

Reacções com substâncias no estado gasoso

1 - Introdução

Quando o ensino da Química não navegava em fantasias, começava-se pelo estudo das substâncias simples que nos rodeiam, o ar e a água. Preparava-se oxigénio, dióxido de carbono, hidrogénio e outras substâncias gasosas que se recebiam por deslocamento da água em tinas hidropneumáticas, estudando-se o seu comportamento químico.

Os alunos aprendiam a desenhar as montagens necessárias de um modo esquemático, mas muito educativo, em que se viam todos os pormenores importantes para quem pretendesse repetir a experiência.

Actualmente começa-se pelo Big Pum, pelas estrelas e pela atmosfera, apresentam-se as montagens fotografadas (mas pouco claras) e não se sabe receber um gás nem se percebe a pressão atmosférica!

Os educadores da nossa praça ainda não se convenceram que os jovens se motivam muito melhor com coisas simples, que eles podem experimentar, mexer, do que com coisas sofisticadas que não podem compreender. Já tive alunos finalistas do ramo educacional, numa disciplina de Projecto, que pretendiam misturar dois gases contidos em duas seringas ligando-as a dois tubos de vidro que atravessavam a rolha de um frasco completamente tapado! [fig. 1].

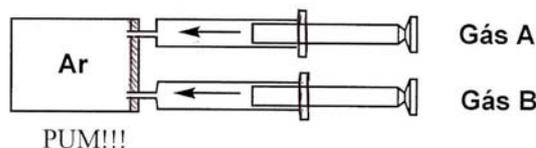


Fig. 1 - Como não introduzir dois gases num recipiente fechado

Neste artigo vamos tratar da preparação de substâncias gasosas em escala reduzida (de modo a poupar reagentes e evitar a contaminação do laboratório) e testar as suas propriedades.



2 - Como se recebem os gases?

Para encher um recipiente com um gás sem que ele venha misturado com ar, o mais simples é deslocar um líquido do interior de um recipiente, que é cheio pelo gás [fig. 2-A].

Se o gás é pouco solúvel em água, pode utilizar-se este líquido; para gases solúveis em água, podem-se receber em seringas, como mostra a figura [2-B].

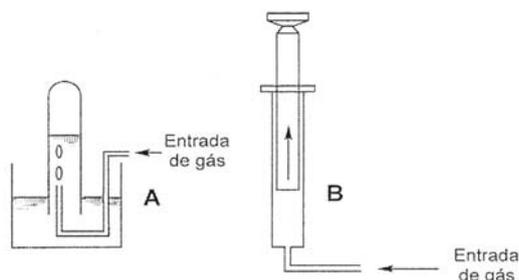


Fig. 2 - Como receber gases.

3 - Como se preparam as substâncias gasosas?

Podem utilizar-se diferentes tipos de dispositivos onde se processam as reacções. Interessa arranjar processos de preparação a frio, o que permite o uso de equipamento mais rudimentar e dá maior segurança. Mesmo assim é sempre conveniente que os alunos usem óculos de protecção pois há sempre alguma possibilidade de projecção das soluções quando os gases se formam.

O primeiro dispositivo consiste num pequeno frasco com rolha de cortiça [fig. 3-A] atravessada por um tubo de saída (tubo de vidro de pequena secção), com ou sem “funil de carga” (seringa de injeções adaptada a uma agulha que atravessa a rolha [fig. 3-B]).

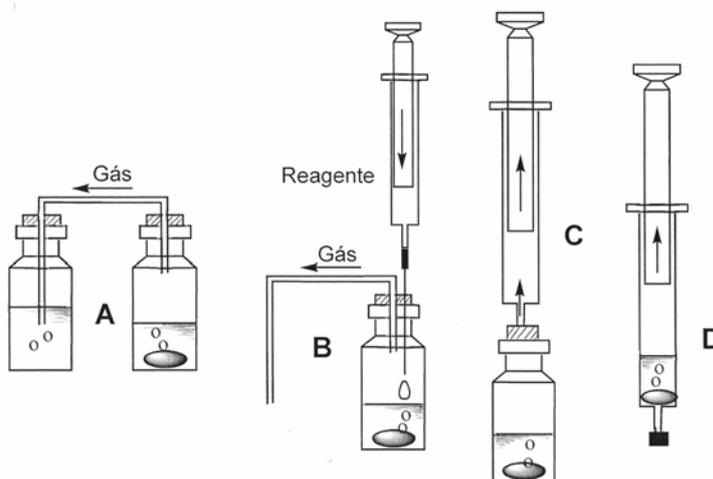


Fig. 3 - Produção de gases

O gás pode ser recebido numa simples seringa de vidro, de 50-100 mL de capacidade, que se adapta à rolha [fig. 3-C]. A seringa pode, também, servir para gerar gás no seu interior [fig. 3-D], em especial quando se deseja evitar a libertação de gás para a atmosfera.

4 - Como se podem receber as substâncias gasosas?

- Por deslocamento de água [fig. 2-A] ou em seringa [fig. 2-C] se pretendermos isolar o gás (por exemplo, para verificar as propriedades combustíveis do hidrogénio).

- b) Por borbulhamento numa solução aquosa de um reagente [Fig.3-A], para mostrar uma propriedade do gás (por exemplo, para mostrar as suas propriedades básicas do NH_3 na presença de um indicador de ácido-base).

5 – Preparação de gases em seringas

Convém utilizar seringas de vidro de 50-100 mL (as de plástico são pouco convenientes pois apresentam demasiado atrito entre o êmbolo e o cilindro). Vamos exemplificar o uso destas seringas na preparação de CO_2 a partir de hidrogenocarbonato de sódio e ácido clorídrico.

Reagentes necessários

- NaHCO_3
- HCl cerca de 1 molar.

Material necessário

- Seringa de vidro de 50-100 mL com tampão de borracha na saída.
- Pequenas barquinhas de plástico (obtidas a partir de embalagens de comprimidos) [fig. 4-A]
- Copos de 100 mL e 250 mL
- Tubos de plástico/látex de diâmetro adequado ao bico da seringa.

Colocação do reagente sólido na seringa [fig. 4-B, C, D]

- Pesar a quantidade adequada de NaHCO_3 (0,22-0,26 g) para a barquinha, retirar o êmbolo da seringa, tapar a saída da seringa com o tampão e enche-la com água.
- Colocar a barquinha com o NaHCO_3 a flutuar na superfície livre da água e deixar esvaziar a seringa de modo a que a barquinha fique no fundo.
- Colocar o êmbolo na seringa e encostá-lo completamente à barquinha que se encontra no fundo.

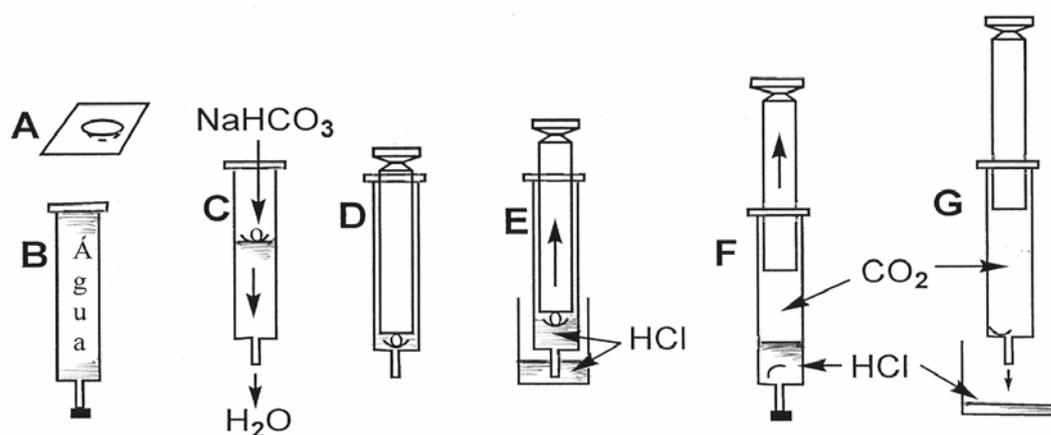


Fig. 4 - Reacções entre sólidos e soluções em seringas de maior capacidade.

Reacção no interior da seringa [fig. 4-E, F, G]

- Colocar no copo de 100 mL cerca de 10 mL de HCl(aq) e, com a seringa na vertical, aspirar 5-6 mL de HCl para o interior da seringa, sem o misturar com o NaHCO_3 [fig. 4-E].
- Tapar a seringa com o tampão e agitá-la de modo a misturar os reagentes. O CO_2 libertado empurra o êmbolo. **CUIDADO com o aumento de pressão que pode originar projecções de HCl . Use óculos de protecção.** Quando a seringa estiver

cheia de gás, colocá-la com o tampão voltado para cima, retirar este e, se necessário, deixar sair o gás em excesso [fig. 4-F].

c) Esvaziar a solução de HCl sem perder CO₂ [fig. 4-G].

Temos, assim, uma seringa com cerca de 60 mL de CO₂ que poderá ser utilizado para verificar as suas propriedades ácidas (por exemplo, borbulhar em água de cal, na presença de fenolftaleína). Para utilizar o gás é cómodo ligar a seringa a um tubo (plástico/borracha) para fazer chegar o gás ao local desejado.

6 – Preparação de gases do modo tradicional [fig. 3-A]]

Neste caso, para preparar CO₂, convém usar calcário (em pequenas pedritas para que a produção de gás seja mais regular) em vez de NaHCO₃. O gás é igualmente recebido em água de cal (formação de um precipitado de CaCO₃) ou em NaHO(aq) muito diluída, na presença de fenolftaleína, que descora).

7 – Preparação de outros gases em seringas

Podem preparar-se outros gases em seringas ⁽¹⁾, como os que se apresentam na tabela I (condições para seringas de 60-100 mL).

Gás	Toxico?	Reagente sólido	Reagente (aq)	Eliminação de resíduos
CO ₂	-	0,22 g NaHCO ₃	5 mL de HCl 1M	A
H ₂ (*)	-	0,030 g de Mg(fita)	3-5 mL de HCl 1M	A
O ₂	-	0,10 g de KI	5 mL de H ₂ O ₂ 6%	A
NO ₂	Tóxico	0,20 g de NaNO ₂	3 mL de HCl 3M	B
C ₂ H ₂ (*)		0,20 g de CaC ₂	5 mL de água	A
H ₂ S	Tóxico	0,22 g de ZnS	3-5 mL HCl 6M	B
SO ₂	Tóxico	2,0 g de NaHSO ₃	5 mL de HCl 6M	B
Cl ₂	Tóxico	–	1,0 mL HCl 6M 3 mL de lixívia	B
HCl	-	2 g de NaHSO ₄ .H ₂ O 1 g de NaCl	–	B

(*) – Menos densos que o ar (receber em tubos com a boca voltada para baixo).

A – Água; B – Borbulhar em NaHO 1M

Tabela I – Condições para a preparação de gases em seringas (60-100 mL).

8 – Algumas reacções

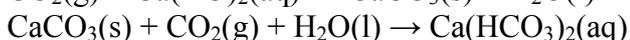
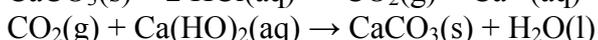
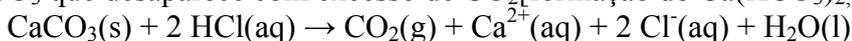
Podem realizar-se muitas e curiosas reacções ⁽¹⁾ com as substâncias gasosas produzidas pelos vários métodos referidos, como se resume na tabela II. Estas reacções podem utilizar-se para ilustrar propriedades das substâncias gasosas e princípios fundamentais da Química.

Gás	Reacções
CO ₂	a) Turvação da água de cal; b) Reacção ácida em meio aquoso; c) Não alimenta as combustões; d) Reacção com Mg.
H ₂	e) Combustão em tubo de ensaio e em bolas de sabão.
O ₂	f) Alimenta as combustões; g) Garrafa azul; h) Luminescência química.
NO ₂	i) Carácter ácido; j) Oxidação por KMnO ₄ ; l) Estudo do equilíbrio.
C ₂ H ₂	m) Combustão (gasómetro e em bolas de sabão); n) Produtos da reacção da

	carbide; o) Reacção com cloro; p) Oxidação por KMnO_4 ;
H_2S	q) Reacções de precipitação; r) Reacção com NaHO ; s) Reacção com SO_2 .
SO_2	t) Carácter ácido; u) Oxidação por KMnO_4 e por $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
Cl_2	v) Formação de hipoclorito; w) Deslocamento de Br^- e I^- .
HCl	x) Carácter ácido; y) Formação de precipitados; z) Cristalização de NaCl .

Notas:

a) Pode gerar-se CO_2 com HCl e calcário no dispositivo 3-A e receber o gás em água de cal na presença de fenolftaleína, que descora, aparecendo simultaneamente o precipitado de CaCO_3 que desaparece com excesso de CO_2 [formação do $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, que é solúvel].

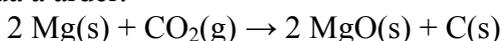


b) Se o gás borbulhar numa solução de NaHO muito diluída, corada pela fenolftaleína, a solução torna-se incolor.

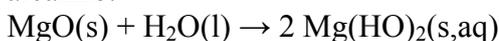


c) Colocar meia vela de aniversário acesa num copo de 100 mL e sobre a chama vazar $\text{CO}_2(\text{g})$; a chama apaga-se.

d) Retirar o êmbolo de uma seringa cheia com $\text{CO}_2(\text{g})$ e introduzir na seringa, com o auxílio de uma tenaz, um pouco de fita de Mg em combustão. Verifica-se que o Mg continua a arder.



Se adicionar uma gotas de água com fenolftaleína à cinza produzida, verifica que o meio é alcalino.



e) Encher um tubo de ensaio com H_2 e aproximar de uma chama. Ouve-se um estampido característico da combustão. Pode borbulhar H_2 em água com detergente e incendiar as bolas de sabão obtidas.

f) Passar O_2 para o interior de um copo com meia vela de aniversário acesa. A chama fica muito mais intensa.

g) Pode realizar a experiência da *garrafa azul* no interior de uma seringa. Prepare uma solução aquosa com 0,02 g de KHO e 1,7 g de glucose em 50 mL de água. Adicione um pouco de solução de azul de metileno de modo a obter uma cor azul ténue. Aspire para dentro da seringa 25 mL da solução azul. Passado algum tempo a cor azul desaparece. Agite a seringa uma vez. A cor azul regressa. Pode repetir este ciclo muitas vezes.

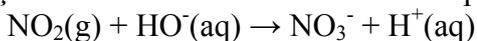
h) Se dispuser de *luminol* pode produzir luminescência na seringa. Utilize uma solução de KHO

(2 g) em 10 mL de DMSO (sulfóxido de dimetilo) e junte cerca de 0,1 g de luminol.

Aspirar a solução para o interior de uma seringa com cerca de 60 mL de oxigénio.

Escurecer a sala. A luminescência mantém-se por mais de um quarto de hora.

i) Na hotte: Borbulhar $\text{NO}_2(\text{g})$ numa solução aquosa, muito diluída, de NH_3 na presença de fenolftaleína. A cor rósea desaparece devido ao consumo de HO^- .

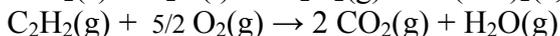


j) Aspirar para dentro de uma seringa contendo $\text{NO}_2(\text{g})$ um pouco de solução de KMnO_4 muito diluída; a solução torna-se incolor. O dióxido de azoto é oxidado a ião nitrato.

l) Verificar o deslocamento do equilíbrio $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$

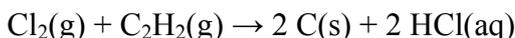
numa seringa cheia com $\text{NO}_2(\text{g})$, por alteração da pressão e da temperatura.

m) Gerar acetileno a partir da carbite no dispositivo 3-A ou 3-B e incendiar-lo à saída de um tubo abdutor afilado e encurvado para cima (tipo gasómetro, vide imagem a cores). Pode, também, fazer borbulhar o acetileno em água com detergente e incendiar as bolhas formadas.

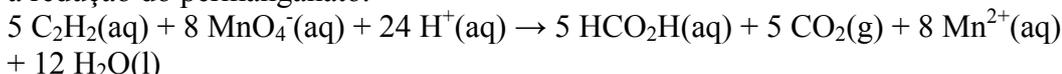


n) O hidróxido de cálcio formado pode reconhecer-se com fenolftaleína (cor rósea devido a HO^-) e com Na_2CO_3 (formação de precipitado branco de CaCO_3).

o) A partir de duas seringas, uma com $\text{Cl}_2(\text{g})$ e outra com $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$, misturar os dois gases debaixo de água (os dois tubos de saída dos gases podem ser juntos à saída por meio de um pouco de fita gomada). Verifica-se a formação de uma chama debaixo da água.

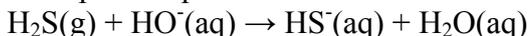


p) Passar acetileno através de uma solução muito diluída de KMnO_4 ; a solução descora devido à redução do permanganato.

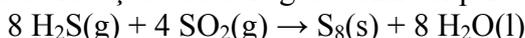


q) Na hotte: Usando o dispositivo 3-B borbulhar $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ em soluções de sais de $\text{Pb}(\text{II})$, $\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Cd}(\text{II})$ e $\text{Sb}(\text{III})$ para obter os respectivos sulfuretos sólidos, com cores variadas.

r) A reacção com NaHO é tão rápida que, se se aspirar 2-3 mL de solução aquosa de NaHO para dentro de uma seringa cheia com $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$, o êmbolo da seringa é rapidamente puxado para baixo devido à dissolução do gás na solução.

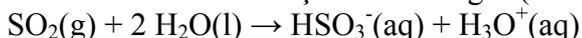


s) Nas refinarias de petróleo retira-se o H_2S do petróleo oxidando-o parcialmente a SO_2 , seguido da reacção dos dois gases entre si para darem enxofre sólido.



Ligar duas seringas meio cheias, uma com $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ e outra com $\text{SO}_2(\text{g})$ por meio de um tubo de látex e passar sucessivas porções de 10 mL de um dos gases para a outra seringa; veremos a formação de enxofre, amarelo, ao mesmo tempo que o êmbolo da segunda seringa é puxado para o fundo (os dois gases produzem um sólido e líquido).

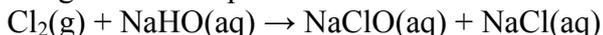
t) Na hotte: Borbulhar $\text{SO}_2(\text{g})$ numa solução de indicador acido-base, na presença de um indicador. Veremos a reacção ácida do gás (chuvas ácidas).



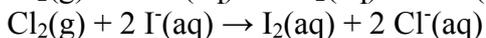
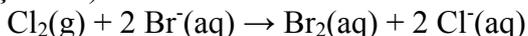
u) Aspirar soluções muito diluídas de KMnO_4 (ou $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) para o interior de uma seringa com $\text{SO}_2(\text{g})$; dá-se a oxidação a SO_4^{2-} e a solução de permanganato descora (Mn^{2+}). A de dicromato torna-se verde (Cr^{3+}).

Como exercício: acertar as correspondentes equações de oxidação-redução.

v) Na hotte: Aspirar 5 mL de solução aquosa de NaHO para o interior de uma seringa com $\text{Cl}_2(\text{g})$. O êmbolo é puxado para o interior da seringa devido à dissolução e reacção do gás. É este o processo de fabrico da lixívia. É o exemplo de uma dismutação.



w) De acordo com o seu poder oxidante, cloro desloca o bromo e iodo das soluções de brometo e iodeto. Borbulhar cloro numa solução aquosa de brometo: a solução torna-se castanho-avermelhada por formação de bromo. Com iodeto, forma-se I_2 (I_3^- devido à presença de I^-).



x) Passar HCl gasoso através de uma solução aquosa de indicador de ácido-base; ver o carácter ácido da solução.

y) Passar HCl(g) através de soluções aquosas de vários sais (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}); formam-se precipitados de cloretos metálicos. Passando HCl(g) através de $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ liberta-se $\text{CO}_2(\text{g})$.

Gerar HCl(g) próximo da abertuta de um frasco de $\text{NH}_3(\text{aq})$ concentrado. Obtém-se abundantes fumos brancos (NH_4Cl sólido).

z) Produzir HCl(g) e passa-lo através de uma solução saturada de $\text{NaCl}(\text{aq})$. Ocorre a cristalização de NaCl (efeito do ião comum). Se a cristalização for observada numa sala escura, obtém-se um belo efeito visual (queda de neve) .

(1) Bruce Mattson, Center for Microscale Gás Chemistry,
<http://mattson.creighton.edu/AllGases.html>