

## Preparare il reattivo di Fehling: uno stimolo all'osservazione

PIER ANTONIO BIONDI\*

### Riassunto

Quando si aggiunge lentamente una soluzione diluita di ioni rameici ad una soluzione fortemente alcalina di ioni tartrato (preparazione del reattivo di Fehling), si può osservare un precipitato di idrossido rameico che scompare in seguito ad una energica agitazione. Questa semplice esperienza fornisce agli studenti l'opportunità di migliorare il loro spirito di osservazione. Le descrizioni dell'esperimento fornite dagli studenti mettono in risalto una scarsa conoscenza della corretta terminologia e difficoltà nella comprensione della teoria relativa.

### Abstract

When we slowly add a diluted aqueous solution of cupric ions to an highly basic solution of tartrate ions (preparation of Fehling reagent), we can see a cupric hydroxyde precipitate which disappears after a vigorous shaking. This simple test gives the students a chance to improve their power of observation. Students reports describing the experiment emphasize a poor knowledge of the right chemical terms and difficulties in understanding the related theory.

### Introduzione

Spesso le esercitazioni di laboratorio sono vissute dagli studenti come un impegno obbligatorio che consiste nell'esecuzione di un esperimento sulla base di una ricetta fornita dal docente; lo scopo da perseguire è quello di essere corretti nella manualità prescritta e constatare che il risultato sia quello atteso. E' ovvio che le finalità dovrebbero anche essere lo sviluppo delle capacità di osservare (anche i particolari apparentemente marginali), descrivere con linguaggio appropriato i fenomeni e cercare di spiegarli tramite i concetti teorici a disposizione.

Nei corsi universitari ad indirizzo non chimico, le esperienze pratiche proposte agli studenti sono naturalmente poche, per cui ogni occasione va sfruttata appieno, in modo da stimolare negli studenti l'osservazione attenta e critica degli esperimenti e la capacità di ipotizzare dei motivi teorici che spieghino quello che si vede. Non essendo, in genere, le ore a disposizione sufficienti per una trattazione esauriente degli argomenti, ogni singolo passaggio delle esercitazioni deve essere lo spunto per considerazioni che richiamino i concetti già noti e ne introducano di nuovi.

\* Dipartimento di Scienze e Tecnologie Veterinarie per la Sicurezza Alimentare. Via Celoria 10 - 20133 Milano

e-mail : pierantonio.biondi@unimi.it  
tel : 02 50317930 fax : 02 50317941

In questa comunicazione si vuole a) proporre una semplice operazione di laboratorio come occasione per stimolare l'attenzione degli studenti, a cui viene richiesto di descrivere l'esperimento e b) commentare le risposte fornite da matricole universitarie, che mettono in evidenza alcune loro lacune, talvolta sottovalutate.

### L'esperimento proposto

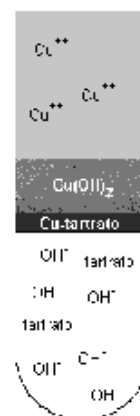
Come unica esperienza di laboratorio di Chimica Organica è stata proposta agli studenti una esercitazione semplice, rapida ed, al tempo stesso, significativa rispetto al programma teorico incentrato sulle sostanze naturali: la determinazione qualitativa dei carboidrati riducenti tramite il saggio di Fehling.

Come è noto, per effettuare tale saggio, bisogna preparare il reattivo a partire da due soluzioni approntate in precedenza. In questo caso è stata usata una soluzione 0,25 M di tartrato di sodio e potassio in soda caustica 3M ed una soluzione 0,06 M di solfato

rameico. È stato raccomandato agli studenti di porre prima nella provetta destinata a contenere il reattivo finale 5 ml della soluzione alcalina di ioni tartrato (più densa) e di aggiungere poi, MOLTO LENTAMENTE (facendola colare sulla parete della provetta) la soluzione di ioni rameici (meno densa). Si ottiene così la miscela schematizzata nella figura, in cui, a livello della superficie di contatto delle due soluzioni, si forma un precipitato fioccoso di idrossido rameico, sotto il quale appare uno strato azzurro, dove si comincia a formare il complesso rame-tartrato. Solo dopo una energica agitazione il precipitato di idrossido rameico scompare e la soluzione risulta limpida e dal colore azzurro uniforme. Solo a titolo di cronaca, il reattivo è stato poi usato per saggiare soluzioni di glucosio, di saccarosio tal quale e di saccarosio trattato per qualche minuto a caldo con acido cloridrico.

### Gli studenti

Sono stati coinvolti nell'esperienza, quasi al termine del primo semestre, alla fine del corso di Chimica e Propedeutica Biochimica, gli studenti del primo anno del Corso di Laurea in Medicina Veterinaria (che, essendo rimasta di cinque anni, deve chiamarsi "Specialistica"). La quasi totalità di tali studenti non aveva mai preparato il reattivo di Fehling. Pur avendo appena seguito le lezioni di Chimica Generale e quasi tutte quelle di Chimica Organica (per 40 ore complessive), non avevano alcuna conoscenza teorica sui composti di coordinazione in generale ed in particolare sul per-



ché della colorazione dei composti dei metalli di transizione. Ai 160 di essi ( divisi in quattro turni), che hanno partecipato all'esercitazione pratica, è stato chiesto di restituire, al termine della prova, un questionario su cui erano state loro poste due domande:

a) descrivere nel modo più dettagliato possibile quanto avevano osservato al momento dell'aggiunta delle due soluzioni e dopo il loro mescolamento;

b) proporre qualche spiegazione plausibile di quanto osservato sulla base di due informazioni fornite al momento:

- 1) l'insolubilità dell'idrossido rameico in ambiente alcalino;
- 2) la differente colorazione dei complessi che gli ioni rameici formano con le molecole di acqua e con gli ioni tartrato.

### Risultati

In tutte le prove sono puntualmente avvenute la separazione delle due soluzioni, la precipitazione dell'idrossido rameico a livello della superficie di separazione e la formazione di una alona azzurro sottostante.

L'analisi dei questionari ha messo in risalto alcune rilevanti lacune:

- 1) solo il 15% degli studenti ha definito correttamente l'idrossido rameico come precipitato oppure come solido fioccoso oppure come sospensione. La maggioranza degli studenti non ha descritto (e sembra non abbia nemmeno visto) un solido, ma "una soluzione o uno strato più densi";
- 2) molti studenti hanno confuso l'alona più scuro ( azzurro) di rame-tartrato con il precipitato (celeste) di idrossido rameico, che, apparendo più chiaro, è stato considerato ancora soluzione di ioni rameici;
- 3) diffuse improprietà di linguaggio nel descrivere le diverse fasi della miscela: "soluzione solubile (o insolubile) in acqua", "emulsione", "anello oleoso", "soluzione in sospensione (o che precipita)". Alcuni studenti hanno chiamato "bianca" la soluzione incolore di ioni tartrato;
- 4) riguardo alle possibili spiegazioni teoriche, molti studenti hanno messo in risalto che "l'agitazione facilita le reazioni", ma nessuno ha sottolineato che, a causa delle differenti concentrazioni di ioni idrossido e tartrato, prima si forma idrossido rameico e, solo in un secondo tempo, il complesso rame-tartrato. Molti studenti hanno descritto come protagonisti dei fenomeni solo gli ioni rameici (gli ioni rameici "non si emulsionano", "perdono la loro solubilità (o insolubilità)", "restano in sospensione", "si depositano"), senza considerare i diversi composti che in realtà entrano in gioco ( complessi con leganti diversi ed idrossido insolubile).

### Discussione

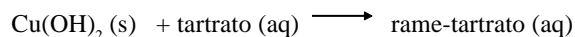
La semplice aggiunta di una soluzione ad un'altra nella preparazione del reattivo di Fehling permette di rendere evidenti in modo efficace alcune problematiche di carattere sia pratico che teorico:

1) l'importanza della omogeneità delle soluzioni. Accade spesso che, nel preparare soluzioni sciogliendo un solido o mescolando due liquidi di diversa densità, i principianti dimentichino di agitare energicamente le miscele ottenute, anche se limpide: il risultato è che la concentrazione non è uniforme ed i prelievi non sono riproducibili. Nell'esperimento descritto questo fenomeno è evidenziato dalla comparsa di un precipitato e da colorazioni diverse che dimostrano la disomogeneità della miscela, ma lo stesso fenomeno può accadere con reagenti incolore e limpidi;

2) la probabilità che due specie chimiche si incontrino è proporzionale alle loro concentrazioni. Quindi la probabilità che

uno ione rameico, diffondendo nella soluzione alcalina di ioni tartrato, incontri uno ione idrossido ( 3 M) è  $3/0,25=12$  volte maggiore della probabilità che incontri uno ione tartrato ( 0,25 M), per cui inizialmente precipita l'idrossido rameico e solo in un secondo tempo si forma il complesso rame-tartrato;

3) gli equilibri eterogenei. La formazione del complesso molto stabile rame-tartrato sequestra gli ioni rameici e provoca la dissoluzione dell'idrossido rameico secondo lo schema



Le risposte degli studenti hanno, d'altro lato, messo in risalto alcune lacune nel bagaglio di cultura chimica fornito dagli studi liceali ( la maggioranza delle matricole proveniva dal liceo scientifico); tali lacune sono state sottovalutate e non colmate durante le lezioni universitarie.

1) Difficoltà nell'uso della corretta terminologia nel descrivere le diverse fasi della materia protagonista dell'esperimento; i termini "soluzione", "sospensione", "emulsione", "precipitazione", "eterogeneo", "denso" vengono usati, nella maggioranza dei casi, in modo del tutto inappropriato.

2) Incapacità di riconoscere nel precipitato fioccoso di idrossido rameico un solido, cioè cristalli più o meno grandi; molti studenti non hanno per nulla fatto intravedere, nella descrizione dell'esperimento, la comparsa di una nuova fase solida.

3) Difficoltà nel cogliere nei fenomeni macroscopici osservati ( comparsa e scomparsa di un precipitato, mutamento di un colore) i segnali di reazioni chimiche. Nelle descrizioni degli studenti sembra che una sola specie chimica ( nel caso specifico gli ioni rameici) possa cambiare fase e colore senza subire trasformazioni chimiche, cioè dare luogo a composti diversi.

È evidente che in gran parte queste difficoltà derivano, da un lato, dalla mancanza di allenamento nel descrivere immediatamente un esperimento e, dall'altro, dalle scarse (o addirittura assenti) conoscenze riguardo ad alcuni argomenti fondamentali, quali la teoria dei composti di coordinazione; è, per esempio, difficile convincere chi ha sempre visto scritto lo ione rameico come  $\text{Cu}^{++}$  isolato che la specie chimica realmente presente in soluzione acquosa è un composto vero e proprio con legami covalenti tra atomi di ossigeno e lo ione rameico, che risponde alla formula  $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{++}$ .

Appare comunque anche chiaro che la preparazione scientifica di base fornita dalla scuola media superiore non ha stimolato gli studenti all'osservazione, alla visione critica di qualsiasi trasformazione macroscopica ed alla correttezza espressiva. Sono rilievi che devono fare riflettere. Per un verso dobbiamo fare capire ai giovani che i progressi nella ricerca si basano spesso sull'osservazione meditata di fenomeni che possono apparire più marginali. Per un altro verso non dobbiamo suggerire la falsa idea che la proprietà di linguaggio è un impegno doveroso solo nelle materie umanistiche. La fatica nel trovare i termini corretti per descrivere quello che si vede è il primo passaggio obbligato per mettere ordine nella sequenza logica che permetterà il tentativo di interpretare i fenomeni osservati.

In conclusione questa semplice esperienza didattica ha dimostrato come anche i più semplici passaggi di una esercitazione pratica possono fornire l'occasione per stimolare negli studenti la capacità di osservare i fenomeni e di autovalutare criticamente le proprie lacune.