

Non solo puzza, ovvero come rivelare qualcosa che non si vede!

ANTONELLA CASARINI (*)

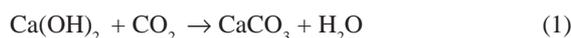
Riassunto: con una semplice esperienza di laboratorio è possibile evidenziare la presenza di CO e CO₂ nei gas di scarico dei motori e fare considerazioni utili sia didatticamente che da un punto di vista dell'educazione ambientale dei ragazzi. Questa esperienza si può svolgere sia nelle scuole medie di secondo grado e con un interessante adattamento nelle scuole medie di primo grado.

1. Introduzione

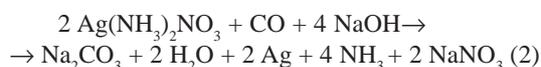
Ci sono alcune reazioni, molto semplici da eseguire, che permettono ai ragazzi di rivelare la presenza di sostanze che, essendo prive di colore e di odore, sfuggono alla loro percezione.

Nella nostra scuola, al biennio ITI e Liceo Scientifico Tecnologico, da alcuni anni svolgiamo un'esperienza di laboratorio [1] che permette di rivelare la presenza di anidride carbonica e ossido di carbonio nel fumo di sigaretta, sfruttando una metodica già messa a punto dal gruppo di Didattica Chimica dell'Università di Cagliari [2]. La semplicità di questa esperienza ne ha permesso l'estensione anche ad altri fumi, in particolare ai gas di scarico di auto e moto. Si tratta ovviamente di esperienze di tipo qualitativo, ma questo non impedisce di fare considerazioni mediante confronto semi quantitativo fra più prove.

La metodica è molto semplice: basta far gorgogliare, convogliandoli con un imbuto ed aspirandoli con una siringa, i fumi di scarico di un motore (di un ciclomotore di uno studente o dell'auto dell'insegnante, ad esempio) in una soluzione satura di Ca(OH)₂, per rivelare la presenza di anidride carbonica, che reagisce secondo la reazione (1).



In questo modo la formazione di un solido bianco polveroso permette di identificare la presenza di anidride carbonica. La presenza di ossido di carbonio nei gas viene invece evidenziata facendolo reagire, sempre utilizzando la stessa attrezzatura, con una soluzione di complesso ammoniacale dell'argento, secondo la reazione (2).



In questo caso il prodotto della reazione è argento in forma colloidale: si forma quindi un miscuglio eterogeneo grigio, tanto più scuro e torbido quanto maggiore è la quantità di ossido di carbonio prodotto dalla combustione ed aspirato nel corso dell'esperienza.

Questa esperienza si è svolta nell'ambito di un progetto che coinvolge GeoLab Santerno e numerose scuole Medie e Superiori; inoltre ha ricevuto un contributo INFEA 2003/04 dalla Regione Emilia Romagna.

2. Parte sperimentale

Materiale occorrente per le due prove:

- ☐ tre beute da 250 mL (una serve per la preparazione) con i relativi tappi di gomma
- ☐ un tappo forato collegato mediante due tubi di gomma a due tubi di vetro piegati, uno lungo, che peschi sul fondo della beuta, e uno corto, che arrivi appena sotto al tappo.
- ☐ una siringa da 50 mL collegata, mediante un raccordo ad Y di polietilene, al tubo di gomma corto uscente dal tappo
- ☐ un imbuto di vetro innestabile nel tubo di gomma
- ☐ carta da filtro
- ☐ un matraccio o un pallone tarato da 100 mL
- ☐ una pipetta graduata da 5 mL
- ☐ una pipetta tarata da 20 mL
- ☐ una propipetta
- ☐ AgNO₃ solido
- ☐ NH₃ soluzione acquosa al 10% in peso (5,6 mol/L)
- ☐ NaOH soluzione acquosa al 8% in peso (~ 2,2 mol/L)
- ☐ Ca(OH)₂ solido (una punta di spatola)
- ☐ acqua distillata

L'assemblaggio del materiale è illustrato nella figura 1.



Figura 1: Dispositivo per la rivelazione di inquinanti nei gas di scarico.

Individuazione della presenza di CO₂

Si devono far gorgogliare i gas di scarico, aspirandoli con una siringa, dentro una beuta contenente una soluzione satura di idrossido di calcio (acqua di calce): si forma del carbonato di calcio, sotto forma di polverina bianca, secondo quanto indicato nell'equazione (1):

∅ in una delle beute si introducono circa 100 mL di acqua distillata, quindi aggiungere una punta di spatola di Ca(OH)₂ solido, tappare ed agitare: Ca(OH)₂ è poco solubile e ne basta poco per formare una soluzione satura: il liquido tende ad intorbidirsi perché il soluto reagisce con l'anidride carbonica sciolta nell'acqua distillata, quindi non si può utilizzare direttamente questa prima miscela;

∅ mettere carta da filtro su in un imbuto e disporlo sulla seconda beuta, quindi filtrare il liquido e tappare immediatamente. Questa soluzione deve essere preparata poco prima dell'utilizzo;

∅ utilizzare questa soluzione per fare la prova sui gas di scarico, aspirando circa 1 L di aria (cioè aspirare 20 volte con la siringa) collegando il tubo con l'imbuto e ponendolo vicino al dispositivo di uscita del gas di scarico. L'intorbidimento del liquido e la deposizione di un solido sono la prova della presenza di CO₂ nel gas di scarico. Finita l'analisi tappare la beuta.

∅ La formazione di una quantità maggiore o minore di deposito ci fornisce una idea della concentrazione di anidride carbonica presente nel gas.

Individuazione della presenza di CO

Si sfrutta la reazione di ossidoriduzione del monossido di carbonio con un sale d'argento, indicata nell'equazione (2) Anche in questo caso si osserva la formazione di un solido, Ag, che in ambiente basico si presenta come un colloide nero, pertanto la colorazione va dal grigio chiaro, in presenza di poco CO nel gas, al nero, in caso di grosse quantità.

Come nel caso precedente, inoltre, non si riesce a misurare la concentrazione dell'inquinante, ma si può fare un confronto tra misure diverse eseguite contemporaneamente:

∅ pesare su un foglietto di carta 0.17 g di AgNO₃ solido, trasferirlo con l'imbuto nel matraccio e lavare con poca acqua distillata.;

∅ aggiungere 3,6 mL (prelevati e misurati con la pipetta graduata o con il cilindro piccolo) di soluzione di NH₃, chiudere il matraccio e agitare: questa fase è la più critica, infatti se non si forma correttamente il complesso ammoniacale, nella fase successiva si forma del precipitato di idrossido di argento e la miscela è da buttare.;

∅ aggiungere 20 mL di soluzione di NaOH prelevati e misurati con la pipetta tarata da 20 mL;

∅ portare a volume con acqua distillata, tappare il matraccio e agitare: si può conservare questa soluzione, tappata e al buio, per qualche ora. Se dopo aver portato a volume, la miscela risulta grigia o torbida, significa che o il passaggio precedente non è stato eseguito correttamente, o che la soluzione di ammoniaca non è alla concentrazione richiesta;

∅ al momento dell'analisi trasferire nella beuta e tappare immediatamente: stappare solo al momento del prelievo;

∅ utilizzare questa soluzione per fare la prova sui gas di scarico, come nel caso precedente. Si può utilizzare lo stesso tubo di prima, però lavararlo con la spruzzetta dell'acqua distillata prima di immergerlo nel liquido. Finita l'analisi tappare la beuta;

∅ la maggiore o minore torbidità ci fornisce una idea della

concentrazione dell'ossido di carbonio nel gas.

3. Alcuni aspetti interessanti e l'esperienza della peer education

Si possono visualizzare fenomeni chimici legati all'esistenza di sostanze di cui i ragazzi sentono continuamente parlare (ad esempio nel corso di Scienze della Terra), ma che appunto non riescono a percepire: ad esempio il precipitato bianco della reazione (1) richiama nella loro mente l'*effetto serra*, il prodotto della reazione (2), con tonalità che vanno dal grigio al nero, è la prova che esiste qualcosa di "tossico" potenzialmente molto pericoloso.

Facendo più prove con motori diversi (ad esempio analizzando i gas di un'auto a benzina, di un ciclomotore con sistema di abbattimento dei gas di scarico e di un ciclomotore "elaborato") è stato possibile fare un confronto qualitativo tra i vari gas di scarico, evidenziando come il motore a due tempi produca quantità decisamente più elevate di CO rispetto ad un motore a benzina (per non parlare del motore a metano, che si è effettivamente rivelato come il meno inquinante, da questo punto di vista): tutto questo è evidenziato nella figura 2. Questo ha sicuramente sfatato, nei ragazzi, la convinzione che il ciclomotore inquinino meno dell'auto dei genitori o del bus. I risultati sono stati il punto di partenza per discussioni sull'educazione ambientale, facendo comprendere come un'azione apparentemente innocua come l'elaborazione di un ciclomotore o la rimozione del sistema di abbattimento (per aumentare le prestazioni del veicolo) possano avere conseguenze notevoli sulla qualità dell'aria.



Figura 2

Prova sperimentale dell'evidenza di CO nei gas di scarico: a sinistra la prova fatta sui gas di scarico di un'auto di piccola cilindrata catalizzata, al centro e a destra le prove fatte sui gas di scarico di ciclomotori a due tempi, rispettivamente muniti e sprovvisti di catalizzatore

Di solito i ragazzi sanno che il monossido di carbonio si forma quando la combustione avviene in presenza di scarse quantità di ossigeno: il fatto che tale sostanza si formi quindi anche quando l'ossigeno sia presente in quantità adeguate li ha fatti riflettere. È scaturita, ad esempio, l'idea che la combustione, per avvenire in modo efficace, abbia anche bisogno di... un po' più di tempo, rispetto a quello di permanenza all'interno del motore. E tutto questo quando ancora non sono stati introdotti concetti come la velocità di reazione.

Probabilmente anche altre sostanze contenute nei fumi di scarico (composti organici, ossidi di azoto) sono in grado di ridurre il sale di argento ad argento colloidale e dare reazione positiva nella prova di identificazione dell'ossido di carbonio, ma, ai fini didattici si può sorvolare su questo aspetto in quanto si tratta comunque di sostanze derivanti dalla cattiva combustione della benzina e pertanto identificabili come nocive.

Il fatto che non siano richiesti calcoli elaborati ha permesso l'estensione di questa esperienza anche a classi delle scuole medie salvo il ricorso ad una metodologia particolare detta "educatione tra pari" o *peer education* [3].

Nella nostra scuola i ragazzi di terza liceo, che avevano svolto questa esperienza al primo anno, hanno fatto da *tutor* ai ragazzi delle scuole medie, con tutti i vantaggi che l'educazione fra pari comporta in termini di maggiore coinvolgimento dei ragazzi, senso di responsabilità dei ragazzi più grandi, ecc.

I tempi brevi di esecuzione permettono di fare un'efficace analisi qualitativa dei risultati.

Le soluzioni dei reagenti si possono preparare anche in un laboratorio non molto attrezzato e quindi può essere fatto direttamente anche nelle scuole medie. In questo caso però non ha nessun senso proporre le equazioni chimiche delle reazioni eseguite: conviene invece associare il concetto di reazione chimica ad un fenomeno osservabile che ci permetta di individuare una sostanza di per sé impercettibile.

4. Note sulla sicurezza

NH_3 **R34 S:** 26-36/37/38-45-61

Corrosivo (per inalazione dei vapori)

NaOH **R35 S:** 26-37/38-45

Corrosivo (provoca ustioni sulla pelle)

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ **R24 S:** 26-36

Corrosivo (per inalazione delle polveri)

Per quanto riguarda NH_3 la soluzione al 10% m/m si trova in commercio alla percentuale occorrente, si consiglia pertanto l'acquisto di detta soluzione per ridurre al minimo l'ingestione per inalazione.

Per quanto riguarda la soluzione di NaOH all'8% si fa presente che non esiste in commercio alla percentuale occorrente, si consiglia pertanto di acquistare la soluzione al 20% ed operare la diluizione, si riduce in tal modo l'emissione di polveri che avverrebbero nell'atto del prelievo e della pesata.

Per quanto riguarda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ si consiglia la massima attenzione nel prelievo in quanto la polvere potrebbe essere ingerita per inalazione.

È opportuno che gli studenti conoscano il significato delle frasi R ed S.

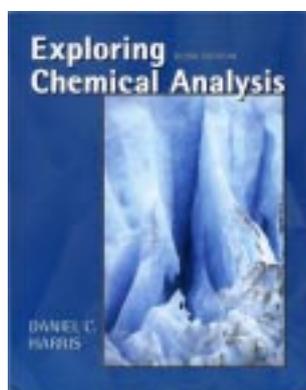
Bibliografia

[1] B. Amadio, *Didattica delle scienze*, 1996, ,186

[2] M.V.Massidda, *CnS- La Chimica nella Scuola*, 2000, **22**, 153

[3] D. Lanfranco, G. Manassero, R. Carpignano, *CnS- La Chimica nella Scuola*, 2001, **23**, 157

RECENSIONI



Exploring Chemical Analysis

di Daniel C. Harris

Freeman, New York, 2004, 3rd ed.

Non si può dire che l'editoria scientifica, specialmente nord-americana, sia avara di opere didattiche che interessano la chimica ma, almeno in campo analitico, i manuali che si sono imposti sul mercato e, per così dire, anche conquistato anche l'Europa, si possono contare sulla dita di una mano. E' un successo meritato, frutto di alta professionalità e di una attenzione alla didattica di tipo non occasionale, risultato di un costante sforzo di miglioramento che ignora il comodo "vivere di rendita" e sforna puntualmente nuove edizioni, effettivamente aggiornate. I testi di chimica analitica di Daniel Harris (Michelson Laboratory, China Lake, California), costituiscono un esempio significativo di questo impegno, come pure quelli della coppia Douglas Skoog

e Donald West, caratterizzati da uno stile espositivo di taglio più tradizionale. Il testo "Quantitative Chemical Analysis" di Harris è giunto ormai alla sesta edizione, un traguardo normale per un testo didattico diffuso negli U.S.A., un po' ambizioso per un'opera nostrana, mentre "Exploring Chemical Analysis", più giovane di circa dieci anni, è alla terza. Entrambi i libri sono ben noti anche in Italia, essendo stati tradotti e pubblicati da Zanichelli. La prima edizione di "Exploring Chemical Analysis" è comparsa, in lingua italiana, nel 1999 ed è stata accolta con favore. Chi la conosce, sa che sarebbe sbagliato assegnarle sbrigativamente il semplice ruolo di versione ridotta di "Quantitative Chemical Analysis". Anche questa terza edizione mantiene le promesse e un confronto con la sesta edizione di "Quantitative Chemical Analysis" rivela che Harris ha perseguito due obiettivi culturali distinti. Già il titolo dell'opera anticipa i contenuti dell'operazione e spiace che la sua traduzione letterale in italiano non sia stata accolta dall'Editore. Forse è stata giudicata rischiosa per il pubblico italiano, al quale si è preferito proporre il più rassicurante titolo "Elementi di Chimica Analitica". Il libro, come detto nella prefazione, è destinato ad un tipo di studente universitario per il quale la chimica non è l'interesse principale e, verrebbe da aggiungere, per quello dell'Istituto Tecnico Industriale. In questi casi, accanto ai fondamenti della materia, devono emergere le possibilità di applicazione nei campi più svariati ed attuali. E' chiaro che il problema difficile è la scelta degli argomenti e, anche per l'Autore, occorre mettere in conto l'impossibilità di soddisfare le esigenze di tutti. Così, il commento dei lettori americani (?) riportato da Harris: "I like the fact that

continua a pag. 96