò nel 1827 riguardo al moto di particelle nei liquidi, la quale si concluse con una decisa smentita della spiegazione vitalistica che era stata ipotizzata.

\* Università di Torino, Dipartimento di Chimica Generale ed Organica Applicata, via Pietro Giuria, 7 – 10125 Torino. E-mail: gianmarco.ieluzzi@unito.it

Per molto tempo invalse l'opinione che l'iniziatore degli studi colloidali fosse Thomas Graham. Ma già nel 1911 Guareschi [5] rivendicò che fu Selmi il primo a fare osservazioni sui colloidi ed a iniziarne uno studio rigoroso; e I. Duclaux osservò che le idee di Selmi sono più conformi a quelle moderne delle ipotesi di Graham.

Gli anni in cui Francesco Selmi (1817-1881) conduce i suoi esperimenti sui colloidi sono quelli in cui Piria fonda con Scacchi l'Antologia di Scienza Naturali<sup>1</sup> e in cui poco dopo L. Gabba riunisce a Firenze i migliori chimici italiani, tra cui Selmi, Cannizzaro e Paternò.

Tra il 1844 e il 1847 Selmi pubblica lavori su Nuovo Annuario di Scienze Naturali di Bologna in cui parla per la prima volta delle *pseudosoluzioni* per distinguere le soluzioni che stava investigando dalle soluzioni classiche note da decenni ai chimici: ci sono infatti parecchie sostanze, come l'albumina, la gelatina, la gomma arabica, l'amido che hanno in comune l'assenza di forma cristallina e che disciolte danno origine a soluzioni vischiose, simili alle emulsioni, ma con la differenza di risultare trasparenti. Nelle sue pubblicazioni sul blu di Prussia, sul cloruro d'argento e su diversi solfuri descrive inoltre il fenomeno della deposizione indotta dall'aggiunta di sali, che attualmente è noto con il nome di *coagulazione*, e realizzò che il precipitato trascina con sé parte del precipitante originando il fenomeno dell'*adsorbimento*.

Pochi anni dopo, intorno al 1850, Graham (1805-1869), studiando i fenomeni dovuti alla diffusione di sostanze disciolte colorate e i fenomeni di dialisi, osserverà che le sostanze colorate in soluzioni acquose si disperdono, contrariamente alla legge di Henry, in tempi diversi e con velocità maggiori al crescere della temperatura. Solo nei successivi lavori, pubblicati tra il 1861 e il 1864, lo studio verrà rivolto alle pseudosoluzioni e per la prima volta in essi viene introdotta la distinzione tra *cristalloidi* (quelle membrane che attraversano membrane una volta disciolte e che cristallizzano) e *colloidi* (sostanze che non attraversano membrane e non formano cristalli). In particolare, Graham nel 1861 conia il termine colloide facendolo derivare dal termine del greco antico κόλλα per sottolineare la consistenza delle sostanze colloidali. Selmi userà poco tempo dopo la parola colloide nella sua monumentale *Enciclopedia della Chimica*. Va però ricordato che nel 1857 Michael Faraday prepara per la prima volta oro colloidale in uno stato puro.

Ciò stante, capita ancora frequentemente, qualora si consultino dizionari o libri, di trovare alla voce *colloidi* menzionato il nome di Graham come il primo che fece ricerche su tali sistemi e di non trovare neppure citato in nota il nome di Francesco Selmi.

Come già Guareschi rivendica nella sua biografia su Selmi [5], i primi studi rivolti alle sostanze che oggi chiamiamo colloidali si devono certamente a France-

<sup>1</sup> L'Antologia di Scienze naturali avrà breve vita e lo stesso Piria fonderà con Matteucci il Nuovo Cimento.

sco Selmi. A partire del 1845 [6, 7] egli investiga il comportamento e le proprietà delle sostanze colloidali e non più tardi del 1847 [8] è attestato nei suoi scritti l'uso di una parola specifica con cui designa tali sistemi, ossia il vocabolo *pseudosoluzioni*; sono anche elencate con rigore le proprietà discriminanti una *soluzione vera* da una *falsa soluzione*.

A più riprese nel corso degli anni successivi Selmi tornerà a lavorare su queste sostanze, includendo nella propria ricerca anche i lavori di altri studiosi di cui viene a conoscenza e dandone una descrizione sistematica sia nei suoi articoli che nelle voci del suo Dizionario di chimica [9].

### *Vita di Selmi*

Selmi nacque a Modena nel 1817 e morì nel 1881 a Bologna. Fuggì esule dalla città natia poiché compromesso con l'ondata rivoluzionaria del 1848; soprattutto si distinse a Reggio, dove sostenne apertamente l'unione dei Ducati al Piemonte. Dopo Custoza riparò a Torino, dove fu ospitato nel Laboratorio di Ascanio Sobrero con il quale collaborò in importanti studi e ricerche, fra cui la scoperta del tetracloruro di piombo. Ricevette l'incarico di docente di Fisica, Chimica e Meccanica presso il Collegio Nazionale di Torino. Nel 1859 collaborò a preparare l'annessione di Parma e Modena. Dopo l'Unità d'Italia lavorò per il Ministero della Pubblica Istruzione. Pur essendo un valente ricercatore e stimato scienziato, ebbe la sua prima cattedra a Bologna nel 1867, dove lavorava Piazza. Già nel 1862 in realtà gli venne offerta la cattedra di chimica dell'Università di Pisa, la quale fu ricoperta però da Tassinari, nonostante Selmi avesse accettato l'incarico. Anche nel 1865 sfumò l'incarico di docente universitario a Torino dove, a causa della morte di Piria, la cattedra fu vacante fino al 1882, quando fu assegnata a Michele Fileti. Questi incarichi proposti e mai assegnatigli sono probabilmente indizio di una discriminazione che Selmi subì per essere un cattolico, benché studi o documenti dirimenti la questione non sono a tutt'oggi disponibili. È tuttavia presumibile che la classe dirigente di allora, di orientamento generalmente liberale e ossessionata dalla questione romana, ostacolasse uomini di orientamento cattolico.

In seguito a Bologna Selmi scoprì le ptomaine (sostanze chimiche formate nei processi di putrefazione) e nel 1878 pubblicò un lavoro fondamentale per la Chimica Tossicologica.

Pubblicò numerosi e fondamentali lavori nel campo della chimica e della divulgazione scientifica, tra cui la prima Enciclopedia chimica in undici volumi editi da UTET, già Casa Pomba.

È necessario ancora ricordare che i poliedrici interessi culturali di Selmi furono apprezzati anche nel campo della critica dantesca.

*I primi studi*

Nei due lavori del 1845 [6, 7] si scorge il vivido interesse che il chimico nutre verso il comportamento che alcuni composti assumono in soluzione e che collega al comportamento di altri composti descritto in una memoria di Fremy [2]. Questi, infatti, sciogliendo ossido di cromo idrato in potassa caustica e scaldando, osservò come l'ossido si separi dal liquido non a causa di una reattività causata dagli alcali presenti, ma “per la semplice sua presenza, pel suo contatto”. Non solo l'ossido di cromo, ma anche l'ossido di stagno si comporta egualmente e non solo in presenza di potassa ma pure in presenza di cloruri alcalini.

Selmi rinviene lo stesso fenomeno studiando l'emulsione di zolfo, ottenuta facendo gorgogliare idrogeno solforato in una soluzione di acido solforoso: alcuni sali aggiunti “guastano” la soluzione, ossia provocano la formazione e la conseguente precipitazione di “larghe falde” o di piccoli “fiocchi”. Sorprende in questi studi la perspicacia scientifica di Selmi, che intuisce come la causa di queste “congrumazioni” non sia una vera e propria reazione chimica ma un altro tipo di azione. In questi studi troviamo già in nuce alcune spiegazioni di tali fenomeni che riprenderà e svilupperà successivamente, riferendosi a teorie di cui era a conoscenza, come quelle di Gay-Lussac o di Bizio [3, 1]. Si riferisce in particolar modo alle vibrazioni molecolari che i sali disciolti indurrebbero sull'emulsione di zolfo, causando persino il “mutamento molecolare” [1] osservato nel caso dell'aggiunta di solfuri alcalini; in tal caso lo zolfo passerebbe dalla forma “allotropica y a quella A”. Tali vibrazioni, provocate dai movimenti che i sali disciolti possiedono, sono di intensità variabile a seconda della natura dei sali aggiunti e quindi talvolta provocherebbero mutamenti molecolari, talvolta invece, troppo deboli per indurre un mutamento, tenderebbero ad aggregare particelle di questi sali in falde o in fiocchi. Da rimarcare, ancora, è il fatto che Selmi riscontra questo comportamento anche in composti organici, come la fecola, l'acido colico e l'albumina.

Il lavoro dedicato alla dimulsione sul cloruro d'argento interessa non solo per la distinzione che fa di una dimulsione da un'emulsione, la prima essendo l'unione di un liquido con corpi solidi duri e informi, la seconda l'unione di un liquido a un altro liquido o a corpi molli; ma anche perché Selmi distingue una soluzione vera e propria, in cui la sostanza disciolta penetra il solvente in “istato di attenuazione molecolare, ossia ridotta a gas” (pag. 146), dalle soluzioni false in cui invece il soluto penetra nel solvente “in particelle finissime le quali a guisa di vapori vescicolari contengono un certo numero di molecole”. Il motivo per cui i corpi disciolti si trovano così suddivisi è duplice:

1. possiedono la proprietà di “risolversi in parti minutissime e lanciarsi e diffondersi nel mestruo nell'atto stesso in cui sono dal mestruo toccati”;
2. risentono dell'“aderenza che si esercita fra le particelle emulsionate o disciolte e le pareti degli interstizi del veicolo ove quelle stanno rannicchiate”.

Partendo dalle nozioni apprese dal Trattato di chimica di Berzelius, Selmi sottolinea che

- ✓ il cloruro d'argento possiede un'attitudine propria a “suddividersi nell'acqua pura e ad intorbidirla”,
- ✓ l'aggiunta di acido nitrico in piccole quantità causa l'accumulo di particelle provocando granuli di dimensioni maggiori,
- ✓ lo stesso fenomeno si riscontra usando soluzioni saline invece dell'acido nitrico,
- ✓ altri composti ritenuti insolubili si comportano allo stesso modo del cloruro d'argento.

La soluzione oggetto di studio viene preparata aggiungendo una soluzione neutra e diluita di nitrato d'argento in “acqua stillata”, contenente piccole quantità di sale d'ammonio. L'aggiunta graduale di nitrato d'argento provoca intorpidimento. Viene annotato come la soluzione appena preparata sia bianca, lattescente e non si osservi deposizione. Nel giro di alcune ore si osserva invece flocculazione. Questa soluzione viene ulteriormente investigata aggiungendo diverse sostanze saline o acide per constatare quali producano flocculazione, cioè guastino la soluzione.

Le considerazioni che chiudono il lavoro sono interessanti perché Selmi cerca di dare una spiegazione dei fenomeni osservati, collegandoli ad altri già studiati e di cui prima abbiamo riferito. La precipitabilità del cloruro d'argento è causata, come prima ricordato, dalla sua propria attitudine a rimanere suddiviso in “minuzzoli sommamente attenuati ed a trattarsi così ridotto in istato di diffusione nell'acqua” (pag. 152). Tali particelle possiedono poca aderenza le une per le altre, motivo per cui la formazione di grossi granuli è dovuta ad una forza di intensità maggiore. L'aggiunta di sostanze capaci di guastare la soluzione provocandone la flocculazione è certamente l'origine di questa forza; ma la precipitazione non è dovuta a un qualche mutamento della “natura del mestruo” perché il cloruro d'argento non è veramente disciolto. Né tanto meno la differenza di densità può spiegare la coagulazione, poiché le quantità di soluzioni aggiunte sono trascurabili e poiché a rigore una maggiore densità dovrebbe produrre maggiore stabilità.

L'origine della flocculazione, dunque, si deve ricercare altrove, considerando che ciascun sale o acido aggiunto provoca flocculazione in quantità differente e che agitare la soluzione provoca una maggiore formazione di grumi con conseguente precipitazione, ma solo perché pone in maggior agitazione le molecole. La precipitazione del cloruro d'argento, pertanto, si verifica “per forza del moto intestino in cui si trovano i sali e gli acidi sopravversati sulla dimulsione”. Dunque è l'esistenza dei moti e delle vibrazioni molecolari la causa della coagulazione; da trascurare pertanto sono gli altri fattori quali la variazione della densità del liquido, l'affinità o la solubilità; neppure la natura acida o alcalina delle soluzioni aggiunte ha importanza, tanto meno l'agitazione indotta dall'esterno. Stante il fatto che le molecole disciolte si muovono in un liquido per diffusione e per l'agitazione del liquido (secondo le teorie di “uomini addottrinatissimi” come Bizio e Liebig), Selmi con-

clude pertanto che proprio i moti delle sostanze saline o acide provocano la formazione di fiocchi o falde. Pertanto “commosse, spinte, urteranno le une contro le altre, e ne avverranno effetti varj a seconda della natura, disposizione e tendenza loro, e si scomporranno e cristallizzeranno come osservò Fremy per gli idrati degli ossidi metallici bolliti in liquido alcalinulo o salinulo, oppure si conglomero come avviene sul solfo molle, pel sapone, per la caseina solubile, ed in ultimo pel cloruro d’argento misti a liquidi salini” (pag. 154).

#### *Lo studio delle pseudo-soluzioni degli azzurri di Prussia*

Il lavoro che Selmi pubblica nel 1847 sulle soluzioni degli azzurri di Prussia è un lavoro fondamentale. Vi si trova infatti per la prima volta il termine pseudosoluzioni o soluzioni false per indicare quelle soluzioni che già aveva iniziato a studiare. Soprattutto elenca con rigore le caratteristiche chimico-fisiche discriminanti una pseudosoluzione da una soluzione vera. Avendo già studiato la dimulsione di mercurio, l'emulsione e la dimulsione di zolfo, la dimulsione di cloruro d’argento, la “distemperazione” della calce e della magnesia idrati e la caseina nel siero del latte, Selmi volge la sua attenzione agli azzurri di Prussia disciolti in acqua, alcool e altri solventi.

Sottolinea come in questo studio egli proverà a descrivere i fenomeni osservati “a guisa di cronista” (pag. 402). E invero ci lascia un resoconto minuzioso e articolato degli esperimenti effettuati.

Inizia con un’analisi di cosa sia una pseudosoluzione. Rifacendosi nuovamente alle teorie di Bizio, afferma che una soluzione può definirsi come l’unione di un liquido o di un solido in un mezzo liquido in cui il corpo disciolto a livello molecolare penetra come fosse un gas in un’atmosfera.

Le emulsioni invece presentano il corpo disciolto meno suddiviso e sotto forma di “vescicole o frustoli” di dimensioni tali da potersi osservare con un microscopio potente; inoltre l’emulsione è opaca.

A metà strada tra questi due tipi di unioni di un corpo disciolto in un mezzo disperdente, Selmi annovera le pseudosoluzioni degli azzurri di Prussia: sono soluzioni limpide in cui tuttavia il soluto assume forma di falde o vescicole, di cui la silice o l’allumina danno esempio.

Il problema che sottolinea Selmi, e che lo porta a differenziare le pseudosoluzioni dalle emulsioni, è il grado di “opalinamento” (pag. 403), l’opalescenza cioè che le emulsioni presentano mentre le pseudosoluzioni, come quelle di silice e albumina, al contrario no.

Gli azzurri di Prussia, da quel tanto che Selmi conosceva da studi di altri autori di chimica, potevano certamente essere annoverati nella classe della pseudosoluzioni, poiché sciolti in acqua danno origine ad una soluzione limpida, mentre un’ulteriore aggiunta di sali causa la precipitazione di falde di questa sostanza.

Ciò stante, a pag. 405 di questo lavoro, Selmi afferma che “dunque pseudoso-

luzioni è quel modo speciale dello stemprarsi e congiungersi di un corpo sodo o molle con un liquido qualsivoglia, espandendosi nella forma di falde sottili, e tali che non tolgano la trasparenza, e siano separabili agevolmente da materie estranee solubili, ed introdotte in ultimo nel liquido”.

Segue un'elencazione sistematica dei fenomeni prodotti dall'aggiunta alle soluzioni acquose e alcoliche di azzurro di Prussia di svariati composti salini: sali ammoniacali, solfati, fosfati, ossalati e tartrati, biossalati, borati, bicarbonato, e altri. Un resoconto preciso ed essenziale: poche righe prima ci aveva infatti avvertito che avrebbe indossato i panni di un cronista chimico.

Le considerazioni che Selmi fa seguire mi sembra che mostrino tutti i tratti caratteristici della figura di questo scienziato: una vasta conoscenza delle teorie e dei trattati precedenti cui rifarsi, una personale ipotesi di lavoro suffragata da numerosi e minuziosi esperimenti, infine il tentativo di sintesi coerente con le teorie di riferimento. A tutto ciò si deve aggiungere uno stile espositivo chiaro e particolareggiato, di sicuro non meno ammirevole dell'opera scientifica e del metodo usato.

Queste pseudosoluzioni, come d'altronde anche le emulsioni, presentano una sostanza solida che si incorpora in un liquido disperdente a livello di aggregato molecolare, aggregato di dimensioni molto piccole ma mai tali da arrivare alla scala di singola molecola. Già nei due lavori precedenti aveva evidenziato, riprendendo una tesi di Bizio, che nelle soluzioni vere e proprie il soluto si scioglie fino a livello di singola molecola, dissolvendosi nel solvente come un gas; mentre nelle pseudosoluzioni questo fenomeno di attenuazione molecolare, come egli lo chiama, avviene a livello di aggregati di molecole.

La novità invece sta nelle righe che seguono, ossia nel rilevare come nelle pseudosoluzioni la dispersione del solido non è accompagnata da variazione di temperatura, o “assorbimento di calorico”. In una soluzione vera infatti sciogliere un sale produce un abbassamento di calorico poiché il passaggio della sostanza che si scioglie dallo stato solido a quello di soluto necessita di calore che viene sottratto alla soluzione. “Nelle emulsioni adunque non si replicherà il calore della temperia come si suole osservare nelle soluzioni; né si svolgerà calorico nel momento della congruazione del corpo emulsionato a rovescio di quanto accade nelle cristallizzazioni” (pag. 420). Viene riportato a sostegno della sua affermazione la descrizione di come è stato condotto l'esperimento e la sua riproducibilità: la stessa esperienza fu infatti ripetuta nel Laboratorio di Chimica Teorica di Venezia dal Dott. Pisanello, il quale ottenne il medesimo risultato.

Il lavoro si conclude con un'ultima sezione intitolata proprio *Caratteri differenziali tra pseudosoluzioni, emulsioni, etc e le soluzioni vere*. Vengono per la prima volta elencate queste caratteristiche:

- i. la facile precipitabilità ad opera di sostanze saline;
- ii. l'inalterabilità delle temperie al momento di incorporare la sostanza emulsionabile o pseudosolubile;
- iii. la mancanza di variazione di volume complessivo.

Per quanto riguarda il primo aspetto Selmi riconosce che piccole dosi di alcuni sali provocano la precipitazione della materia pseudosciolta, ma questi sali variano di volta in volta con il cambiare della pseudosoluzioni.

L'assenza di cambiamento di temperatura, cui poco prima è stato dedicato ampio spazio, viene confrontata con la teoria di Gay-Lussac valida per le soluzioni vere.

Anche il terzo carattere viene confrontato con la teoria accettata dalla comunità scientifica per cui in una soluzione vera si verifica una diminuzione di volume rispetto alla somma dei due volumi aggiunti per creare una soluzione. Le ultime righe del lavoro si chiudono con la rivendicazione presso la comunità scientifica della originalità dei suoi lavori iniziati nel 1845 e portati avanti fino ad ottenere una sistematica presentazione. Non per vana gloria, ci avverte Selmi, rivendica la priorità temporale dei suoi lavori, ma perché sia noto che le sue idee sono anteriori anche al Trattato di chimica di Baudrimont, finito di uscire nel 1846, quindi posteriore di due anni al suo lavoro del 1845 [6].<sup>2</sup>

#### *Studi successivi*

Abbiamo già detto sopra come nel corso della sua carriera scientifica Selmi torna ad indagare questi fenomeni che lo hanno incuriosito. Nel 1850 infatti pubblica un articolo intitolato *Esperienze sul latte*,<sup>3</sup> che si apre richiamando all'attenzione del lettore come egli abbia già dall'aprile del 1846<sup>4</sup> iniziato a studiare sperimentalmente e teoricamente il latte e l'anno successivo presentò durante una conferenza un ulteriore lavoro sull'argomento [10]. Il lavoro sul latte di cui andiamo a dire è incentrato su cinque punti:

1. verificare la spiegazione di Liebig riguardo al motivo per cui il presame, cioè il caglio, coaguli il latte;
2. indagare l'azione di acidi e sali sul latte;
3. l'azione dei sali sulla caseina;
4. se la coagulazione accresca o diminuisca il volume della caseina;
5. chiarire se le materia di cui sono composti i contenitori del latte producano alterazione dello stesso, come supponeva il Bouchardt.

Selmi osserva che il presame coagula la caseina lasciando alcalino il siero e il coagulo stesso, per cui confuta la spiegazione del Liebig secondo il quale la coagulazione si debba ricercare nella trasformazione della lattina in acido lattico, per cui il latte, inacidito, si rappiglia. Per i nostri scopi possiamo anche osservare che diverse

<sup>2</sup> In particolare Selmi riporta l'esperienza di Hosserrfrazt riportata nel trattato *Systeme de chimie*, t. XIII, pag. 109, pubblicato a Parigi nel 1818 da Thompson.

<sup>3</sup> Accolto con altri lavori letti presso l'adunanza della Società di Agricoltura di Reggio il 21 maggio 1847 nel libro *Discorsi pronunciati*, tip. Vincenti, 1847.

<sup>4</sup> Raccolto anch'esso in un libro di cui l'autore non era in possesso del titolo, poiché ancora in stampa.



sostanze saline e acide coagulano il latte, ma questo lo si può nuovamente disciogliere e farle cagliare dal presame. Un lavoro, questo, dedicato dunque all'indagine delle somiglianze e differenza del comportamento del latte con le soluzioni false.

Dello stesso anno è anche il lavoro Sulla diffusione delle sostanze disciolte [10] in cui riprende e commenta un importante studio di Graham [4] di cui viene a conoscenza.

Selmi riporta come Graham abbia osservato come soluzioni albuminoidi siano poco diffusibili, espandendosi molto lentamente in acqua e in altri liquidi e attraversando a stento “membrane animali, la carta pergamenata e il generale le sostanze di tessitura non cristallina”. In nota alla prima pagina Selmi chiosa così: “Non ci fa meraviglia se l'albumina sia dotata di ristrettissima diffusibilità, essendo corpo *pseudosciolto* (il corsivo è dell'autore), e non però albergante nel liquido in quello stato di attenuazione grandissima, quasi *gazzosa* (corsivo dell'autore), onde vi si espandono le sostanze che sono solubili per soluzione vera. Sarebbe molto importante che s'indagasse la diffusibilità delle sostanze tutte che sono pseudosolubili o tenute per tali, e che sono emulsionabili, imperocché dalla loro inettitudine alla diffusione si potrebbe trarre buon argomento per definire come sogliono incorporarsi nei liquidi, se disciogliendovisi o pseudosciogliendovisi”.

Successivamente, curando le varie voci della sua enciclopedia di chimica, Selmi cataloga con precisione i fenomeni e le proprietà osservate sulle emulsioni, dimulsioni e pseudosoluzioni. Sono varie le voci in cui vengono richiamate le proprietà delle pseudosoluzioni: *Soluzione e pseudosoluzioni*, ovviamente, *sostanze proteiche, cianuro di ferro, adesione, caseina, e altre*. Vorrei sottolineare come alla voce, o articolo come si era soliti dire all'epoca, *soluzione*, nel paragrafo si rinvenga per la prima volta l'uso della parola colloide da parte di Selmi, vocabolo che sappiamo essere stato coniato da Graham nel 1861 [4] facendolo derivare dal greco *kòlla*.

In conclusione, vorrei sottolineare lo straordinario valore che le ricerche di Selmi hanno ancora oggi, sostenute da un rigore metodologico notevole che hanno permesso a questa poliedrica figura di iniziare lo studio di un settore della chimica di cui ancora oggi molto rimane da investigare. Inoltre, è fatto interessante e al contempo critico che Selmi venisse a conoscenza dei lavori di altri scienziati, pubblicati su riviste internazionali certamente più diffuse, in tempi brevi, mentre i suoi studi furono pubblicati su riviste nazionali e pertanto furono poco conosciuti dai ricercatori stranieri.

**Riassunto** – I sistemi colloidali sono stati studiati per la prima volta da Francesco Selmi. I suoi lavori sono stati di fondamentale importanza e ancora presentano grossi elementi di modernità. Selmi chiamò le soluzioni colloidali *pseudo-soluzioni* per distinguerle dalle soluzioni vere e proprie. Individuò tre fattori discriminanti le 2 classi di soluzioni:

1. La facile precipitabilità dovuta all'aggiunta di sali;
2. La mancanza di un gradiente di temperatura con la formazione di una pseudo-soluzione;
3. L'invarianza del volume totale.

Gli studi posteriori di Graham, dove fu proposta la parola *colloide*, furono conosciuti da Selmi che in opere posteriori, come l'*Enciclopedia di Chimica*, adottò la denominazione di colloide. Inoltre Selmi evidenziò anche i fenomeni che attualmente chiamiamo *coagulazione* e *assorbimento*.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Bizio B., *Intorno alle molecole e alla loro affinità*, Venezia, 1844.
- [2] Fremy, *Annales de Chim. et de Physique*, t. III, 3<sup>a</sup> serie.
- [3] Gay-Lussac, *Sur la coesion*, *Annales de Chim. et de Physique*.
- [4] Graham, *Philos. Magaz.*, febbraio 1850.
- [5] Guareschi I., *Memoria su Selmi*, 1911.
- [6] Selmi F., 1845a. Alcune considerazioni intorno a certi curiosi fenomeni notati da E. Fremy nella memoria sugli acidi metallici. *Nuovi Annuari di Scienze Naturali di Bologna*, 2, tomo III.
- [7] Selmi F., 1845b. *Studj sulla dimulsione di cloruro d'argento*. *Nuovi Annuari di Scienze Naturali di Bologna*, 2, tomo IV.
- [8] Selmi F., 1847. *Studio intorno alle pseudosoluzioni degli azzurri di Prussia ed all'influenza dei Sali nel guastarle*. *Nuovi Annuari di Scienze Naturali di Bologna*, tomo VIII.
- [9] Selmi F., 1870. *Enciclopedia di chimica*, UTET Torino e successive ristampe.
- [10] Selmi F., 1850. *Sulla diffusione delle sostanze disciolte*, *Annuari di Majocchi*, tomo II.