

LA SERIAZIONE ELETTROCHIMICA DEGLI ELEMENTI

FRANCESCO GIULIANO*

francesco.giulianolt@libero.it

Riassunto: questo intervento, basato sul metodo induttivo, propone un approccio alternativo allo studio della serie elettrochimica di alcuni elementi metallici. Questo tipo di insegnamento è stato proposto agli studenti di una seconda classe di un ITG, divisi in gruppi (secondo il metodo Cooperative Learning). La realizzazione qualitativa della serie elettrochimica di alcuni elementi metallici è stata eseguita sulla base dei risultati ottenuti sperimentalmente e riportati su di una tabella dagli studenti. L'analisi della tabella e la somministrazione di idonee domande hanno consentito loro in modo agevole l'apprendimento del processo che governa il fenomeno elettrochimico.

Abstract: this project, based on the inductive method, proposes an alternative approach in order to study the electrochemistry series of some metal elements. This type of teaching has already been proposed to students of Second Year Class at ITG (Technical High School), divided in groups (Cooperative Learning method).

The quality realization of the electrochemistry series of some metal elements was made on the base of the results empirically obtained and written on a table by the students. From this analysis they discovered the law that is on the base of the electrochemistry process.

Scelta del metodo

Una classe seconda di un Istituto Tecnico per Geometri è stata suddivisa in sei gruppi di tre-quattro studenti ciascuno mediante un'indagine sociometrica** che ha permesso di costruire un opportuno sociogramma [1]. Ogni gruppo, denominato con il simbolo dell'elemento metallico assegnato: 1° gruppo: Al; 2° gruppo: Cu; 3° gruppo: Fe; 4° gruppo: Pb; 5° gruppo: Ag; 6° gruppo: Zn, ha lavorato secondo il metodo del Cooperative Learning [2], in cui il docente, come si evince dalla descrizione dell'esperienza, ha assunto "il ruolo di facilitatore, organizzatore e guida dell'apprendimento creando le condizioni di un apprendistato cognitivo" [3].

Dopo aver problematizzato il fenomeno da studiare e definito gli obiettivi più importanti, sia generali che specifici, sono state individuati, in seguito a una discussione in classe provocata dal docente, le conoscenze teoriche e sperimentali e i concetti preliminari relativi all'argomento di cui gli studenti devono essere in possesso per condurre la prova [4], [5].

La durata prevista dell'intervento è stata di tre ore complessive, comprensive di lezione frontale, di prova sperimentale, di compilazione della tabella sinottica, di discussione guidata per la compilazione delle tabelle e per le conclusioni.

Sono stati come di consueto predisposti gli strumenti e materiali previsti e le sostanze da utilizzare.

Ad ogni gruppo, inoltre, è stato assegnato il compito di preparare 500 mL di una soluzione 0,2M del sale corrispondente all'elemento assegnatogli, sono state date sette bacchette/lamine del metallo corrispondente al gruppo, è stato detto di prelevare 50 mL di ognuna delle sei soluzioni di sali 0,2M preparate, è stato detto di immergere ogni bacchetta o lamina in ognuna delle sette soluzioni già preparate e di osservare il fenomeno, è stato suggerito di annotare l'osservazione effettuata, dopo circa un quarto d'ora, nella casella della seguente tabella, corrispondente alla soluzione in cui è stato immerso il metallo X ad esso assegnato:

soluzione 0,2 M di	Elemento X(s)
$Al^{3+}(aq)$, ($AlBr_3 \cdot 6H_2O$)	
$Cu^{2+}(aq)$, ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	
$Fe^{2+}(aq)$, ($FeSO_4 \cdot 5H_2O$)	
$Pb^{2+}(aq)$, [$Pb(NO_3)_2$]	
$Ag^+(aq)$, ($AgNO_3$)	
$Zn^{2+}(aq)$, ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	

* Già docente di Chimica presso ITG "A.Sani" di Latina e Supervisore SSIS-Lazio, ind. SN, Università Roma 3.

**L'indagine sociometrica si basa sull'analisi delle risposte date dagli studenti su domande tipo (intronò a 4) tali da non suscitare resistenze di carattere psicologico. Dall'analisi seguendo una procedura particolare derivano i diversi ruoli ricoperti dagli studenti della classe, basati sulla spontaneità dei rapporti interpersonali (ad es. individui isolati, trascurati, coppie, catene, popolari, leader, ecc.). Tali ruoli permettono di costituire gruppi coesi.

La seriazione elettrochimica degli elementi

Il gruppo che ha avuto maggior successo, nel senso che ha ottenuto più indizi, è stato quello denominato Al e che è stato rifornito soltanto di lamine di alluminio.

Il gruppo che, invece, non ha potuto fare nessuna osservazione significativa è stato quello denominato Ag e che è stato rifornito di oggetti raccolti dagli studenti medesimi (monetine, medagliette, catenine, segnalibro, ecc.) di argento.

Tutti gli altri gruppi si sono posti in posizioni intermedie tra i gruppi indicati con i suddetti metalli, Al e Ag.

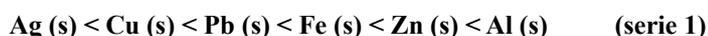
In definitiva sono state preparate complessivamente 36 soluzioni in altrettanti becher; ogni gruppo, infatti, aveva rispettivamente 6 soluzioni delle specie ioniche indicate nella colonna della tabella assegnatagli, ed ha riportato i risultati ottenuti nella seguente **tabella sinottica**:

soluzione acquosa 0,2 M di	Al(s)	Cu(s)	Fe(s)	Pb(s)	Ag(s)	Zn(s)
Al ³⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio
Cu ²⁺ (aq)	Formazione di... solido nero → rosso (Cu)	Nessuno indizio	Formazione di... solido nero → rosso (Cu)	Formazione di... solido nero → rosso (Cu)	Nessuno indizio	Formazione di... solido nero → rosso (Cu)
Fe ²⁺ (aq)	“solido nero (Fe)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	“solido nero (Fe)
Pb ²⁺ (aq)	” solido nero (Pb)	Nessuno indizio	” solido nero (Pb)	” solido nero (Pb)	Nessuno indizio	“solido nero (Pb)
Ag ⁺ (aq)	“solido grigio → nero (Ag)	“solido grigio → nero (Ag); la soluzione si colora in celeste	“solido grigio → nero (Ag)	“solido grigio → nero (Ag)	Nessuno indizio	“solido grigio → nero (Ag)
Zn ²⁺ (aq)	“ solido grigio (Zn)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio

Tenendo conto della tabella sinottica, gli studenti di ogni gruppo alla domanda:

- “Quale metallo non ha dato alcun indizio?”, hanno facilmente risposto “Ag”;
- “Quale metallo ha dato il maggior numero di indizi?”, hanno facilmente risposto “Al”;
- “Quale metallo ha reagito con la soluzione contenente lo ione ad esso corrispondente?”, hanno risposto “nessuno”;
- “Quale metallo è il meno reattivo?”, hanno facilmente risposto “Ag”;
- “Quale metallo è il più reattivo?”, hanno facilmente risposto “Al”;
- “Sulla base delle risposte date, sapreste costruire, usando il segno < (minore), la serie di tutti i metalli utilizzati, a partire dall’argento (meno reattivo), secondo l’ordine crescente del numero di reazioni date da ciascun elemento, via via fino ad arrivare all’alluminio (più reattivo) che ha dato il maggior numero di reazioni?” Risposta: Ag < Cu < Pb < Fe < Zn < Al

Sulla base di quest’ultima risposta è stata ricavata da tutti i gruppi la seguente serie:



Sono state, quindi, poste le seguenti domande:

- “ Sulla base della serie 1 quale metallo ha minor tendenza ad ossidarsi (ovvero a essere corrosivo)?”, risposta “Ag”.
- “ ... e quale metallo manifesta maggior tendenza ad ossidarsi”, risposta “Al”.

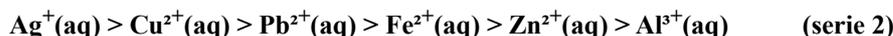
Prendendo, poi, in considerazione le soluzioni ioniche, invece, è risultato che gli studenti alla domanda:

- “Quale soluzione ha dato il maggior numero di indizi?”, hanno risposto “la soluzione di Ag⁺(aq)”;
- “Quale soluzione ha dato il minor numero di indizi?”, hanno risposto “la soluzione di Al³⁺(aq)”;
- “Quale soluzione ha reagito con il metallo ad esso corrispondente?”, hanno risposto “nessuna”;
- “Quale soluzione è risultata più reattiva?”, hanno risposto “la soluzione di Ag⁺(aq)”;

- “Quale soluzione è risultata meno reattiva?”, hanno risposto “la soluzione di $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ ”;
- “Sapreste costruire, usando il segno $>$ (maggiore), la serie di tutte le specie ioniche considerate, a partire dalla soluzione di argento $\text{Ag}^+(\text{aq})$ (più reattiva), che ha dato il maggior numero di reazioni, via via fino ad arrivare alla soluzione di alluminio $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ (meno reattiva)?”

Risposta: $\text{Ag}^+(\text{aq}) > \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) > \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) > \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) > \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) > \text{Al}^{3+}(\text{aq})$.

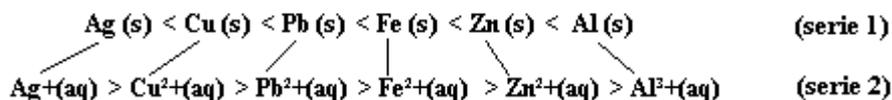
Sulla base di quest'ultima risposta è stata ricavata da tutti i gruppi la seguente serie:



Sono state, quindi, somministrate le seguenti domande:

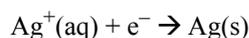
- “Sulla base della serie 2 quale specie ionica ha maggior tendenza a ridursi?”, risposta “ $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ”;
- “... e quale specie ionica ha minor tendenza a ridursi?”, risposta “ $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ ”.

Dato che lo ione positivo (o catione) è un atomo che ha perduto uno o più dei suoi elettroni, confrontando le due serie (1) e (2):

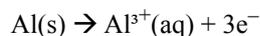


gli studenti hanno notato, innanzitutto, che le due serie mostravano una similitudine nel susseguirsi dei simboli, accoppiando al metallo la rispettiva specie ionica senza tener conto dei segni $<$ e $>$, e poi, dalla discussione collettiva, sono pervenuti alle seguenti conclusioni:

- tra tutte le specie ioniche considerate, quella che ha manifestato maggiore tendenza ad acquistare elettroni è stato lo ione $\text{Ag}^+(\text{aq})$ che, in tal modo, si è trasformato in atomo di Ag venendo a contatto con uno dei metalli i cui ioni lo seguono nella **serie 2**; lo ione $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ha subito la semireazione di riduzione acquistando dunque un elettrone da una delle specie atomiche della **serie 1**:



- ogni specie ionica in soluzione, che nella **serie 2** occupa una determinata posizione, ha manifestato tendenza ad acquistare elettroni dal metallo della **serie 1** corrispondente alla specie ionica che la segue nella **serie 2**;
- ogni metallo, che nella **serie 1** occupa una data posizione, ha manifestato, viceversa, tendenza a cedere elettroni alla specie ionica della **serie 2** corrispondente al metallo che lo precede nella **serie 1**;
- tra tutte le specie atomiche quella più reattiva è stata quella dell'Al con la maggior tendenza a perdere elettroni trasformandosi in $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$, venendo a contatto con qualunque specie ionica della **serie 2** corrispondente ai metalli che lo precedono nella **serie 1**:



Somministrando quindi le seguenti due tabelle, compilate dal docente soltanto nella prima colonna a sinistra e nella prima riga in alto, gli studenti le hanno completate in questo modo sulla base delle suddette considerazioni:

La soluzione di ioni	reagisce con	trasformandosi in	e producendo
$\text{Ag}^+(\text{aq})$	$\text{Cu(s)}, \text{Pb(s)}, \text{Fe(s)}, \text{Zn(s)}, \text{Al(s)}$	Ag(s)	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}), \text{Pb}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Zn}^{2+}(\text{aq}), \text{Al}^{3+}(\text{aq})$
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Pb(s)}, \text{Fe(s)}, \text{Zn(s)}, \text{Al(s)}$	Cu(s)	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Zn}^{2+}(\text{aq}), \text{Al}^{3+}(\text{aq})$
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Fe(s)}, \text{Zn(s)}, \text{Al(s)}$	Pb(s)	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Zn}^{2+}(\text{aq}), \text{Al}^{3+}(\text{aq})$
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Zn(s)}, \text{Al(s)}$	Fe(s)	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}), \text{Al}^{3+}(\text{aq})$
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$	Al(s)	Zn(s)	$\text{Al}^{3+}(\text{aq})$
$\text{Al}^{3+}(\text{aq})$	-	-	-

La seriazione elettrochimica degli elementi

L'elemento	reagisce con	trasformandosi in	e producendo
Al(s)	Ag ⁺ (aq), Cu ²⁺ (aq), Pb ²⁺ (aq), Fe ²⁺ (aq), Zn ²⁺ (aq)	Al ³⁺ (aq)	Ag(s),Cu(s),Pb(s),Fe(s),Zn(s)
Zn(s)	Ag ⁺ (aq), Cu ²⁺ (aq), Pb ²⁺ (aq), Fe ²⁺ (aq)	Zn ²⁺ (aq)	Ag(s) ,Cu(s), Pb(s),Fe(s)
Fe(s)	Ag ⁺ (aq), Cu ²⁺ (aq), Pb ²⁺ (aq)	Fe ²⁺ (aq)	Ag(s),Cu(s), Pb(s)
Pb(s)	Ag ⁺ (aq), Cu ²⁺ (aq)	Pb ²⁺ (aq)	Ag(s),Cu(s)
Cu(s)	Ag ⁺ (aq)	Cu ²⁺ (aq)	Ag(s)
Ag(s)	-	-	-

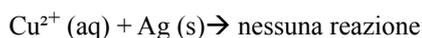
Successivamente alla seguente domanda: “Alla luce di questi risultati, prendendo la **tabella sinottica**, siete in grado di riordinarla riportando nella prima riga in alto la **serie 1**, nella prima colonna a sinistra la **serie 2** e nelle caselle i risultati sperimentali relativi alle coppie ione/metallo o viceversa?”:

soluzione acquosa 0,2M di	Ag(s)	Cu(s)	Pb(s)	Fe(s)	Zn(s)	Al(s)
Ag ⁺ (aq)	Nessuno indizio	“solido grigio → nero (Ag); la soluzione si colora in celeste	“solido grigio → nero (Ag)			
Cu ²⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	formazione di solido nero → rosso (Cu)			
Pb ²⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	formazione di solido nero (Pb)	formazione di solido nero (Pb)	formazione di solido nero (Pb)
Fe ²⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	formazione di solido nero (Fe)	formazione di solido nero (Fe)
Fe ²⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	formazione di solido grigio (Zn)
Al ³⁺ (aq)	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio	Nessuno indizio

Gli studenti, dopo la compilazione della **tabella**, hanno notato, a conferma di quanto detto precedentemente, che:

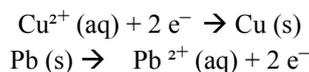
1. essa risultava divisa in due parti:
 - a. una parte le cui caselle (in colore grigio) riportano la dicitura “nessun indizio”, e
 - b. l'altra parte le cui caselle (in bianco) riportano i risultati delle osservazioni effettuate;
2. alle caselle in grigio corrispondevano coppie ione/metallo che non davano nessuna reazione:

per esempio

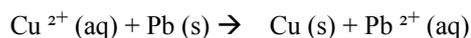


alle caselle bianche corrispondevano coppie ione/metallo con lo ione che, dando la semireazione di riduzione per l'acquisto di elettroni, si trasformava nella corrispondente specie atomica (come deposito sulla lamina metallica), mentre il metallo, al contrario, ossidandosi, cioè liberando lo ione in soluzione per perdita di elettroni, subiva la corrosione:

per esempio per la coppia Cu²⁺(aq)/Pb(s) si hanno le seguenti semireazioni, rispettivamente di riduzione del rame e di ossidazione del piombo



dalla cui addizione si ottiene la reazione di ossido-riduzione



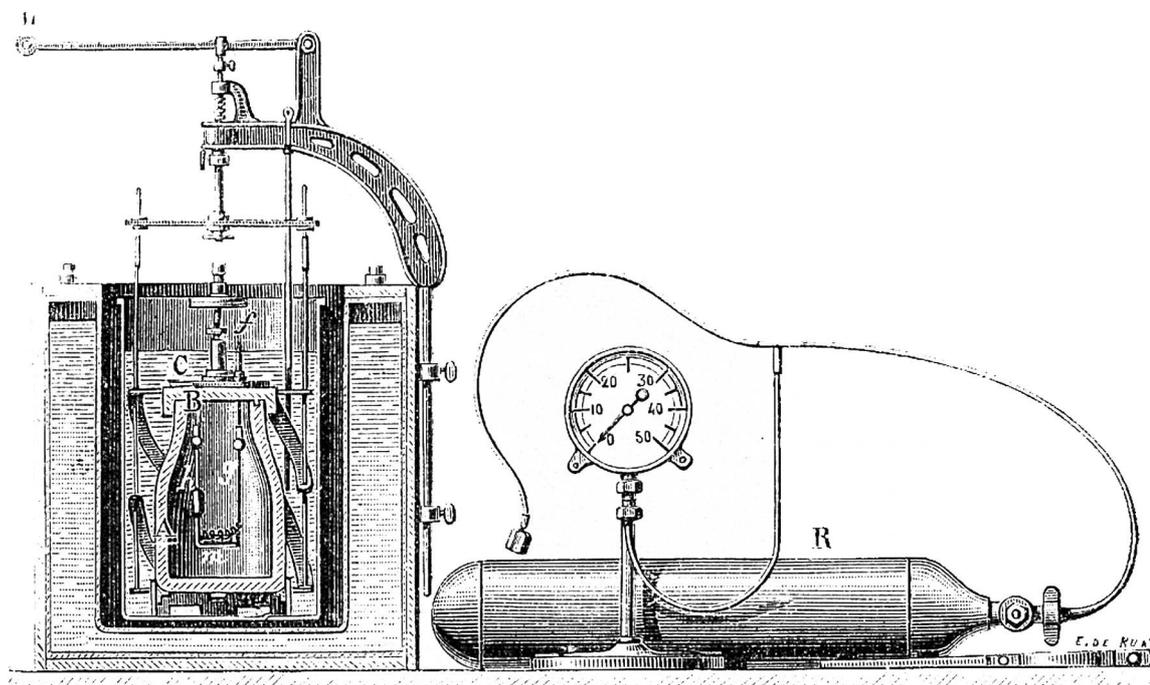
In tal caso, quindi, il metallo che subisce la corrosione è il piombo.

Conclusioni

La serie elettrochimica degli elementi è un argomento che presenta notevoli difficoltà di apprendimento per gli studenti di un biennio della scuola secondaria superiore. Con questo metodo, invece, esso è risultato accessibilissimo concettualmente, se pur in termini qualitativi. I risultati ottenuti, tuttavia, hanno costituito una premessa per il successivo studio quantitativo dei processi elettrochimici. Lavorando nel gruppo cooperativo e confrontando i dati sperimentali con gli altri gruppi, gli studenti hanno acquisito, innanzitutto, uno strumento di lavoro valido per estendere la serie elettrochimica ad altri elementi. Lo hanno fatto operando allo stesso modo con altri metalli e preparando le soluzioni dei rispettivi composti ionici. Hanno avuto così uno stimolo necessario per l'acquisizione graduale di una prassi che li porti a "*sapere imparare per tutta la vita*", collaborando con gli altri.

Bibliografia

- [1] Sadi Marhaba, *Guida alla sociometria nella scuola*, Giunti Barbèra, Milano, 1977
- [2], [3] Mario Comoglio, *Insegnare educando. Apprendere ed applicare il Cooperative Learning*, LAS, Roma, 1988
- [4] N.W. Henry, D.L. Moody, R.F. Puddephatt, R. Freddi, *Chimica*, in *Esperimenti di laboratorio*, terza parte, Loescher, Milano, 1981, pp. 165-166
- [5] Delors e altri, *Nell'educazione un tesoro*, Roma, Unesco, Armando, 1996.



Obus calorimétrique.