

11 Q

FÍSICA E QUÍMICA A

Química – Bloco 2

11.º/12.º ano

CADERNO DE APOIO AO PROFESSOR

João Paiva

António José Ferreira

Graça Ventura

Manuel Fiolhais

Carlos Fiolhais



Texto Editores



Índice

1. Objetivos do Caderno de Apoio ao Professor	2
2. Linhas orientadoras do manual <i>11 Q</i>	2
3. Uma calendarização possível	3
4. Respostas às Atividades do manual	5
5. Apoio complementar à componente laboratorial	11
5.1 Diretrizes e sugestões para a componente laboratorial	11
5.2 Respostas às questões das Atividades Laboratoriais	16
5.3 Instruções de funcionamento de equipamento laboratorial	22
6. Guião de exploração das transparências	25
7. Exploração do programa <i>Le Chat</i>	28
7.1 Requisitos mínimos	28
7.2 Objetivos do programa	28
7.3 Modo de funcionamento	28
7.4 Recursos do programa	29
7.5 Roteiros de exploração do <i>Le Chat</i>	29
8. Chuva normal e chuva ácida usando SATD	34
9. Frases de risco e frases de segurança	42
10. Bibliografia e sítios da Internet	46

1. Objetivos do Caderno de Apoio ao Professor

Este Caderno fornece informação e recursos complementares para ajudar os professores que se encontrem a trabalhar com o projeto 11 Q.

O Caderno de Apoio ao Professor explica as linhas orientadoras do manual e fornece informação complementar sobre o trabalho laboratorial. Serve igualmente para enquadrar e dar pistas de exploração dos materiais que acompanham o livro. Finalmente, fornece um conjunto diversificado de referências bibliográficas.

Atendendo à importância central do trabalho experimental em Química, uma parte substancial da informação aqui contida está relacionada com a prática laboratorial. Esperamos que essa informação ajude o professor, proporcionando-lhe ideias e recursos úteis para a prossecução dessa componente.

2. Linhas orientadoras do manual 11 Q

Mantivemos em 11 Q as mesmas linhas orientadoras adotadas no projeto 10 Q, ou seja:

- pleno cumprimento do Programa;
- grau de aprofundamento conveniente;
- multiplicidade de atividades e questões;
- diversificação das opções de ensino e aprendizagem;
- valorização da componente laboratorial do Programa.

Merecem destaque alguns aspetos que caracterizam este manual, tais como:

- atividades práticas numerosas e versáteis;
- atenção permanente às relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- ligação entre a Física e a Química;
- inclusão no corpo do manual de questões resolvidas;
- questões diversificadas no final de cada unidade;
- ênfase na segurança no laboratório;
- questões específicas para as atividades laboratoriais.

Note-se que reforçámos as notas laterais do livro, resumindo assim os assuntos mais relevantes.

Embora mantendo um número elevado de questões no final de cada unidade, esforçámo-nos por diversificar as propostas de trabalho, incluindo atividades mais abertas e questões menos tradicionais, que constituem desafios interessantes e formativos para os alunos, em sintonia com as finalidades do Programa.

No seguimento da estrutura definida em 10 Q para a componente laboratorial, também em 11 Q considerámos:

- clarificação dos conceitos relacionados com as tarefas prático-laboratoriais;
- descrição das técnicas e das regras de segurança;
- estruturação das atividades a partir de questões ou problemas;
- exploração através de questões pré-laboratoriais e pós-laboratoriais;
- inclusão de algumas questões resolvidas.

Tal como em 10 Q, também em 11 Q propomos algumas atividades práticas que podem ser realizadas em casa, com materiais e reagentes fáceis de obter.

No final do manual incluímos dois testes finais de Química, um englobando toda a matéria estudada no 11.º ano e outro envolvendo também alguns conteúdos do 10.º ano.

Associados ao manual 11 Q existem alguns recursos complementares para o professor:

- Caderno de Exercícios e Problemas*;
- Manual Multimédia*;
- Caderno de Apoio ao Professor;

O Manual Multimédia Versão do Professor engloba:

- Manual Multimédia;
- Caderno de Apoio ao Professor;
- Exames Nacionais e critérios de classificação;
- Transparências;
- Banco de Imagens;
- Programa da disciplina;
- Estatuto da Carreira Docente e Avaliação de Desempenho (legislação e modelos);
- Utilitários.

O Manual Multimédia foi concebido paralelamente ao manual 11 Q. Visando possibilitar a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino da Física e da Química, contém diversos recursos digitais:

- vídeos de experiências;
- simulações/animações;
- jogos;
- questões para avaliação.

3. Uma calendarização possível

O Programa de Física e Química A enfatiza de várias formas a flexibilidade. Mas a **flexibilidade** curricular implica um trabalho de planificação e calendarização por parte do professor. Apresentamos, por isso, uma calendarização que pode servir de guia (ainda que não rígido) aos professores.

Preveem-se para o estudo da Química aproximadamente 44 aulas (de 90 minutos cada), devendo as restantes 8 aulas ser geridas pelo professor de acordo com as características da turma ou situações imprevistas.

Na grelha seguinte, estas aulas são assinaladas com a notação AC/I (Actividades Complementares/Imprevistas). As aulas de avaliação estão contempladas, nas 16 semanas, como AC/I ou pertencendo à leção dos vários objetos de ensino.

* Também disponível para o aluno.

[illegible]

4. Respostas às Atividades do manual

Unidade 1

Atividade 1: A química verde

1. C e D.
2. B.
3. Resposta aberta.

Atividade 2: O processo de Haber-Bosch

1. Algumas respostas possíveis são:
 - a) O *slogan* ajusta-se à indústria do amoníaco, pois este, além de ser a matéria-prima mais importante na produção de fertilizantes (ele próprio é usado como fertilizante), é também um intermediário importante na produção de explosivos.
 - b) A fome no mundo deve-se mais à indústria do armamento do que à indústria alimentar. Na verdade, a produção alimentar atual do planeta é suficiente para alimentar toda a população mundial. A fome e a má nutrição estão relacionadas com a dificuldade em fazer chegar os alimentos a quem deles precisa. Esta dificuldade deve-se muitas vezes às guerras que afetam determinadas regiões do mundo. Tais conflitos são em parte estimulados pela indústria militar.
 - c) Os explosivos podem ter utilizações positivas, como, por exemplo, na exploração mineira, na construção de vias de comunicação ou em trabalhos de demolição.
2. a) A principal vantagem prende-se com a utilização de azoto atmosférico como matéria-prima, que é uma fonte de azoto barata e inesgotável.
 - b) Algumas respostas possíveis são:
 - No início do século XX tornou-se claro que esses depósitos não podiam satisfazer a necessidade crescente de compostos de azoto em todo o mundo. Também na atualidade é cada vez mais difícil satisfazer as necessidades de petróleo a nível mundial.
 - Um dos principais desafios científicos do início do século XX foi obter compostos de azoto a partir do azoto atmosférico. Um dos principais desafios científicos da atualidade relaciona-se com a necessidade de encontrar fontes de energia alternativas ao petróleo.
3. a) e b) Nas respostas às duas primeiras questões poderão encontrar-se perspetivas opostas que sejam igualmente defensáveis. Para evitar um debate com consensos imediatos, as posições em debate podem ser mais vincadas. Por exemplo, em relação à segunda questão: devem ser apenas os cientistas a controlar as aplicações das suas descobertas? Serão os cientistas sempre pessoas pacíficas e honestas? Ateste-se no exemplo de Haber. Terá o cidadão comum competências para decidir sobre as utilizações a dar às descobertas científicas? Pense-se, por exemplo na auto-medicação.
 - c) Para que as decisões/opiniões de cidadãos comuns em relação a assuntos que envolvem a ciência sejam sensatas, é necessário que as pessoas tenham informação e formação adequada. É uma oportunidade para realçar a importância de uma sólida formação científica de base, que o ensino secundário deveria proporcionar aos jovens.

Atividade 3: Incompatibilidade química

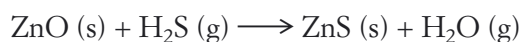
- As figuras 17 e 18 sistematizam a maioria da informação de segurança relativa ao amoníaco. Acrescente-se ainda que:
 - as soluções são irritantes para os olhos e a pele; libertam vapores de amoníaco, sendo também irritantes para as vias respiratórias;
 - forma óxidos de azoto;
 - o amoníaco pode formar nitrato de amónio e sulfato de amónio, que são das matérias particuladas mais corrosivas existentes na atmosfera.
- Na primeira é a libertação de amoníaco (NH_3) e na última é a libertação de cloro (Cl_2).
- No primeiro rótulo: «emite um gás tóxico em contacto com produtos amoniacaais»; no segundo: «Não misturar com lixívia».
- Poderá ser a conjugação das frases de risco 36, 37 e 39: «Irritante para os olhos, pele e vias respiratórias».
- Resposta aberta.

Atividade 4: Construir um saco térmico descartável

- $H = +26,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ significa que, quando ocorre a dissolução em causa, há absorção de 26,2 kJ por cada mole de NH_4NO_3 dissolvido.
 $H = -82,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ significa que, quando ocorre a dissolução em causa, há libertação de 82,8 kJ por cada mole de CaCl_2 dissolvido.
- 0,33 kJ/g, no primeiro caso, e -0,75 kJ/g, no segundo.
- Supondo a temperatura inicial de 20 °C, são necessários 21 kJ para elevar até 40 °C a temperatura de 250 g de água. Para gerar esta energia são necessárias 0,25 mol de CaCl_2 , isto é, 28 g deste sal.

Atividade 5: A indústria do amoníaco

- Dessulfurização* – pág. 41 – A reação de dessulfurização usa-se na síntese industrial do amoníaco para eliminar compostos de enxofre presentes no gás natural:

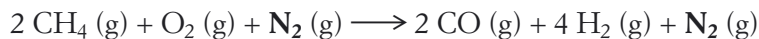


Trata-se de uma reação muito extensa, cuja constante de equilíbrio é da ordem de 2×10^{13} , a 25 °C.

Reforma primária – pág. 20 – Uma das etapas importantes na produção de amoníaco envolve a obtenção de hidrogénio. O hidrogénio (H_2) é produzido a partir do gás natural ou da nafta, cujo principal componente é o metano, CH_4 :



Reforma secundária – pág. 23 – Vejamos o caso da produção do amoníaco. Vai buscar-se o azoto (N_2) ao ar. Mas o oxigénio (O_2) que também está presente deve ser previamente eliminado. Para o efeito usa-se metano, CH_4 (do gás natural ou da nafta), segundo a reação descrita por:



Esta reação é muito útil porque elimina o oxigénio do ar e permite obter hidrogénio, necessário à síntese do amoníaco. O monóxido de carbono será posteriormente removido. Ao azoto nada sucede no decorrer da reação: é uma espécie espectadora.

Conversão – pág. 34 – Uma das reações associadas ao processo de Haber-Bosch envolve a conversão de monóxido de carbono em dióxido de carbono e hidrogénio:

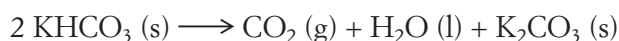


Com efeito, juntamente com o hidrogénio obtido a partir do gás natural obtém-se algum monóxido de carbono. Este monóxido de carbono, tóxico e inútil, pode ser reaproveitado por reação com a água para obter mais hidrogénio, tão necessário à produção de amoníaco. Forma-se também dióxido de carbono, que é menos poluente do que o monóxido de carbono e mais fácil de remover da mistura reacional.

Descarbonização – pág. 17 – A obtenção de hidrogénio, necessário ao processo de Haber-Bosch, implica, numa dada fase, que se remova o dióxido de carbono, CO_2 , da mistura reacional. Para isso usa-se carbonato de potássio, K_2CO_3 :

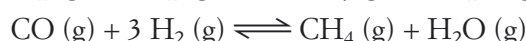
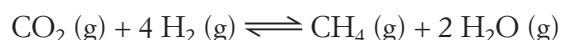


Contudo, o processo pode ser invertido, obtendo-se de novo carbonato de potássio:



A possibilidade de inverter a reação é muito útil, pois o carbonato de potássio pode assim ser reciclado e usado para remover mais dióxido de carbono.

Metanação – pág. 41 – A fase final de produção de hidrogénio a partir do gás natural, para o processo de Haber-Bosch, envolve a remoção de resíduos de dióxido de carbono e monóxido de carbono que existem misturados com o hidrogénio. Este procedimento, chamado metanação, pode ser traduzido por:



2. Esta atividade é uma oportunidade para sistematizar exemplos relativos a indústrias químicas ou com forte contributo da química.

- Fig. 2, página 10 – indústria farmacêutica, indústria do papel e indústria petroquímica;
- Fig. 3, página 11 – central termoeleétrica;
- Fig. 13, página 18 – fábrica de ácido nítrico;
- Fig. 26, página 34 – fábrica de amoníaco;
- Fig. 31, página 40 – fábrica de fertilizantes;
- Fig. 39, página 50 – indústria metalúrgica;
- Fig. 45, página 56 – fábricas de ácido sulfúrico.

3. Resposta aberta.

Atividade 6: Hidrogénio: a energia do futuro?

1. a) São a inversa uma da outra.

b) $K_c = 1/10^{37} = 10^{-37}$; 286 kJ/mol

2. B, D.

Atividade 7: Simulações computacionais e equilíbrio químico

1. Resposta aberta.

2. Resposta aberta.

Unidade 2

Atividade 1: Um recurso a preservar

1. A, C.
2. a) A resposta é aberta. Ações razoáveis são, por exemplo, A, C, D, E e F. B e G são muito pouco razoáveis!
b) Os alunos podem ser incentivados a refletir e a assumir compromissos pessoais relativamente a esta questão.
3. Alguns tópicos são, para a primeira parte da questão:
 - se a água não for suficientemente cara então será facilmente desperdiçada;
 - o preço pode ser uma forma de regular o consumo;
 - quando o consumidor não tem que pagar gasta de forma descontrolada;
 - existem custos reais, por vezes elevados, associados à distribuição de água de qualidade.
 Para a segunda parte da questão:
 - a água é um bem de primeira necessidade;
 - sem água em quantidade adequada é impossível ter uma qualidade de vida aceitável;
 - a água cara limita o uso das pessoas com menos posses;
 - quem não pode pagar a água vê a sua qualidade de vida baixar para níveis degradantes;
 - a água é um bem público que a todos pertence.
4. **Nota:** Dia Nacional da Água – 1 de Outubro; Dia Mundial da Água – 22 de Março.

Atividade 2: Água purificada...!

1. Um plástico transparente deixa passar a luz visível mas impede a passagem da radiação infravermelha, provocando um efeito de estufa.
2. Destilação. Há evaporação seguida de condensação da água.
3. **Nota:** É necessário propor um sistema de filtração que possa eliminar matéria em suspensão na água.
4. A ingestão accidental de águas purificadas não representa perigo para a saúde. Mas, se for regular, o nosso organismo pode ficar privado dos sais de que necessita, o que pode causar problemas de descalcificação e cardiovasculares. Apesar de não constituir um perigo imediato, beber água purificada pode ser prejudicial à saúde.

Atividade 3: Águas engarrafadas

1. A designação «anidrido carbónico», ou «gás carbónico», refere-se ao dióxido de carbono.
2. a) Trata-se de uma água mineral natural e, nesse caso, os valores paramétricos podem ser diferentes dos que se exigem para uma água de abastecimento público.
b) Para ingerir uma dose de sódio equivalente ao consumo de 5,5 g de cloreto de sódio deve ingerir 2,16 g (2160 mg) de sódio. Ou seja, deve ingerir 4,27 litros de água. Como ingere diariamente uma garrafa de $\frac{1}{4}$ litro, então demorará 17 dias a ingerir a referida dose.
3. a) A água C, pois é a que tem maior pH.
b) A água B, pois é a que tem menor teor em sódio.
c) A água A, devido ao teor elevado de cloretos.
d) A água A, pois a água B tem teor apreciável de nitratos e a água C tem teor elevado de fluoretos. Por esses motivos, ambas são inadequadas para bebés.

Atividade 4: O pH da pele e do cabelo

1. O pH neutro para a pele não é 7, contrariamente ao que sucede com a água. Os ácidos não são sempre corrosivos e perigosos (veja-se por exemplo o ácido cítrico, dos citrinos, e o ácido acético, do vinagre). Os produtos alcalinos «neutralizam» o efeito dos ácidos da pele.
2. D.

Atividade 5: Como funciona um indicador de ácido-base?

1. Púrpura. Amarelo.
2. Fenolftaleína: 8,3 – 10; azul de timol: 1,2 – 2,8 e 8 – 9,5.
3. Para distinguir pH = 2 de pH = 5, podemos usar azul de bromofenol ou alaranjado de metilo. Para distinguir pH = 5 de pH = 8 podemos usar púrpura de bromocresol ou azul de bromotimol. As combinações possíveis são:
 - azul de bromofenol com púrpura de bromocresol – as cores serão:
 - pH = 2: amarelo + amarelo = amarelo
 - pH = 5: azul + amarelo = verde
 - pH = 8: azul + púrpura = predomina a cor púrpura
 - azul de bromofenol com azul de bromotimol – as cores serão:
 - pH = 2: amarelo + amarelo = amarelo
 - pH = 5: azul + amarelo = verde
 - pH = 8: azul + azul = azul
 - alaranjado de metilo com púrpura de bromocresol – as cores serão:
 - pH = 2: vermelho + amarelo = laranja
 - pH = 5: amarelo + amarelo = amarelo
 - pH = 8: amarelo + púrpura = predomina a cor púrpura
 - alaranjado de metilo com azul de bromotimol – as cores serão:
 - pH = 2: vermelho + amarelo = laranja
 - pH = 5: amarelo + amarelo = amarelo
 - pH = 8: amarelo + azul = verde

Atividade 6: Chuvas ácidas

1. Evitar acelerações e travagens bruscas. Não ter o motor a funcionar durante mais de um minuto quando o veículo está imobilizado. Não usar ar condicionado quando não for realmente necessário. Evitar o uso do automóvel em pequenos percursos.
2. Um dos locais onde se podem colar autocolantes é nas salas de aula, junto aos interruptores.
3. C.

Atividade 7: Oxidação: uma breve história

1. A teoria de Lavoisier apresentava uma grande capacidade de interpretação e previsão (nomeadamente ao contribuir para a descoberta de novos ácidos). Também a síntese da água, através da combustão do hidrogénio, teve um papel importante na implementação da nova teoria. Por fim, a reforma da nomenclatura promovida por Lavoisier seria um dos instrumentos usados na difusão da nova teoria.
2. Não. Foram vários os contributos de outros cientistas para a nova teoria, como Guyton de Morveau, Joseph Black, Priestley, Scheele ou Cavendish. Curiosamente, alguns dos cientistas que contribuíram para a nova teoria nem sequer concordavam com ela, como Priestley, Scheele e Cavendish. Outros terão dado o seu contributo através da defesa da nova teoria, como Laplace e Monge.

- Explicar o que a anterior explicava e explicar factos que as teorias anteriores não conseguiam explicar. Deve também possuir uma boa capacidade de previsão. A teoria de Lavoisier apresentava estas duas características «uma grande capacidade de interpretação e previsão (nomeadamente ao contribuir para a descoberta de novos ácidos)».
- A síntese da água a partir da combustão do hidrogénio.
- Os meios de comunicação usados no século XVIII a que se refere o texto são: as academias («que o levaram a apresentar à Academia uma memória chamando a atenção para a sua teoria»); os encontros informais entre cientistas («Quando Priestley visitou Paris e se encontrou com Lavoisier relatou-lhe as suas experiências.»); livros e outras publicações («O *Traité de Chémie* de Lavoisier foi, assim, outro dos instrumentos poderosos na difusão das ideias do seu autor.»)
Atualmente utilizam-se publicações periódicas (revistas científicas), congressos (encontros entre cientistas) e também a Internet (que foi inicialmente desenvolvida para a comunicação e partilha de informação entre cientistas).

Atividade 8: Dissolução e solubilidade

- Porque o cloro é um gás que está dissolvido na água e a solubilidade de gases diminui com o aumento da temperatura. O mesmo não sucede com as substâncias sólidas dissolvidas em água, para as quais, em geral, a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.
- As águas de poços ou furos, na maioria dos casos, não são adequadas para consumo humano. Por outro lado, se a água da rede pública é sujeita a tratamento, isso é uma garantia de que mantém a sua qualidade.
- A massa de mercúrio na pilha é $0,30 \times 1,3 = 0,39$ g, isto é, 390 mg. O volume de água contaminada será $V = m/c_{\text{massa}} \Leftrightarrow V = 390/0,1 = 3900$ L. A pilha contamina quase 4000 litros de água!
- Resultados previsíveis:

Solvente (chávena de café) \ Solute (colher de café)	Acetona	Água	Óleo alimentar
Sal	Não	Sim	Não
Azeite	Não	Não	Sim
Esferovite	Sim	Não	Não
Chocolate em pó	Não	Não	Sim
Açúcar	Não	Sim	Não

Atividade 9: Redução da dureza da água

- Fosfatos, no da esquerda, e zeólitos e fosfonatos, no da direita. Servem para eliminar a dureza da água, isto é, para eliminar o efeito dos íons cálcio e magnésio.
 - Os fosfatos.
 - O da esquerda, por conter fosfatos.
- Resposta aberta.
- Resposta aberta.

5. Apoio complementar à componente laboratorial

O Programa de Física e Química A do 11.º ano mantém a perspetiva do 10.º ano no que se refere ao desenvolvimento de uma componente laboratorial com objetivos e conteúdos próprios, ainda que articulados com o corpo principal de conteúdos e objetos de ensino.

Nesta secção, procuraremos fundamentar as nossas propostas e fornecer algumas orientações sobre a organização e exploração dessa componente tão importante.

5.1 Diretrizes e sugestões para a componente laboratorial

Nos últimos anos tem-se defendido um ensino das ciências que inclua atividades de pesquisa. Tal significa atribuir aos alunos um papel mais ativo, não só na realização do trabalho e na interpretação dos resultados, como na própria planificação do trabalho prático-laboratorial.

O Programa de Física e Química A do 11.º ano adota também esta orientação.

Contudo, alguma investigação didática sobre trabalho prático em ensino de ciências mostrou uma tendência dominante para a proposta de atividades investigativas prático-laboratoriais do tipo trabalho experimental (aqui entendido como aquele em que existe controlo e manipulação de variáveis). Dessa verificação resultou a sugestão de outras tipologias de trabalho laboratorial, que procuram diversificar as abordagens didáticas na área do trabalho prático-laboratorial. Procura-se, assim, aproximar o trabalho prático-laboratorial daquilo que é a realidade do trabalho científico: o recurso a uma multiplicidade de estratégias, ferramentas intelectuais e métodos de trabalho, guiados por critérios muito próprios de validação dos resultados.

O quadro seguinte resume algumas categorias de trabalho laboratorial do tipo investigativo que procurámos concretizar no manual *11 Q*. Começamos pela mais conhecida, o trabalho experimental (quando há manipulação e controlo de variáveis).

Categoria de investigação experimental		
Designação	Natureza do trabalho	Exemplos
Trabalho experimental	Controlar ou manipular variáveis para verificar os efeitos sobre outras variáveis.	A.L. 1.3; A.L. 2.4; A.L. 2.5
Identificação/classificação/deteção	Utilizar testes, tipologias ou chaves dicotómicas para classificar, identificar ou quantificar.	A.L. 1.1; A.L. 2.1
Pesquisa de padrões	Recolher e estudar conjuntos de dados para encontrar possíveis relações entre eles.	A.L. 2.1; A.L. 2.3
Exploração	Aprofundar conhecimentos sobre determinada realidade para colocar questões científicas.	A.L. 2.6
Modelação	Criar uma simulação que permita realizar previsões.	A.L. 2.2
Produção de materiais/artefactos	Conceção de materiais ou equipamentos com determinadas propriedades ou funções.	A.L. 1.2; A.L. 2.2

Adaptado de: Watson et. al., 1999

Muitos dos trabalhos laboratoriais que propusemos em 11 Q foram concebidos com base nas diversas categorias sugeridas no quadro anterior. Pensamos que a maioria delas não são nem mais difíceis de concretizar nem mais morosas do que a categoria mais comum (*trabalho experimental*).

Na última coluna do quadro classificámos as atividades existentes no manual 11 Q, de acordo com a tipologia proposta.

Nos parágrafos seguintes descrevemos, de forma resumida, as nove Atividades Laboratoriais do Programa, procurando justificar as nossas opções.

A.L. 1.1 Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum

Nesta atividade laboratorial faz-se a deteção de azoto amoniacal em produtos de limpeza e/ou adubos.

É um trabalho orientado numa perspetiva de investigação laboratorial do tipo *identificação/classificação*, no qual se realça a importante dimensão da educação do consumidor, mostrando as potencialidades da química na análise da composição de bens de consumo.

Antes, porém, introduzimos o conceito de azoto amoniacal, que consideramos incontornável para compreender o trabalho, e explicamos a utilidade dos produtos amoniacaais.

Damos a conhecer a análise química qualitativa detetando azoto amoniacal por três testes distintos. À medida que os testes vão sendo apresentados, propomos o estudo das suas vantagens e limitações.

Introduzimos ainda os importantes conceitos de amostra-padrão e de amostra em branco em análise química. Introduzimos também a noção de pequena escala, termo que, de acordo com a IUPAC, é mais genérico e mais útil do que o termo micro-escala (ver Neves, Arnáiz e Pike, 2000).

O trabalho desenvolve-se a partir de uma situação-problema na qual os alunos são convidados a investigar a composição de produtos de limpeza ou adubos. Pede-se-lhes que detetem a presença de azoto amoniacal. Não será necessário que cada grupo investigue mais de dois ou três produtos.

Para cada produto, os resultados são interpretados utilizando os dados obtidos nos três testes realizados. Usamos, assim, uma técnica de triangulação na análise dos dados laboratoriais.

A discussão será mais rica se for possível juntar os resultados de vários grupos, usando cada um produtos diferentes.

A.L. 1.2 Síntese do sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado

É um trabalho laboratorial de síntese química, envolvendo a preparação de um sal complexo.

Julgamos que a compreensão teórica do processo de síntese desempenha um papel fundamental nesta atividade. Por isso procurámos explicar o procedimento experimental. Incluímos a equação da reação química e o fundamento teórico do processo de formação e separação dos cristais. Fazemos também uma breve incursão pelos compostos de coordenação e pelos sais hidratados, que não são absolutamente necessários mas que podem ser úteis para compreender este e outros trabalhos laboratoriais.

Procurámos envolver o mais possível o aluno na planificação do trabalho, mas sempre de uma forma orientada. Assim, a questão pré-laboratorial 1 orienta os alunos por meio de um conjunto de alíneas que apelam à reflexão e à tomada de decisão sobre o trabalho.

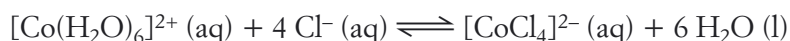
Na questão 2, onde o aluno é convidado a planear o trabalho, sugerimos que a indicação do material seja feita à medida que se delineiam os passos do procedimento (poupa-se em tempo e ganha-se em coerência).

Preferimos indicar qual o reagente limitante para facilitar o cálculo do rendimento, centrando o trabalho da aula mais na interpretação e discussão dos dados obtidos.

Os aspetos de segurança devem estar sempre presentes. Como é um dos primeiros trabalhos laboratoriais, optámos por explicitar, numa caixa de segurança, a informação respeitante aos reagentes utilizados e aos produtos obtidos. Recorde-se que a solução concentrada de amoníaco é irritante para os olhos e vias respiratórias. Só deve ser manipulado numa *botte*!

A.L. 1.3 Efeito da temperatura e da concentração na progressão global de uma reação

Nesta atividade são estudados os efeitos da temperatura e da concentração no equilíbrio químico. Trata-se o equilíbrio químico que se estabelece em soluções aquosas (e também alcoólicas) de cloreto de cobalto trazido por:



No que se refere ao estudo do efeito da temperatura optámos por uma investigação do tipo «trabalho experimental», isto é, com controlo de variáveis. Caberá aos próprios alunos definir a melhor forma de controlarem a variável independente «temperatura» para verificarem o efeito sobre a variável dependente «cor da solução».

É uma boa ideia utilizar um padrão para fazer uma melhor comparação de cores.

É preferível que a solução de cloreto de cobalto seja preparada previamente pelo professor. Se a solução for diluída dificilmente apresentará mudança de cor para azul, mesmo à temperatura de ebulição da água. Para que seja possível verificar a mudança de cor é necessário saturar a solução.

A atividade «Evolução de um sistema quando se faz variar a concentração» é também um trabalho experimental, no sentido em que há controlo e manipulação de variáveis. Deverão ser utilizadas preferencialmente placas de micro-análise, mas se não estiverem disponíveis podem sempre usar-se tubos de ensaio em suporte. De qualquer forma, importa manter sempre a perspetiva de pequena escala, tal como se preconiza no Programa.

Nas questões pré-laboratoriais podem fazer-se previsões relativamente aos resultados esperados, que serão confrontadas, no final, com os resultados obtidos, de acordo com a orientação didática prevê-observa-explica.

Realçamos o papel dos agentes desidratantes neste equilíbrio (ácidos fortes, álcool etílico) pois achamos que é uma boa oportunidade para introduzir alguma complexidade na interpretação de fenómenos químicos, cujas explicações são, por vezes, desnecessariamente simplificadas.

A.L. 2.1 Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais

Nesta atividade laboratorial efetua-se uma breve introdução às técnicas de determinação do pH.

Na atividade «Medição de pH em águas naturais e engarrafadas» procuramos articular com a temática abordada no capítulo II. Trata-se de uma atividade de investigação experimental do tipo «identificação/classificação». Utilizamos várias técnicas para determinar o pH da mesma água, o que permite uma análise por triangulação da informação obtida pelas diversas técnicas.

Na atividade «Variação do pH em águas naturais e engarrafadas» pretendemos que os alunos reconheçam a forma como o pH depende da temperatura. Propomos, para esse efeito, a planificação e execução de uma investigação laboratorial do tipo «pesquisa de padrões», já que se procura um padrão para a forma como o pH varia quando se altera a temperatura.

A.L. 2.2 Chuva normal e chuva ácida

O primeiro trabalho que propomos, «Qual é o efeito da dissolução de gases no pH da água», pode ser considerado uma modelação já que é uma tentativa de reproduzir no laboratório fenómenos que ocorrem na Natureza. Por outro lado, este trabalho tem também, de certa forma, um carácter de «construção de artefacto», já que os alunos são convidados a construir uma montagem para produzir gases e borbulhá-los em água. A nossa sugestão é que se entregue um conjunto variado de equipamento a cada grupo de alunos e que se dê espaço e tempo para que eles possam produzir as suas próprias montagens com base na conceção global indicada na caixa técnica «Preparação laboratorial de CO_2 e SO_2 ».

Nesta atividade poderá utilizar-se, com grande vantagem, o protocolo de SATD disponível neste Caderno de Apoio ao Professor.

A atividade «Efeito das chuvas ácidas» é, também ela, uma investigação laboratorial do tipo modelação, na qual se procura averiguar o efeito das chuvas ácidas em diversos tipos de água. Os alunos são convidados a planear o trabalho mas de uma forma orientada, tomando uma série de decisões relativamente às melhores opções para produzir uma modelação mais próxima da realidade.

Considerando razoável que a água da chuva provoque um incremento de 0,5 a 5% do volume total de um lago ou rio, então para um volume de 200 cm^3 de água será aceitável adicionar 1 a 10 cm^3 de «chuva ácida» (note-se que os outros valores sugeridos não são disparatados). A chuva ácida terá, por sua vez, uma concentração em ácido forte da ordem dos 10^{-3} a $10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$.

A.L. 2.3 Neutralização: uma reacção de ácido-base

Nesta atividade fazemos referência aos processos laboratoriais e industriais de tratamento físico-químico de resíduos perigosos, um tema muito em voga no discurso ambientalista da atualidade.

Procuramos aqui distinguir claramente o conceito de pH e de força de um ácido.

Damos alguma atenção à técnica de manipulação da bureta, embora não a consideremos um aspeto relevante do ponto de vista educativo. Importa ainda recordar o conceito de solução-padrão abordado no 10.º ano. O resíduo laboratorial deve ser um ácido monoprótico de concentração aproximadamente igual a $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$. Assim, com 20 mL de titulado gastam-se aproximadamente 4 mL de solução padrão $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$, podendo usar-se uma bureta de 10 mL.

Não propomos aqui realizar uma titulação potenciométrica, pois o tempo disponível é limitado. Achámos mais importante centrar o trabalho pedagógico na interpretação de resultados com recurso às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). Sugerimos, por isso, uma atividade de tratamento de dados provenientes de uma titulação potenciométrica usando uma folha de cálculo.

A.I. 2.4 Série eletroquímica: o caso dos metais

Nesta atividade, depois de uma breve introdução, propomos um trabalho experimental no qual se faz uma investigação que permite ordenar metais numa série eletroquímica. Fornecemos um quadro de registo de observações que permite não só organizar melhor a recolha de dados, mas também estruturar o próprio procedimento experimental.

Sugerimos que as soluções de sais estejam já preparadas e em conta-gotas, e que os metais estejam já cortados em pedaços (que devem ter tamanhos diferentes para que os alunos possam manipular esta variável), o que permitirá poupar muito tempo. Recorde-se que o tempo previsto para esta atividade é apenas o de uma aula (90 minutos).

A.I. 2.5 Solubilidade: solutos e solventes

Aborda-se aqui o tema solubilidade, utilizando outros solventes além da água. Fornecemos alguma informação adicional sobre solventes orgânicos, nomeadamente numa caixa de segurança, pois achamos importante explorar este assunto não só do ponto de vista científico (solventes apolares e interações intermoleculares), mas também tecnológico (aplicações na investigação e indústria) e ambiental (segurança e impacto no meio ambiente).

A primeira atividade, «Solubilidade em água e noutros solventes», é uma investigação do tipo trabalho experimental, na qual aproveitamos para introduzir as noções de variável dependente, variável independente e variável de controlo. Depois de exploradas, através de questões, algumas ideias importantes para o planeamento do trabalho, fornecemos dois quadros de observações que permitem recolher os dados e também organizar o procedimento experimental. O X existente na última coluna dos dois quadros e as reticências «(...)», existentes na última linha do segundo quadro, devem ser substituídos pelo solvente selecionado na questão pré-laboratorial 3.

Em alternativa à atividade «Solubilidade em água e noutros solventes», propomos, na página 161, uma outra para realizar em casa. Nesta, com produtos e materiais caseiros, deverão alcançar-se resultados pedagógicos semelhantes.

Na atividade «Variação da solubilidade com a temperatura» fazemos novamente um trabalho experimental. Nas questões pré-laboratoriais os alunos deverão tomar algumas decisões relativamente ao desenho experimental, mas este é fornecido, na forma de procedimento, na secção «Trabalho laboratorial». É importante que os alunos desenvolvam a capacidade de seguir instruções de forma rigorosa, o que é mais difícil do que parece à primeira vista! Esta é, afinal, também uma competência a desenvolver.

A.I. 2.6 Dureza da água e problemas de lavagem

Na atividade «Avaliar a dureza da água» avalia-se a dureza da água através da formação de espuma de sabão num tubo de ensaio. É um método aproximado, não muito fácil de usar, pelo que se procura apenas fazer uma primeira aproximação, uma otimização, desta técnica laboratorial. Trata-se de uma investigação exploratória. A utilização de uma amostra em branco e de uma amostra-padrão permitem obter dados mais fiáveis.

As reticências «(...)» existentes no quadro de registo de resultados devem ser substituídas por valores plausíveis, definidos na questão pré-laboratorial 4.

Quanto à atividade «Análise de produtos anticalcário», poderíamos classificá-la como uma investigação do tipo identificação/classificação, dado que se investigam produtos comerciais para identificar aquele que possui melhores características, isto é, procura-se classificar os vários produtos de acordo com a sua capacidade para diminuir a dureza da água. Contudo, não deixa de ser essencialmente um trabalho exploratório, dadas as limitações da técnica utilizada.

5.2 Respostas às questões das Atividades Laboratoriais

As caixas que designamos por «Laboratório» contêm as atividades laboratoriais propriamente ditas. Organizámo-las com questões pré-laboratoriais e questões pós-laboratoriais. Nesta secção fornecemos algumas respostas para essas questões.

Atividade Laboratorial 1.1

Identificação de azoto amoniacal I

Questão pós-laboratorial

1. O bordo do tubo de ensaio pode estar contaminado com solução de NaOH. Se o papel tocar o bordo do tubo de ensaio, torna-se azul devido à presença de NaOH e não devido à libertação de amoníaco.
2. Não se deveriam adicionar as duas gotas de hidróxido de sódio, pois este destina-se a transformar o amónio em amoníaco.

Identificação de azoto amoniacal II

Questão pós-laboratorial

1. A mudança de cor para azul-claro diz respeito à precipitação de hidróxido de cobre e ocorre se a solução for alcalina. A mudança para azul-escuro deve-se à formação do ião complexo tetraminocobre (II) e só esta corresponde a um ensaio positivo, pois ocorre devido à presença de amoníaco.

Identificação de azoto amoniacal III

Questões pré-laboratoriais

2. O reagente de Nessler é uma solução muito alcalina, pelo que reage com o vidro.
3. O reagente de Nessler é perigoso por ser tóxico. Por isso devemos reduzir a quantidade utilizada, o que facilita a eliminação dos resíduos produzidos.

Questão pós-laboratorial

1. Porque o próprio reagente de Nessler é uma solução alcalina, conferindo a alcalinidade necessária à transformação de ião amónio em amoníaco.

Atividade Laboratorial 1.2

Síntese do sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado

Questões pré-laboratoriais

1. a) Os cristais são moídos para que se dissolvam mais facilmente.
b) $m = 4,99 \text{ g}$
c) Filtração por vácuo (também chamada filtração a pressão reduzida ou filtração por sucção).
d) É o álcool etílico, pois não dissolve os cristais de sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado.
e) A própria filtração por sucção pode ser utilizada para secar os cristais. Podem ser secos por exposição ao ar durante um intervalo de tempo moderado (dez a vinte minutos).
f) Falta pesar os cristais. Mas não esquecer que, para isso, é necessário pesar o papel de filtro antes da filtração por vácuo.

Questões pós-laboratoriais

2. Por exemplo: moer primeiro os cristais e só depois pesá-los; pesar os cristais diretamente no copo onde vão ser dissolvidos; usar um papel de filtro menos poroso, etc.

Atividade Laboratorial 1.3

Evolução de um sistema quando se faz variar a temperatura

Questões pré-laboratoriais

1. Será endotérmica porque o aumento de temperatura favorece sempre o processo endotérmico, que neste caso corresponde ao processo direto.
2. a) Por exemplo, fazer a reação num tubo de ensaio e mergulhá-lo num banho de gelo.
b) Por exemplo, fazer a reação num tubo de ensaio e mergulhá-lo num banho de água quente. Aquecer diretamente o tubo de ensaio à chama de um bico de Bunsen ou lamparina envolve maior risco.

Questões pós-laboratoriais

1. A reação é endotérmica, já que a elevação de temperatura produz uma coloração azul. Esta resulta da formação de produtos da reação, o que significa que o aquecimento favoreceu o processo direto. Como sabemos que o aquecimento favorece o processo endotérmico, a reação direta será endotérmica.
2. A variação de temperatura provoca a variação na constante de equilíbrio. Neste caso, um aumento de temperatura faz aumentar o valor da constante de equilíbrio, o que significa um favorecimento do processo direto.

Evolução de um sistema quando se faz variar a concentração

Questões pré-laboratoriais

2. A adição de água destrói o equilíbrio existente e a reação ocorre no sentido da formação de reagentes até se estabelecer um novo equilíbrio. A cor final da solução tende a ser rosa.
3. A adição de ácido clorídrico destrói o equilíbrio existente (devido à adição de Cl^-) e a reação ocorre no sentido da formação de produtos até se estabelecer um novo equilíbrio. A cor final da solução tende a ser azul.
4. O cloreto de sódio origina íons Na^+ e Cl^- em solução. A adição de cloreto de sódio destrói o equilíbrio existente devido à adição de Cl^- , e a reação ocorre no sentido da formação de produtos até se estabelecer um novo equilíbrio. A cor final da solução tende a ser azul.
5. Significa que podem remover água do meio reacional. A adição de ácido sulfúrico destrói o equilíbrio existente, por remoção de água, e a reação ocorre no sentido da formação de produtos até se estabelecer um novo equilíbrio. A cor final da solução tende a ser azul.

Questões pós-laboratoriais

2. As posições da coluna 1 funcionam como branco (ou controle). Servem como termo de comparação, para que seja mais fácil verificar as mudanças de cor.
3. O ácido clorídrico aumenta a concentração de Cl^- em solução e, por outro lado, atua como agente desidratante, removendo H_2O do sistema.

Atividade laboratorial 2.1

Medição do pH em águas naturais e engarrafadas

Questões pré-laboratoriais

3. Nota: Caso seja uma água engarrafada é possível indicar o pH através da leitura do rótulo.

Questões pós-laboratoriais

2. A água menos ácida, isto é, com maior pH.
3. As águas mais alcalinas, isto é com maior pH.

Variação do pH com a temperatura

Questões pré-laboratoriais

1. Uma solução ácida é aquela em que $[H_3O^+] > [OH^-]$, uma solução básica é aquela em que $[H_3O^+] < [OH^-]$ e uma solução neutra é aquela em que $[H_3O^+] = [OH^-]$.
2. A afirmação incorreta é a D.
3. O pH aumenta com o aumento da temperatura.

Questões pós-laboratoriais

2. O aumento da temperatura provoca um aumento da extensão da reação de auto-ionização da água. Consequentemente, existe um aumento simultâneo das concentrações de H_3O^+ e OH^- . O aumento da concentração de H_3O^+ resulta na diminuição do pH da água (aumento da acidez). Mas o carácter (ácido, básico ou neutro) mantém-se, porque se mantém a proporção entre H_3O^+ e OH^- .

Atividade laboratorial 2.2

Efeito da dissolução de gases no pH da água

Questões pré-laboratoriais

1. O dióxido de enxofre é tóxico por inalação, pelo que se deverá trabalhar numa *hotte*.
2. Para a água onde se borbulhe CO_2 o pH deverá ser próximo de 5,6. Para a água onde se borbulhe SO_2 o pH deverá ser inferior a esse valor.

Questões pós-laboratoriais

2. A água onde se borbulhe CO_2 corresponde a uma chuva normal. A água onde se borbulhe SO_2 corresponde a uma chuva ácida.
3. A água destilada terá pH igual a 7 se for fervida, para libertar todos os gases dissolvidos, e se arrefecer protegida da atmosfera. Se estiver exposta à atmosfera rapidamente dissolve CO_2 , o que fará diminuir o respetivo pH.

Efeito das chuvas ácidas

Questões pré-laboratoriais

- Notas:** Águas com elevada capacidade tampão: água do mar; água de cal. Águas com média capacidade tampão: água de lago ou rio; água da torneira. Águas com baixa capacidade tampão: água desionizada, água destilada, água da chuva.
- Os ácidos nítrico e clorídrico modificam mais facilmente o pH da água em estudo porque são ácidos fortes.
- Nota:** Os valores mais razoáveis são 10^{-3} e $10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$, pois possuirão pH semelhante ao das chuvas ácidas.
- Nota:** Os valores mais razoáveis são 10 e 1 cm^3 , pois equivalem a incrementos comuns que a precipitação provoca em águas superficiais. Mas os outros também são possíveis e podem ser testados.
- Nota:** Qualquer um serve.

Questões pós-laboratoriais

- A justificação está na mineralização da água, em particular na sua alcalinidade.
- A diferença de acidez deve-se ao facto de existirem ácidos fortes, com K_a elevado, e ácidos fracos com K_a baixo.

Atividade laboratorial 2.3

Titulação de um resíduo laboratorial

Questões pré-laboratoriais

- A – IV; B – III; C – II; D – I
- O azul de bromotimol parece ser o mais adequado, mas qualquer um deles serve, dada a acentuada zona de inflexão de pH que este tipo de titulações apresenta.
- Porque as soluções de hidróxido de sódio reagem com o vidro.

Atividade 10

- Porque esses pontos podem apresentar erros experimentais que os afastam da linha de tendência geral (a curva de titulação).
- O ácido é forte e o pH no ponto de equivalência deverá ser 7, já que se trata de uma titulação de ácido forte com base forte.
- Será o volume que corresponde a pH igual a 7. Pode ser obtido a partir da curva de titulação. Deve ser um valor igual ao determinado pelo método gráfico utilizado na alínea H.
- $c_{\text{ácido}} [\text{mol/dm}^3] = c_{\text{solução-padrão}} [\text{mol/dm}^3] \times V_{\text{solução-padrão}} [\text{cm}^3] / 20$

Atividade laboratorial 2.4

Organizar metais numa série eletroquímica

Questões pré-laboratoriais

- A, C, D, E.

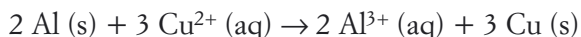
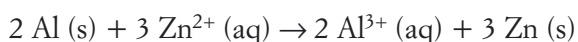
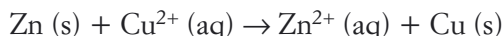
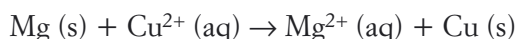
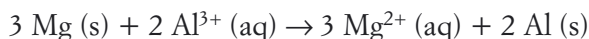
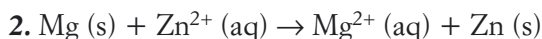
Questões pós-laboratoriais

1. Mg

Al

Zn

Cu



3. As soluções de sais de magnésio.

4. Porque alguns deles reduzem os iões de outros metais presentes em solução, oxidando-se eles próprios – o que leva à corrosão do recipiente. Apenas o cobre pode ser utilizado como recipiente para guardar os sais dos outros metais estudados.

5. Apenas o magnésio pode ser utilizado para proteger o alumínio por sacrifício.

Atividade Laboratorial 2.5**Solubilidade em água e noutros solventes***Questões pré-laboratoriais*

1. A – II, B – I, C – III.

2. As variáveis a controlar são: temperatura da mistura, volume de solvente a usar, massa (ou volume) de soluto a usar e tempo de agitação vigorosa da mistura.

3. **Nota:** Os mais seguros são o xileno e o ciclo-hexano.

4. Adicionando uma gota de corante.

Questões pós-laboratoriais

1. A água é o solvente que dissolve mais substâncias. Dissolve o cloreto de cálcio, a sacarose e o etanol. O iodo é o soluto que se dissolve em mais solventes. Dissolve-se no etanol e no solvente orgânico.

2. O cloreto de cálcio e a sacarose são muito solúveis em água mas pouco solúveis nos outros dois solventes.

Variação da solubilidade com a temperatura*Questões pré-laboratoriais*2. **Nota:** podem ser dois ou três ensaios. Fazer dez ensaios é pouco viável devido às limitações de tempo.*Questões pós-laboratoriais*

1. A conclusão a tirar é que as curvas são idênticas.

2. Sulfato de sódio ou sulfato de cézio.

3. Pode recuperar-se por recristalização (por evaporação do solvente).

Atividade laboratorial 2.6

Avaliar a dureza da água

Questões pré-laboratoriais

1. Uma «água dura» tem concentrações elevadas de iões cálcio e magnésio. Uma «água macia» tem baixas concentrações dos iões referidos.
2. Uma solução saturada é aquela em que não é possível dissolver mais soluto. Podem preparar-se soluções saturadas por dissolução de porções sucessivas de sabão, ou detergente, até não se conseguir dissolver mais. Em alternativa pode deixar-se água em contacto com uma porção considerável de soluto, durante um longo período de tempo, e depois decantar a solução sobrenadante.

Questões pós-laboratoriais

1. Os detergentes não precipitam em águas duras, mantendo a sua ação detergente.
2. As amostras em estudo servem de termo de comparação, pois correspondem aos dois extremos numa escala de dureza da água.
3. **Nota:** Pode tentar-se fazer uma avaliação quantitativa através da altura da espuma formada.

Análise de produtos anticalcário

Questões pré-laboratoriais

3. São variáveis que devem ser controladas pois podem influenciar os resultados finais, isto é, a altura da espuma.

Questões pós-laboratoriais

2. O método usado permite apenas obter resultados aproximados. Os resultados obtidos devem, por isso, ser encarados com reservas.

5.3 Instruções de funcionamento de equipamento laboratorial

Medidor de pH – HI 8521 – HANNA INSTRUMENTS

O HI 8521 é um medidor de bancada de pH/mV/°C concebido para medição de pH, potenciais redox, temperatura e uso de eletrodos seletivos de iões.

O aparelho reconhece automaticamente os valores de três soluções de calibração e retém-nos mesmo quando é desligado.

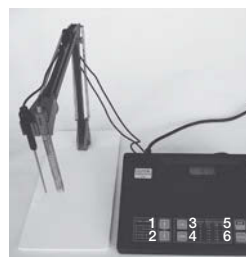
A compensação de temperatura pode ser feita automática ou manualmente, quer para a calibração quer para a medição.

O painel frontal contém um mostrador de LCD que mostra as leituras de pH, mV ou temperatura e avisos de condições inadequadas de uso.

O aparelho é fornecido com um eletrodo combinado de pH de dupla junção (inclui um eletrodo de referência de prata/cloreto de prata) e sonda de temperatura.

O painel frontal é constituído pelos seguintes elementos:

- 1 – botão **CAL** – para iniciar o procedimento de calibração;
- 2 – botão **CON** – para introduzir os dados de calibração;
- 3 – botão $\uparrow$ – para seleção de temperatura durante o ajuste manual;
- 4 – botão $\downarrow$ – para seleção de temperatura durante o ajuste manual;
- 5 – botão **ON/OFF** – liga e desliga o aparelho (atenção: premir este botão antes de desligar a ficha da tomada elétrica, para evitar que se percam os dados em memória);
- 6 – botão **RANGE** – seleciona o modo de visualização: pH, mV ou temperatura.



O aparelho possui uma bateria interna recarregável para armazenar os valores de calibração que dura aproximadamente um mês quando completamente carregada. Esta bateria mantém-se carregada se o aparelho for usado com frequência. Para garantir que a bateria está completamente carregada, deixar o aparelho ligado durante a noite ou deixá-lo com a ficha ligada à corrente durante dois dias. Não deixar deliberadamente o aparelho ligado à corrente quando não está em uso pois isso pode sobrecarregar a bateria, encurtando a respetiva duração.

Calibração

Colocar em copos limpos pequenas quantidades de solução pH 7,01 (HI 7007) e uma das seguintes soluções: pH 4,01 (HI 7004) ou 10,01 (HI 7010).

Para medir na zona ácida usar a solução de pH 4,01. Para medir em zona alcalina usar a solução de pH 10,01.

Para uma calibração mais exata devem usar-se dois copos para cada uma das soluções. O primeiro usa-se para lavar o eletrodo e o segundo para calibrar. Desta forma minimiza-se a contaminação da solução de calibração.

O aparelho deve ser calibrado:

- sempre que o eletrodo de pH é substituído;
- um mês depois da última calibração;
- depois do eletrodo ter sido utilizado em condições agressivas;
- depois de um procedimento de limpeza ou mudança do eletrólito de referência;
- quando se deseja uma exatidão mais elevada;
- sempre que a bateria se descarrega.

Calibração com compensação automática de temperatura

1. Ligar o medidor de pH.
2. Retirar a cápsula que protege o bolbo de vidro na parte inferior do eletrodo.
3. Lavar o eletrodo de pH e a sonda de temperatura com solução de calibração pH 7,01. Mergulhar o eletrodo de pH e a sonda de temperatura na solução tampão de pH 7,01. Agitar brevemente e aguardar 20 segundos até que se atinja o equilíbrio térmico.

4. Premir o botão CAL. Aparece a piscar um símbolo «pH» e o valor do pH da solução de calibração com a compensação de temperatura, isto é, se a solução de calibração está a 25 °C surgirá o valor **7,01**, mas, se a solução estiver a 20 °C, surge o valor **7,03**. Se aparecer **E4**, a solução de calibração está errada ou a sonda está defeituosa.
5. Aguardar até que o símbolo «pH» do lado esquerdo do mostrador deixe de piscar e premir o botão CON. Surge o símbolo **E5** para indicar que o eletrodo ainda está na solução de calibração pH 7,01, mas à espera da solução de calibração pH 4,01 (ou então pH 10,01).
6. Lavar o eletrodo de pH e a sonda de temperatura com água destilada e com solução de calibração pH 4,01 (ou pH 10,01), antes de mergulhar na solução de calibração pH 4,01 (ou pH 10,01). Agitar brevemente e aguardar 20 segundos para que se atinja o equilíbrio térmico.
O símbolo **E5** deverá desaparecer e o mostrador apresentará o valor do pH da solução de calibração com compensação de temperatura.
7. Aguardar até que o símbolo «pH» do lado esquerdo do mostrador deixe de piscar e premir o botão CON para confirmar a calibração.

Calibração com compensação manual de temperatura

Se, por qualquer motivo, a sonda de temperatura estiver defeituosa e for necessário fazer a calibração com compensação manual de temperatura, deve proceder-se do seguinte modo:

1. Remover a sonda de temperatura do aparelho.
2. Medir a temperatura da solução de calibração com um termómetro.
3. Usar os botões ↑ e ↓ para afixar o valor de temperatura que foi medido.
4. Seguir o procedimento de calibração atrás descrito.

Calibração da temperatura

O aparelho de pH foi calibrado com a sonda de temperatura fornecida. Se, por qualquer razão, a sonda de temperatura for mudada, o aparelho deve ser calibrado para essa mudança, de acordo com o seguinte procedimento:

1. Preparar um recipiente com água e gelo e outro recipiente com água quente (pelo menos 50 °C). Colocar material isolante à volta dos recipientes para minimizar variações de temperatura.
2. Usar um termómetro calibrado com uma precisão de 0,1 °C.
3. Ligar o interruptor do aparelho depois de ligada a sonda de temperatura.
4. Mergulhar a sonda de temperatura na água com gelo de forma que fique o mais próxima possível do termómetro.
5. Esperar até que a temperatura afixada estabilize.
6. Com o regulador de baixa temperatura existente no painel traseiro (*offset*), afixar o valor da temperatura que coincida com a temperatura da água com gelo.
7. Mergulhar a sonda e o termómetro no recipiente de água quente.
8. Quando as temperaturas afixadas no mostrador do aparelho e no termómetro estabilizarem, afixar o valor da temperatura do aparelho com o regulador de alta temperatura existente no painel traseiro (*slope*), de forma que coincida com a temperatura da água quente.

Operação

1. Garantir que o aparelho está devidamente calibrado.
2. Ligar o aparelho no botão ON/OFF.
3. Seleccionar o modo de visualização «pH» com o botão RANGE.
4. Retirar a cápsula que protege a parte inferior do eletrodo.
5. Mergulhar o eletrodo de pH e a sonda de temperatura na solução a testar.
6. Agitar brevemente e esperar um minuto. O mostrador indica o valor do pH da solução.

7. Premir o botão **RANGE** para selecionar entre medição de pH e temperatura. O valor corresponde ao pH da solução à temperatura medida.
8. Depois de cada medição desligar o aparelho e recolocar a cápsula protetora, de forma a cobrir completamente os orifícios de enchimento.

Nota: Se se pretender a compensação manual de temperatura retira-se a sonda de temperatura, mede-se a temperatura da solução a testar, carrega-se no botão **RANGE** para selecionar a afinação da temperatura e primem-se os botões $\uparrow$ e $\downarrow$ até que o mostrador marque a temperatura real da solução.

Manutenção do eletrodo de pH

Durante o transporte podem ter-se formado bolhas de ar muito finas dentro do bulbo do eletrodo. Nessas condições o eletrodo pode não funcionar corretamente. Para remover estas bolhas basta agitar o eletrodo, tal como se faz com um termómetro clínico.

Sempre que se trabalha com um eletrodo no qual o eletrólito possa ser recarregado, o nível do líquido deve ser verificado, e atestado se necessário, com a solução apropriada (HI 7071).

Se a capa de proteção tiver estado sem eletrólito ou se o eletrodo não foi usado durante muito tempo, precisa de ser reativado. Isso consegue-se deixando-o durante várias horas num copo com:

- HI 70300 – solução de armazenamento para eletrodos combinados;
- HI 7071 – solução de enchimento: diluição 1:10.

Na ausência destas soluções, usar água da torneira (não se deve usar água destilada, pois iria aumentar o tempo de resposta do eletrodo).

De um modo geral, a diferença em mV entre medições feitas para soluções tampão a pH 7 e pH 4 varia de 171 a 176 mV para eletrodos de pH a temperaturas entre 20 e 25 °C. Se estes valores não se verificarem devem controlar-se os aspetos seguintes:

- os cabos usados para o eletrodo de medida de pH e para o eletrodo de referência devem estar perfeitamente isolados;
- os cabos para a ligação elétrica do aparelho devem estar limpos e secos;
- se o eletrodo for deixado durante muito tempo ao ar, ocorrerá um processo de desidratação do bulbo de vidro de tal modo que os resultados indicados pelo eletrodo retornam extremamente lentos e instáveis – neste caso, deixar o eletrodo mergulhado em solução de armazenamento HI 70300 durante uma noite inteira;
- se houver incrustações de sais inorgânicos na superfície do bulbo de vidro, a sua eficiência poderá recuperar-se mergulhando-o durante aproximadamente 5 minutos em cada uma das seguintes soluções: HCl 0,1 mol dm⁻³, NaOH 0,1 mol dm⁻³ e novamente em HCl 0,1 mol dm⁻³;
- a sensibilidade do bulbo de vidro pode ser afetada por uma película de um óleo orgânico ou de gordura – para eliminá-las lavar o bulbo de vidro com uma solução de metanol a 75%, secar com um pano macio, lavar bem com água e mergulhar durante algumas horas na solução de armazenamento HI 70300;
- os depósitos de proteínas (devidas por exemplo a medições em leite, queijo ou amostras de carne) podem ser eliminados por um tratamento com solução HI 7073 – esta solução deve ser preparada imediatamente antes de ser usada; deixa-se o eletrodo mergulhado em HI 7073, lava-se bem com água e mergulha-se em seguida durante algumas horas em solução HI 70300;
- se o diafragma do eletrodo de referência tiver uma cor escura, pode ser recondicionado através de uma imersão prolongada numa solução HI 7074. Lavar então abundantemente com água e mergulhar em HI 70300 durante várias horas. Dado que a solução HI 7074 mancha o vidro, este procedimento deve fazer-se apenas como uma tentativa extrema para salvar o eletrodo e deve ser executado com grande cuidado.

Para conservar inalteradas as características dos eletrodos (em particular a velocidade de resposta), estes devem manter-se sempre humedecidos. A solução de armazenamento mais apropriada para este propósito é a HI 70300. Por pequenos períodos de tempo pode usar-se água da torneira como substituto. A cápsula de proteção do eletrodo é a câmara ideal para assegurar uma conservação durante um maior período de tempo.

6. Guião de exploração das transparências

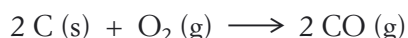
Transparência 1 – Amoníaco

O primeiro esquema mostra um diagrama da produção industrial do amoníaco. Realce-se a reconversão de H_2 e N_2 que não reagiram, o que permite aumentar enormemente o rendimento industrial da produção do amoníaco.

No segundo esquema articulam-se as reações químicas mais importantes no processo de Haber-Bosch atual. As linhas a magenta seguem o percurso do hidrogénio e as linhas a castanho seguem o percurso do azoto. As setas a tracejado remetem para processos auxiliares à produção.

Transparência 2 – Cálculos estequiométricos

É estudada a reação de combustão do carbono, descrita pela equação química:



e que consideramos completa.

A proporção dos números de moles de cada espécie química presente na reação é a estequiometria da reação. Neste caso é: 2, 1, 2.

Vejamos com mais pormenor um caso concreto de 24 g de carbono a reagirem com 18 g de oxigénio.

Ao reagirem 24 g de carbono (2 mol), consumir-se-iam 32 g de oxigénio. Mas não existe tal quantidade, pelo que o oxigénio é o reagente limitante. Para reagir, estão disponíveis apenas $16/32 = 0,5$ mol de oxigénio. No máximo, pois reagem $2 \times 0,5 = 1$ mol de carbono, produzindo-se igual quantidade de monóxido de carbono, isto é, $1 \times 28 = 28$ g.

De uma forma geral, para a reação $a \text{ A} + b \text{ B} \longrightarrow c \text{ C} + d \text{ D}$, os números a , b , c e d são os coeficientes estequiométricos. Estes indicam a proporção molar em que reagem e se formam as espécies químicas.

Note-se que o volume molar 22,4 L (em condições normais de pressão e temperatura) só pode ser usado para substâncias gasosas.

Transparência 3 – Balanço energético nas reações químicas

Uma reação química é exotérmica se, em sistema isolado, a temperatura do sistema aumentar. Se a temperatura diminuir, a reação diz-se endotérmica.

A parte superior da primeira figura evidencia a subida de temperatura para reações exotérmicas (à esquerda) e a descida de temperatura para reações endotérmicas (à direita).

Se o sistema for não isolado, há trocas de energia com a vizinhança e é a temperatura que aumenta ou diminui.

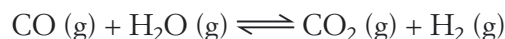
Note-se que o prefixo «exo» (para fora) serve para sistemas não isolados (como aqueles com que tipicamente lidamos).

Os quadros sistematizam as definições de reação endotérmica e reação exotérmica de acordo com as características do sistema envolvido.

O diagrama de baixo pode ajudar a compreender melhor a relação existente entre a exotermicidade ou endotermicidade de uma transformação química e as ligações químicas quebradas ou estabelecidas. Se uma reação for exotérmica (esquerda), a energia libertada na formação de novas ligações químicas nos produtos será superior à energia necessária para romper as ligações químicas nos reagentes. O contrário acontece nas reações endotérmicas (direita), onde se gasta mais energia a quebrar ligações em reagentes do que aquela que é libertada na formação de produtos. É bom reforçar a noção (nem sempre clara) de que romper uma ligação química envolve sempre um investimento energético e que a formação de uma ligação química, pelo contrário, liberta sempre energia.

Transparência 4 – Equilíbrio químico

O primeiro esquema representa a evolução das concentrações das espécies químicas ao longo do tempo e a rapidez das reações direta e inversa. A reação química tida em conta diz respeito ao equilíbrio:



No início da reação ($t = 0$ s) só há reagentes (monóxido de carbono e água). Assim que começa a haver reação, vai-se consumindo monóxido de carbono e água e vai-se produzindo dióxido de carbono e hidrogénio.

O quadro resume a evolução para o equilíbrio e a manutenção nesse mesmo equilíbrio em termos de rapidez da reação e da modificação da concentração de reagentes e produtos.

A última figura sintetiza toda a informação que é possível retirar a partir da expressão da constante de equilíbrio, K_c .

Transparência 5 – Ciclo da água e reservas de água

Os fluxos de água no planeta Terra evidenciam a dinâmica do ciclo da água. Os oceanos são, como é sabido, os grandes reservatórios de água do planeta. A água dos oceanos é «alimentada» diretamente pelas chuvas e pelo escoamento de águas de solos, superfícies geladas e rios. Repare-se que a água evaporada a partir dos oceanos é igual à quantidade recebida diretamente das chuvas e dos escoamentos de solos, gelos e chuvas. O princípio da conservação da matéria está, pois, implícito neste ciclo. O mesmo acontece nos solos, gelos e rios, onde, em média, num ano, entra tanta água por precipitação quanta sai por evaporação e escoamento para o oceano.

As distribuições de reservas de água mundiais refletem alguns dados curiosos, nem sempre óbvios. Por exemplo, a grande percentagem de água gelada, tipicamente indisponível para o homem, e a pequeníssima percentagem de água nos rios. Observa-se também a grande quantidade de água em lagos (quer salgados, quer doces) e, mais uma vez, a impressionante percentagem de água nos oceanos.

Transparência 6 – Parâmetros importantes na caracterização de águas

Cada vez mais se torna importante conhecer a água que bebemos. Os rótulos das águas engarrafadas, ou os boletins de análises fornecidas pelos serviços de águas, podem dar-nos informação que caracteriza o seu conteúdo. O pH, a mineralização e concentração de alguns iões como sódio, cálcio, sulfatos, etc., são alguns dos parâmetros usados.

Os valores paramétricos para a qualidade da água são definidos através de legislação que indica os valores físico-químicos e biológicos admissíveis nas águas.

Transparência 7 – Reações de ácido-base

As reações ácido-base podem ser interpretadas como transferências de protões (H^+).

O ácido é a substância que cede protões e a base é a substância que recebe protões. Em qualquer reação de ácido-base há sempre uma substância que cede protões (ácido) e outra que os recebe (base). Às espécies na forma ácida e básica, em reagentes e produtos, chama-se «par conjugado ácido-base».

Vejamos os pares conjugados ácido-base na reação do ácido clorídrico com a água. Um próton (H^+) da molécula de HCl é desacoplado da molécula e transferido para uma molécula de água (que o recebe – base). Nos produtos da reação encontramos o par conjugado ácido-base de HCl , que é o íon Cl^- (a reação no sentido inverso mostraria que o Cl^- era capaz de receber prótons – base). A água, por sua vez, funciona como base, nos reagentes, ao receber um próton. Nos produtos, o respetivo par ácido-base é o íon oxónio, H_3O^+ .

Na ionização do amoníaco em água o que acontece? Um próton sai da água (ácido) para a molécula de amoníaco (base), que o recebe. O par conjugado do amoníaco é o íon amónio, NH_4^+ (ácido), e o par conjugado da água é o íon hidróxido (base).

A água funciona como base na primeira reação e como ácido na segunda. Diz-se, por isso, uma substância anfotérica.

Transparência 8 – Reações de oxidação-redução

Podemos interpretar os fenómenos de oxidação e redução em termos de transferência de eletrões.

Uma espécie que se oxida (ou é oxidada) aumenta a sua carga positiva (o seu número de oxidação). A espécie oxidada cede um eletrão. Isto só acontece se no ambiente químico à sua volta houver uma outra espécie que receba esse eletrão, isto é, se diminuir o seu número de oxidação.

Quando um prego é colocado numa solução contendo íões cobre, o íon cobre é reduzido a cobre e o ferro é oxidado a íon ferro. Podem estabelecer-se as semi-reações de oxidação do ferro e de redução do íon cobre, cuja conjugação estabelece a reação global redox entre o metal ferro e os íões cobre.

Compreende-se bem por que é que uma espécie que se oxida se chama, também, redutora: é que, ao oxidar-se (ao ceder um eletrão), permite que outra se reduza (receba o eletrão).

As espécies têm tendências diferenciadas para se reduzirem ou oxidarem. O ferro tende a oxidar-se em soluções contendo íões cobre. Mas o íon cobre, na presença de íões prata, já não se reduziria, pois a prata tem maior tendência para o fazer.

Transparência 9 – Equilíbrio químico na solubilidade

O que se passará, a nível microscópico, quando um sal se dissolve em água?

Certamente que as moléculas de solvente (a água, por exemplo) interagem com o soluto e possibilitam a dissolução. É necessária alguma energia para romper as ligações existentes entre os íões de carga contrária no cristal (por isso, tipicamente, as dissoluções de sais são processos endoenergéticos). As moléculas de solvente rodeiam o cristal e começam a ser capazes de dissolver os seus íões, que ficam envolvidos em moléculas de água já não na forma sólida de cristal, mas dissolvidos em solução. Esta dissolução, porém, tem um limite: não se pode dissolver indefinidamente um sal em solução, por mais solúvel que ele seja.

A constante de solubilidade reflete a maior ou menor facilidade com que um sal, a determinada temperatura, se dissolve em água. Se, numa dada situação, o quociente de solubilidade for inferior à constante de solubilidade, tal significa que é possível dissolver mais sal na solução (Q pode crescer até atingir o valor de K_s). A solução diz-se saturada quando $Q = K_s$ e sobressaturada quando $Q > K_s$: nessa altura há íões a mais, que precipitarão na forma sólida (Q tem de decrescer até atingir o valor de K_s).

Transparência 10 – Localização do ponto de equivalência numa curva de titulação pelo método do círculo ajustado

Esta transparência pode utilizar-se para determinar o ponto de equivalência por um processo gráfico, como alternativa ao método descrito na Técnica da Atividade Laboratorial 2.3.

As instruções para realizar tal traçado encontram-se na própria transparência.

7. Exploração do programa *Le Chat*

Disponibilizamos aqui um guião de exploração do programa *Le Chat*, de acesso livre na Internet, que pode ser descarregado em <http://www.mocho.pt/search/local.php?info=local/software/quimica/lechat2.info> (ou em www.projectos.TE.pt) e instalado em qualquer computador, mesmo que não esteja ligado à Internet.

O guião de exploração seguinte foi feito a pensar nos alunos, podendo ser fotocopiado pelo professor e distribuído na aula.

7.1 Requisitos mínimos

Computador PC–IBM compatível com *Windows 95*.

8 Mb de memória RAM.

Placa gráfica de 256 cores ou superior.

7.2 Objetivos do programa

O programa *LeChat 2.0 – Simulações em Equilíbrio Químico* consiste basicamente numa ilustração no computador, de forma gráfica, do fenómeno do equilíbrio químico.

Pretende-se, em particular, visualizar as alterações produzidas em sistemas químicos gasosos por alterações de concentrações de reagentes ou produtos, temperatura do sistema ou pressão (volume) a que o sistema está sujeito, em conformidade com a Lei de Le Châtelier.

O programa destina-se a alunos dos 11.º e 12.º anos de escolaridade. Alunos de Química Geral dos primeiros anos universitários poderão também utilizar eficazmente esta simulação.

O programa inclui, em versão digital, um conjunto de Roteiros de Exploração que poderão ser usados pelos alunos, nos vários níveis de ensino, com a colaboração do professor. Estes roteiros estão disponíveis e são executáveis dentro do próprio programa. Podem igualmente ser editados novos e personalizados roteiros pelos professores, sem que seja necessário dominar qualquer técnica de programação.

7.3 Modo de funcionamento

Para iniciar a simulação deverá carregar num dos Botões «Play» (> lento) ou «Executar» (>> rápido) e observar as consequências da sua ação.

Seguidamente poderá variar todos os parâmetros permitidos, repetindo as operações quantas vezes achar necessárias.

Para saber informação sobre grande parte dos Objetos, passe com o rato por cima e observe o texto de ajuda na barra inferior esquerda do programa.

Clicando com o botão direito em alguns dos Objetos a Ajuda Direta dá uma Informação mais detalhada sobre eles.

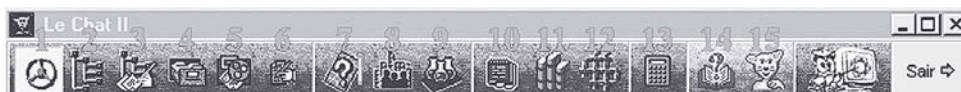
Pode igualmente pesquisar nos vários tipos de Ajuda disponíveis.

Através dos Roteiros de Exploração tem a possibilidade de se aperceber da funcionalidade e de algumas das principais potencialidades do programa.

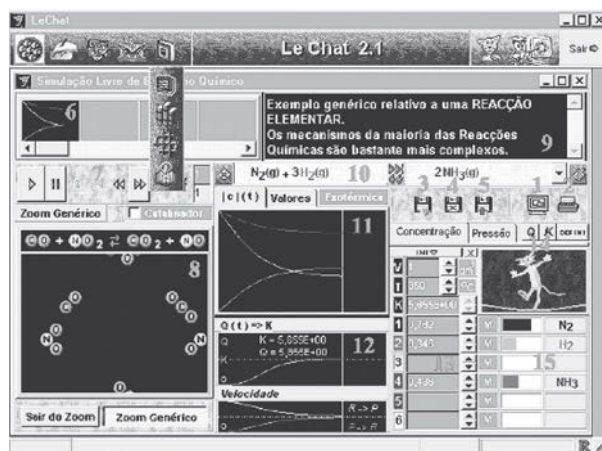
É possível usar as instruções Copiar (Ctrl C) e Colar (Ctrl V) para transferir informação entre programas.

7.4 Recursos do programa

As imagens que se apresentam seguidamente com as respetivas legendas ilustram *per si* as possibilidades de exploração.



- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 – Simulação Livre | 6 – Notas | 11 – Bibliografia |
| 2 – Roteiros de Exploração | 7 – Testes de Múltipla Escolha | 12 – Ligação à Rede |
| 3 – Editor de Roteiros | 8 – Equilíbrio Químico e Sociedade | 13 – Calculadora |
| 4 – Dados Numéricos – Editor de Texto | 9 – Equilíbrio Químico e Laboratório | 14 – Hipertextos |
| 5 – Intervalo Lúdico | 10 – Pressupostos | 15 – Informação sobre o Programa |



- | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 – Imprimir Sequência no ecrã | 6 – Sequência de Páginas | 11 – Concentração (Pressão)/Tempo |
| 2 – Imprimir Sequência na Impressora | 7 – Botões de Controlo | 12 – Evolução do $Q \rightarrow K$ /Tempo |
| 3 – Carregar Sequência do Disco | 8 – Simulação de Equilíbrio | 13 – Estado Atual das concentrações |
| 4 – Apagar Sequência no Disco | 9 – Ajuda Direta, hipertexto | 14 – Fórmula de Cálculo de Q ou K |
| 5 – Gravar Sequência no Disco | 10 – Equações (Selecionar, criar) | 15 – Barras de Concentração (Pressão) |

7.5 Roteiros de exploração do *Le Chat*

Uma das novidades desta versão, em relação à versão anterior, é a possibilidade de colocar os alunos em interação usando um **Roteiro de Exploração**, que é parte integrante do programa.



O programa possui um editor de roteiros que permite aos professores editarem os seus próprios roteiros sem terem de dominar qualquer técnica de programação. A partir da figura seguinte e de alguns tópicos fornecem-se pistas para ajudar os professores a construir os seus roteiros.



0 – Começar Novo Roteiro «do nada»

4 – Adicionar ou Retirar um Evento de determinado tipo

1 – Ler Roteiro do Disco

5 – Lista de Eventos do Roteiro

2 – Apagar o Roteiro Atual

6 – Informação, Ordem ou Pergunta do Evento selecionado

3 – Gravar o Roteiro Atual

7 – Ações, Respostas, Dica e Gráfico do Evento selecionado

Poderá partir de um roteiro já elaborado – e alterá-lo – ou começar um novo.

A alteração dos Roteiros envolve a Adição ou Exclusão de Eventos, assim como o seu preenchimento ou alteração.

O preenchimento de cada Evento pode incluir: Informação, Pergunta, Ordem, Ações, Respostas, Dica e Gráfico de acompanhamento.

Cada Evento tem a possibilidade de «Esperar» pela finalização das ações que o Evento anterior tenha despoletado. Para tal é necessário ativar a respetiva opção.

Nos Eventos do tipo Seleção é possível atribuir Pontos que, em caso de acerto durante a execução, se adicionam à Classificação Final do Roteiro. Pode-se ainda definir qual é o próximo Evento associado à escolha de determinada resposta, ou seja, o Roteiro pode seguir caminhos diferentes de acordo com a resposta escolhida pelo aluno.

Depois de Gravar as alterações, pode Sair e Executar o Roteiro no Módulo Roteiros.

Para se iniciar é aconselhável estudar o que se pode e deve fazer a partir dos Roteiros pré-definidos.

Alguns professores têm preferido usar Roteiros de Exploração em papel, pelo que **apresentamos aqui um exemplo**.

Este roteiro é indicado para um série de três aulas, mas pode também ser trabalhado em casa pelos alunos, que facilmente o extraem da Internet e o instalam no seu computador.

1. Numa folha de trabalho onde vai fazer os registos, escreva a equação genérica atualmente selecionada ($A + B \rightleftharpoons C + D$). Também pode usar o editor de texto do programa e responder às perguntas no próprio computador. Neste caso, será conveniente guardar o ficheiro no disco rígido ou numa *pen* (para mais pormenores fale com o professor).
BOM TRABALHO!
2. Esta reação genérica corresponde a um sistema homogéneo ou heterogéneo?
DICA: Sistema: Porção de universo que se considera para estudo. Em particular, conjunto de reagentes no início da reação (se só houver reagentes) ou conjunto de reagentes e produtos da reação presentes. O prefixo «homo» quer dizer «igual» e o prefixo «hetero» quer dizer «diferente».
3. Registe (em papel ou no editor de texto do programa) os valores das concentrações de cada uma das espécies A, B, C e D e compare esses valores com o número de pontinhos (moléculas) de cada cor presentes no ecrã.
4. Inicie a simulação usando o botão «Avançar». Represente de forma esquemática as reações direta e inversa.
5. Suspenda a simulação no botão «Pausa» ao fim de cerca de 16 s.
6. O que aconteceu ao número de «pontinhos» (moléculas) respeitantes aos reagentes? Diminuiu, aumentou ou manteve-se?
7. A concentração de produtos aumentou, diminuiu ou manteve-se?
8. Em que proporção terão diminuído as concentrações de A e B ? 1/1, 1/2, 1/3, 3/1 ou 2/3?
DICA: Atenda à estequiometria da reação.
9. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar».
10. Verifique o sentido do movimento das setas e responda se a reação direta é mais rápida que a inversa ou se só a reação direta está a ocorrer.
DICA: Note que a reação se desloca no sentido direto.
11. Se o sistema ainda não atingiu a situação de equilíbrio pode esperar, mas, se quiser, poderá avançar a simulação até esse ponto com a tecla de avanço rápido (>>).
12. Observando o gráfico da evolução das concentrações em função do tempo, tire conclusões relativamente às concentrações de cada uma das espécies à medida que se vai estabelecendo o estado de equilíbrio.
13. Registe os valores finais das concentrações.
14. Altere as concentrações de todas as espécies para os seguintes valores: $|A| = 0,6 \text{ M}$; $|B| = |C| = 0,4 \text{ M}$; $|D| = 0,6 \text{ M (mol/dm}^3\text{)}$. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
15. Atingido o estado de equilíbrio, quais são as concentrações de cada uma das espécies? Verifique o que há em comum entre o primeiro e o segundo estados de equilíbrio a que chegou. A título de curiosidade, calcule $|C| \times |D| \times |A| \times |B|$ para os dois estados de equilíbrio. Tire conclusões.
16. Se diminuir a concentração do reagente A para cerca de $0,1 \text{ M (mol/dm}^3\text{)}$, em que sentido prevê que ocorra a reação? No sentido inverso ou no sentido direto?
DICA: Atenda à Lei de Le Châtelier.
17. Diminua a concentração do reagente A para cerca de $0,1 \text{ M (mol/dm}^3\text{)}$. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
18. Se aumentar a concentração do reagente B para cerca de $0,5 \text{ M (mol/dm}^3\text{)}$, em que sentido prevê que ocorra a reação? No sentido direto ou no sentido inverso?
19. Aumente a concentração do reagente B para cerca de $0,5 \text{ M (mol/dm}^3\text{)}$. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
DICA: Clicar na seta para cima no reagente B.

20. Se aumentar a concentração do produto C para cerca de 0,9 M (mol/dm³), em que sentido prevê que ocorra a reação? No sentido inverso ou no sentido direto?
21. Aumente a concentração do produto C para cerca de 0,9 M (mol/dm³). Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
22. Se diminuir a concentração do produto D para cerca de 0,3 M (mol/dm³), em que sentido prevê que ocorra a reação? No sentido direto ou no sentido inverso?
23. Diminua a concentração do produto D para cerca de 0,3 M (mol/dm³). Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
24. O que observou ilustra ou não a Lei de Le Châtelier?
DICA: Lei de Le Châtelier: se for imposta uma alteração a um sistema químico em equilíbrio, o sistema evoluirá de forma a contrariar a alteração a que foi sujeito.
25. Diminua o volume para metade (0,5 dm³). Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
26. Tire conclusões sobre a forma como a diminuição de volume afetou o sistema químico.
DICA: Note que nesta transformação química não há variação do número de moles gasosas.
27. Altere a equação para $A + B \rightleftharpoons C + 2 D$.
28. Tome nota da diferença entre esta equação e a anterior ($A + B \rightleftharpoons C + D$).
DICA: Repare nos coeficientes estequiométricos.
29. Inicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
30. Diminua o volume para metade (0,5 dm³). Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
31. Tire conclusões sobre a forma como a diminuição de volume afetou o sistema químico.
DICA: Nesta transformação química já há variação do número de moles gasosas.
32. Escolha novamente a equação $A + B \rightleftharpoons C + D$.
33. Inicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
34. Qual o significado de esta reação ser «atérmica»?
DICA: Atérmica: reação que não liberta nem utiliza energia, transferida sob a forma de calor. Quer dizer que o sistema não fornece nem recebe energia como calor da sua vizinhança no decorrer da reação. Não há variações de temperatura.
35. Aumente significativamente a temperatura a que ocorre a reação, por exemplo para 350 °C. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
36. Interprete os efeitos do aumento da temperatura.
DICA: Aumento de temperatura: o sistema «responde» contrariando a perturbação a que foi sujeito. Para tal, é favorecida a transformação em que há absorção de energia como calor, o que tende a diminuir a temperatura.
37. Altere a equação para $2 A + 3 B \rightleftharpoons 2 C + D$.
38. Inicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
39. Qual é o significado de esta reação ser «exotérmica»?
DICA: Exotérmica: reação que transfere energia para o exterior, sob a forma de calor, num sistema fechado que, então, fornece energia à sua vizinhança. Tratando-se de um sistema isolado, a temperatura do sistema aumenta durante a reação até ser atingido o equilíbrio. Isto é, aumenta o grau de agitação atômico-molecular.
40. Aumente significativamente a temperatura a que ocorre a reação, por exemplo para 350 °C. Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
41. Interprete os efeitos do aumento da temperatura.
42. O que observou ilustra ou não a Lei de Le Châtelier?

43. Altere a equação para $2 \text{SO}_3 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_2 + \text{O}_2$.
44. Registe os valores das concentrações de SO_3 , SO_2 e O_2 no equilíbrio. Calcule $|\text{SO}_2|^2 \times |\text{O}_2| / |\text{SO}_3|^2$.
45. Se diminuir o valor da temperatura, em que sentido prevê que ocorra a reação?
DICA: Diminuição da temperatura: o sistema «responde» contrariando a perturbação a que foi sujeito. Para tal, é favorecida a transformação em que há libertação de energia como calor, o que tende a aumentar a temperatura.
46. Diminua significativamente o valor da temperatura (por exemplo, 400 °C). Reinicie a simulação usando o botão «Avançar» ou «Acelerar».
47. Compare os resultados com as previsões.
48. A título de curiosidade, calcule de novo $|\text{SO}_2|^2 \times |\text{O}_2| / |\text{SO}_3|^2$, com as novas concentrações de equilíbrio. Verifique se nota alguma coisa de semelhante em relação a cálculos equivalentes feitos para outros estados de equilíbrio.
DICA: Os dois quocientes são iguais!
49. Altere a equação para $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$.
50. Inicie a simulação usando o botão «Acelerar».
51. Ative o «Catalisador».
52. Verifique as repercussões no gráfico da adição do catalisador. Observe se provoca alguma alteração das concentrações no equilíbrio.
DICA: Adição de um catalisador: a adição de um catalisador apenas tem efeito na velocidade da reação, diminuindo o tempo que o sistema demora até atingir o equilíbrio. A extensão da reação não é afetada pela adição de um catalisador, não se alterando o equilíbrio num ou noutro sentido. Podemos dizer que o catalisador afeta o valor da energia de ativação da reação, diminuindo a barreira de energia necessária para haver conversão de reagentes em produtos e de produtos em reagentes. A extensão da reação não depende do valor da energia de ativação.
53. Apagar todas as páginas gráficas usando o botão «Apagar» e escolhendo a opção «Todas as Páginas».
54. Suponha que é engenheiro químico numa fábrica de amoníaco. O objetivo é produzir a maior quantidade de amoníaco (NH_3) ao menor custo, e no menor intervalo de tempo possível. Dispõe deste programa para mostrar aos diretores financeiros as condições ideais de fabrico.
55. Imagine então que está a expor os seus pontos de vista aos diretores da fábrica, referindo-se a:
 – condições de pressão (volume) a que ocorre a reação;
 – concentrações de N_2 iniciais (mais barato que H_2);
 – temperatura a que ocorre a reação;
 – presença de um catalisador (o tempo de fabrico é importante).
DICA: Fazer uma análise profunda da otimização a efetuar durante um processo de síntese de amoníaco. Ao fim e ao cabo pretende-se desenvolver estratégias que permitam deslocar o equilíbrio para a direita no mais curto intervalo de tempo e gastando o menos dinheiro possível.
56. Depois de terminar este roteiro poderá entrar noutros modos de exploração do programa – conjunto de ícones no topo – e desenvolver as seguintes atividades:
 – Intervalo Lúdico – jogos divertidos em química;
 – Ligação à Internet – novidades em equilíbrio químico;
 – Introdução de novas equações químicas em fase gasosa (botão verde à direita da equação química do ecrã);
 – Impressão de imagens interessantes representando fases da simulação significativas (ícone da impressora).
57. Terminou o atual Roteiro. Se usou o editor de texto do programa não se esqueça de o guardar e talvez imprimir para discutir com colegas e professores.

8. Chuva normal e chuva ácida usando SATD

Propomos aqui um guião destinado à utilização de um Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados por computador (SATD) na Atividade Laboratorial 2.2 «Chuva normal e chuva ácida».

Este guião permite realizar o trabalho laboratorial «Efeito da dissolução de gases no pH da água» e pode substituir o procedimento que é proposto no manual.

A utilização de SATD apresenta algumas vantagens relativamente ao trabalho tradicional, nomeadamente:

- fundamenta-se numa tecnologia atual, utilizada em várias áreas da atividade humana, o que tem implicações na motivação dos alunos para a aprendizagem;
- proporciona uma apresentação fácil e imediata dos resultados, encorajando os alunos a tornarem-se participantes ativos nas atividades;
- permite visualizar os efeitos da manipulação de variáveis de forma instantânea.



SATD.

Problema em estudo

Nesta atividade pretende-se dar resposta à seguinte questão:

Por que é que a chuva pode ter diferentes graus de acidez?

Vamos usar um sistema de *Aquisição e Tratamento de Dados* por computador – SATD para fazer uma simulação do fenómeno da acidificação da água da chuva, estudando a dissolução de gases em água.

Fundamentos teóricos

As águas da chuva são normalmente ácidas devido à dissolução de dióxido de carbono existente na atmosfera. Podem ter uma acidez anormal como resultado da dissolução de certos poluentes, nomeadamente óxidos de enxofre e óxidos de azoto.

É possível fazer uma simulação laboratorial da acidificação da água da chuva. Para isso é necessário preparar laboratorialmente os gases atrás referidos.

A preparação laboratorial de CO_2 (g) pode ser feita por reação entre ácido clorídrico e carbonato de cálcio:



Pode utilizar-se um recipiente com tubuladura lateral para, com um tubo, fazer borbulhar o CO_2 em água.

O SO_2 pode ser preparado laboratorialmente a partir da reação entre o sulfito de sódio e ácido sulfúrico $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$:



Este último gás deve ser preparado numa *botte*, ou então num ambiente completamente fechado.

A figura seguinte mostra um esquema de uma montagem que permite borbulhar estes gases em água.

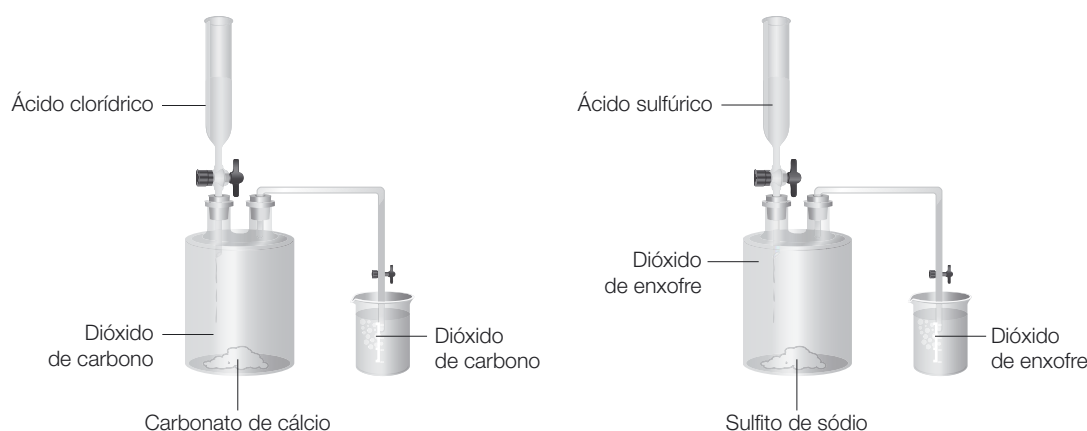


Fig. 1

Pode utilizar-se uma pinça para regular o fluxo de gás; o fluxo não deve ser completamente vedado, pois pode aumentar demasiado a pressão no interior da montagem. A produção de gás é regulada através da adição cuidadosa de ácido.

Trabalho pré-laboratorial

Ideias prévias

Questão 1: Quais são as reações químicas correspondentes à dissolução de CO_2 e de SO_3 em água? Como é que elas explicam a acidificação da água da chuva? Os fenómenos anteriores acontecem naturalmente na atmosfera ou são provocados pela ação humana?

Questão 2: Que valores podem ser esperados para o pH da água onde se borbulhe CO_2 ? E SO_2 ?

Pesquisa de informação

Tarefa A: Pesquise a informação de segurança relativa ao dióxido de enxofre.

Dióxido de enxofre:



R 23-34

S 26-36/37/39-45

Preparação

Fundamento experimental

Nesta atividade iremos usar um **Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados** ligado a um **sensor de pH**, que vai funcionar como medidor de pH.

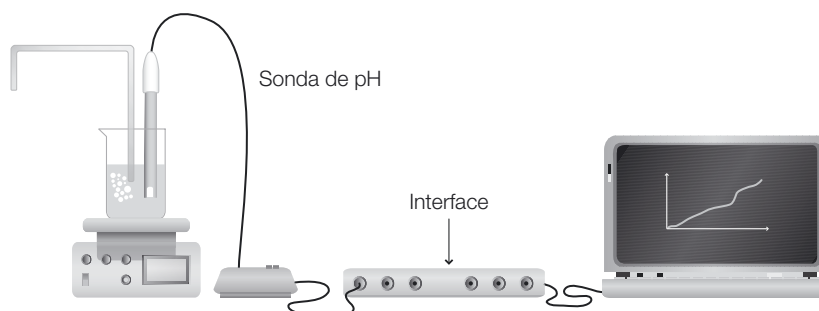


Fig. 2

O sensor é mergulhado em água, na qual se borbulha o gás em estudo. O sensor mede o pH, transferindo essa informação através da interface para o computador. O computador representa graficamente a variação de pH em função do tempo e armazena esses dados.

Reagentes

Tarefa B: Decida qual dos seguintes gases vai estudar em primeiro lugar.

- ☐ dióxido de carbono, CO_2 ☐ dióxido de enxofre, SO_2

Questão 3: Quais são os reagentes necessários?

- ☐ ácido sulfúrico – solução aquosa 2 mol/dm^3 ☐ ácido clorídrico – solução aquosa 2 mol/dm^3
☐ sulfito de sódio ☐ carbonato de cálcio

Montagem laboratorial

Tarefa C: Faça uma montagem que permita dissolver CO_2 , ou SO_2 , em água. Utilize para o efeito o material de laboratório disponível.



Fig. 3

Questão 4: Para vedar bem as juntas de toda a montagem realizada pode utilizar-se:

- ☐ fita-cola ☐ Parafilm ☐ película aderente ☐ fita de Teflon

Questão 5: Para manipular o dióxido de enxofre é necessário (escolha de acordo com as possibilidades):

- ☐ realizar todo o trabalho numa *hotte*. ☐ utilizar um saco plástico hermeticamente fechado.

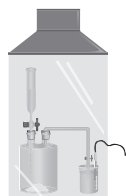


Fig. 4

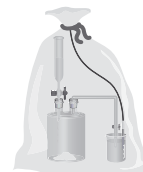


Fig. 5

Questão 6: Caso se use um saco hermeticamente fechado, este deve estar cheio de ar ou ter pouco ar?



Recorde que, caso utilize o SO_2 , a montagem deve estar sujeita a exaustão, ou então ser completamente fechada.

Procedimentos gerais de segurança



1. Evite manipular líquidos próximo do equipamento informático. Em caso de derrame informe o professor e proceda conforme as suas instruções.



2. O ácido sulfúrico e o ácido clorídrico são corrosivos. Manipular com cautela.



3. Para trabalhar com o SO_2 é obrigatório proteger as vias respiratórias.

INTERFACE: «Science Workshop» (Pasco)

SOFTWARE: «Science Workshop»

SENSOR: Sensor pH

Procedimento

Preparação do computador

Tarefa D: Proceda à preparação do SATD de acordo com as instruções seguintes.

1. Estabeleça as ligações indicadas.

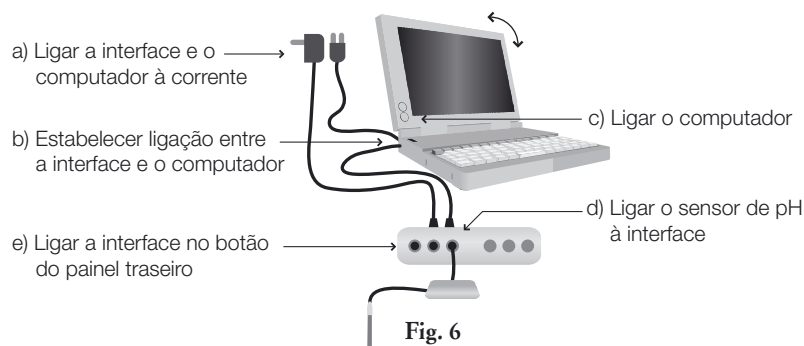


Fig. 6

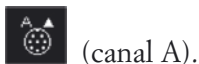
2. Clique no atalho do programa «ScienceWorkshop»  existente na área de trabalho.

Instruções para uso do software

Tarefa E: As instruções seguintes permitem recolher dados com o **sensor de pH**.

1. Clique no botão **Ficha Analógica** existente na área de trabalho (Fig. 7).
Surge um ponteiro com a forma de uma mão.

Arraste o ponteiro e largue-o sobre o canal onde está ligado o sensor de pH:



(canal A).

Surge a janela de escolha de sensor (Fig. 8).

2. Selecione **Sensor pH** na janela de escolha.
Clique em **OK**.

3. Clique no botão **Gráfico** existente na área de trabalho.

Surge um ponteiro com a forma de uma mão.

Arraste o ponteiro e largue-o sobre o canal onde está ligado o sensor
Surge a janela «pH» (Fig. 9).

Selecione a opção «pH (pH)» e clique em **Mostrar (Display)**.
Surge a janela de Gráfico (Fig. 10).

4. Clique no botão **Mostrador Digital** existente na área de trabalho.

Surge um ponteiro com a forma de uma mão.

Arraste o ponteiro e largue-o sobre o **canal A**.

Surge a janela «pH» (Fig. 9).

Selecione a opção «pH (pH)» e clique em **Mostrar («Display»)**.
Surge a janela Mostrador Digital (Fig. 11).

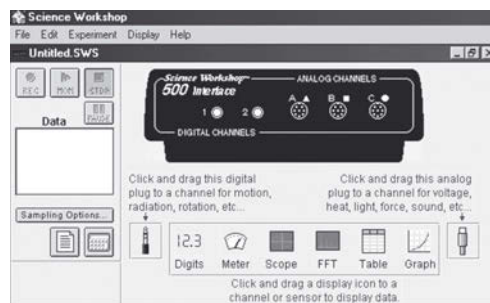


Fig. 7

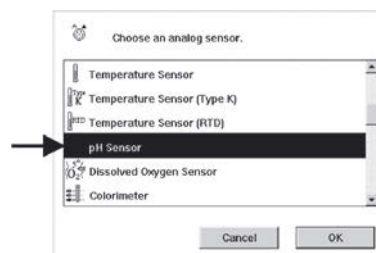


Fig. 8

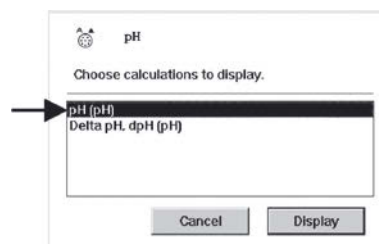


Fig. 9

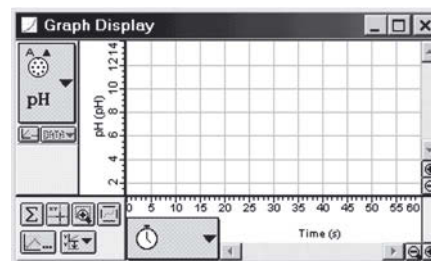


Fig. 10



Fig. 11

Opções de registo de dados

Esta parte do trabalho permite decidir sobre parâmetros de aquisição (por exemplo, o tempo que demorará a aquisição, o registo e o modo como esta informação vai ser apresentada no computador).

Questão 7: De quanto em quanto tempo o sistema deve registar o pH?

- ☐ em cada 1 s ☐ em cada 5 s ☐ em cada 10 s ☐ em cada 20 s ☐ em cada 60 s

Questão 8: Para que o gráfico fique bem dimensionado pode definir-se um intervalo para os valores de pH representados. Que intervalo será mais adequado?

- ☐ de 0 a 14 ☐ de 7 a 14 ☐ de 0 a 7 ☐ de 5 a 8

Procure fundamentar a resposta.

Questão 9: Qual será a unidade de tempo mais adequada para representar no gráfico?

- ☐ dias ☐ horas ☐ minutos ☐ segundos

Tarefa F:

1. Clique em **Opções de Aquisição** **Sampling Options...**.

Surge o Pannel de Controlo do Sensor (Fig. 12).

Selecione a opção **lento (Slow)** em **Período de Aquisição (Periodic Sample)**.

Defina um intervalo de amostragem com a barra  de acordo com a resposta à **Questão 7**.

Clique em **OK**.

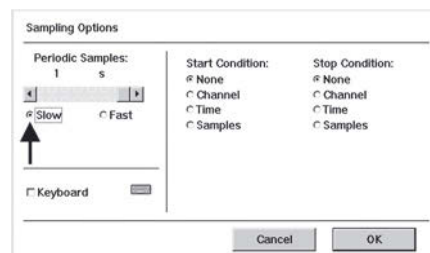


Fig. 12

2. Clique sobre o eixo dos YY (pH).

Surge a janela de configuração do eixo dos YY (Fig. 13).

Defina os limites do gráfico de acordo com a resposta dada à **Questão 8**.

Clique em **OK**.

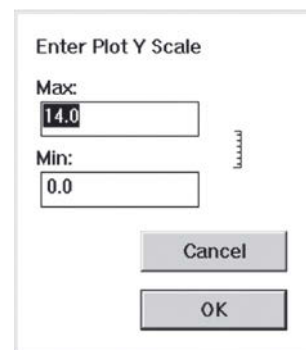


Fig. 13

3. Clique sobre o eixo dos XX (pH).

Surge a janela de configuração do eixo dos XX (Fig. 14).

Defina em **Unidades de Tempo (Time Units)** a unidade de tempo mais adequada para o gráfico, de acordo com a resposta dada à **Questão 9**.

Clique em **OK**.

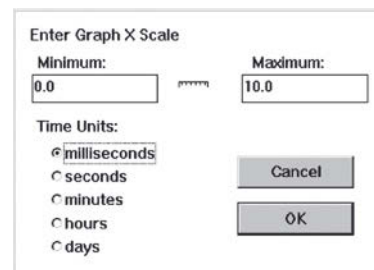


Fig. 14

Aquisição de dados

Tarefa G: Neste momento a atividade está totalmente preparada.

Pode agora iniciar a aquisição de dados.

1. Adicionar ácido lentamente para iniciar a produção de gás.



Garanta que todo o sistema está bem vedado.

2. Quando o gás começar a borbulhar, clique em **Gravar**



para iniciar a aquisição de dados.

O gráfico regista o pH em função do tempo (Fig. 15).

3. Termine a aquisição em **Stop**



quando não se verificarem mais variações de pH.

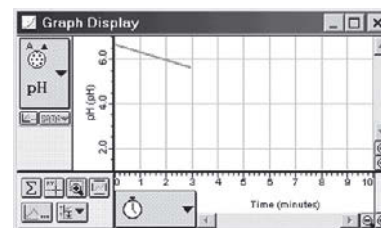


Fig. 15

Conclusões

Análise de dados

Tarefa H: Clique no botão  existente por baixo do gráfico para dimensionar automaticamente o gráfico.

Tarefa I: Incluir, no mesmo gráfico, a variação do pH com o tempo para as duas águas onde se dissolveu CO_2 e SO_2 , usando o botão .

Discussão

Questão 10: Os valores obtidos concordam com aqueles que eram esperados? Qual das situações corresponde a uma chuva normal? E a uma chuva ácida?

Questão 11: Em que condições a água destilada terá pH igual a 7? O que acontece à água destilada se estiver em contacto com a atmosfera?

Sugestões e recomendações

Questão 12: Os parâmetros definidos para a aquisição de dados foram adequados? Que parâmetros poderão ser modificados caso se repita a atividade? (ver **Opções de Registo de Dados**)

Questão 13: Qual o outro gás que pode ser estudado no seguimento do trabalho acabado de realizar?

☐ dióxido de carbono, CO_2 ☐ dióxido de enxofre, SO_2

finalização da atividade

Desligar o computador

Tarefa J:

1. Encerre o programa fazendo duplo clique no botão  existente no canto superior direito.
2. Desligue a interface e o computador.

Desmontar o equipamento

Tarefa K: Será agora necessário desmontar todo o equipamento.

1. Desmonte o SATD e desfaça as montagens.



Os equipamentos onde se usou SO_2 , incluindo o recipiente gerador de gás e aquele onde o gás foi borbulhado, deverão ser desmontados em local ventilado (*hotte*) ou bem arejado (exterior).

2. Lave a sonda de temperatura com água destilada e seque-a com papel absorvente.
3. Para guardar o eletrodo de pH:

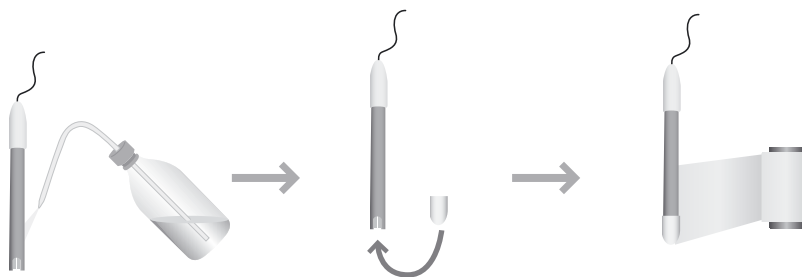


Fig. 16

- lavar com água destilada e secar com papel absorvente;
- colocar um pouco de solução de armazenamento na capa de proteção; tapar sem deixar bolhas de ar;
- envolver com película aderente.

O eletrodo de pH pode ser guardado de um dia para o outro mergulhado em água da torneira.

9. frases de risco e frases de segurança

As frases de risco indicam a natureza dos riscos específicos que o produto químico comporta. Podem representar-se pela letra R, seguida de números.

As frases de segurança indicam precauções a tomar na sua utilização. Podem representar-se pela letra S, seguida de números.

FRASES DE RISCO

- R1 Explosivo em estado seco
- R2 Risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição
- R3 Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição
- R4 Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis
- R5 Perigo de explosão em caso de aquecimento
- R6 Explosivo em contacto e sem contacto com o ar
- R7 Pode provocar incêndios
- R8 Perigo de incêndio em caso de contacto com materiais combustíveis
- R9 Perigo de explosão se misturado com materiais combustíveis
- R10 Inflamável
- R11 Facilmente inflamável
- R12 Extremamente inflamável
- R13 Gás liquefeito extremamente inflamável
- R14 Reage violentamente com a água
- R15 Reage com a água libertando gases extremamente inflamáveis
- R16 Explosivo se misturado com substâncias comburentes
- R17 Inflama-se espontaneamente em contacto com o ar
- R18 Pode formar misturas de ar-vapor explosivas/inflamáveis durante a utilização
- R19 Pode formar peróxidos explosivos
- R20 Nocivo por inalação
- R21 Nocivo em contacto com a pele
- R22 Nocivo por ingestão
- R23 Tóxico por inalação
- R24 Tóxico em contacto com a pele
- R25 Tóxico por ingestão
- R26 Muito tóxico por inalação

- R27 Muito tóxico em contacto com a pele
- R27a Muito tóxico em contacto com os olhos
- R28 Muito tóxico por ingestão
- R29 Em contacto com a água liberta gases tóxicos
- R30 Pode inflamar-se facilmente durante o uso
- R31 Em contacto com ácidos liberta gases tóxicos
- R32 Em contacto com ácidos liberta gases muito tóxicos
- R33 Perigo de efeitos cumulativos
- R34 Provoca queimaduras
- R35 Provoca queimaduras graves
- R36 Irritante para os olhos
- R36a Lacrimogéneo
- R37 Irritante para as vias respiratórias
- R38 Irritante para a pele
- R39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves
- R40 Possibilidade de efeitos irreversíveis
- R41 Risco de lesões oculares graves
- R42 Possibilidade de sensibilização por inalação
- R43 Possibilidade de sensibilização em contacto com a pele
- R44 Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado
- R45 Pode causar cancro
- R46 Pode causar alterações genéticas hereditárias
- R47 Pode causar má formações congénitas
- R48 Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada
- R49 Pode causar cancro por inalação
- R50 Muito tóxico para os organismos aquáticos
- R51 Tóxico para os organismos aquáticos
- R52 Nocivo para os organismos aquáticos
- R53 A longo prazo pode provocar efeitos negativos no ambiente aquático
- R54 Tóxico para a flora
- R55 Tóxico para a fauna
- R56 Tóxico para os organismos do solo
- R57 Tóxico para as abelhas
- R58 A longo prazo pode provocar efeitos negativos no meio ambiente
- R59 Perigoso para a camada do ozono
- R60 Pode comprometer a fertilidade
- R61 Risco durante a gravidez com efeitos adversos para a descendência
- R62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade
- R63 Possíveis riscos, durante a gravidez, de efeitos indesejáveis na descendência
- R64 Pode causar danos nos bebés alimentados com leite materno
- R65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido

FRASES DE SEGURANÇA

- S1 Conservar bem trancado
- S2 Manter fora do alcance das crianças
- S3 Conservar em lugar fresco
- S4 Manter longe de lugares habitados
- S5 Conservar em... (líquido apropriado a especificar pelo fabricante)
- S6 Conservar em... (gás inerte a especificar pelo fabricante)
- S7 Manter o recipiente bem fechado
- S8 Manter o recipiente ao abrigo da humidade
- S9 Manter o recipiente num lugar bem ventilado
- S10 Manter o conteúdo húmido
- S11 Evitar o contacto com o ar
- S12 Não fechar o recipiente hermeticamente
- S13 Manter longe de comida e bebidas, incluindo as dos animais
- S14 Manter afastado de... (materiais incompatíveis a indicar pelo fabricante)
- S15 Conservar longe do calor
- S16 Conservar longe de fontes de ignição – não fumar
- S17 Manter longe de materiais combustíveis
- S18 Abrir/manipular o recipiente com cautela
- S20 Não comer nem beber durante a utilização
- S21 Não fumar durante a utilização
- S22 Não respirar o pó
- S23 Não respirar o vapor/gás/fumo/aerossol
- S24 Evitar o contacto com a pele
- S25 Evitar o contacto com os olhos
- S26 Em caso de contacto com os olhos lavar imediata e abundantemente com água e chamar um médico
- S27 Retirar imediatamente a roupa contaminada
- S28 Em caso de contacto com a pele lavar imediata e abundantemente com... (produto adequado a indicar pelo fabricante)
- S29 Não atirar os resíduos para os esgotos
- S30 Nunca adicionar água ao produto
- S33 Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas
- S34 Evitar choques e fricções
- S35 Eliminar os resíduos do produto e os seus recipientes com todas as precauções possíveis
- S36 Usar vestuário de proteção adequado
- S37 Usar luvas adequadas
- S38 Em caso de ventilação insuficiente usar equipamento respiratório adequado
- S39 Usar proteção adequada para os olhos/cara
- S40 Para limpar os solos e os objetos contaminados com este produto utilizar... (a especificar pelo fabricante)

- S41 Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos
- S42 Durante as fumigações/pulverizações, usar equipamento respiratório adequado (denominação(ões) adequada(s) a especificar pelo fabricante)
- S43 Em caso de incêndio usar... (meios de extinção a especificar pelo fabricante; se a água aumentar os riscos acrescentar «Não utilizar água»)
- S44 Em caso de indisposição consultar um médico (se possível mostrar-lhe o rótulo do produto)
- S45 Em caso de acidente ou indisposição consultar imediatamente um médico (se possível mostrar-lhe o rótulo do produto)
- S46 Em caso de ingestão consultar imediatamente um médico e mostrar o rótulo ou a embalagem
- S47 Conservar a uma temperatura inferior a... °C (a especificar pelo fabricante)
- S48 Conservar húmido com... (meio apropriado a especificar pelo fabricante)
- S49 Conservar unicamente no recipiente de origem
- S50 Não misturar com... (a especificar pelo fabricante)
- S51 Usar unicamente em locais bem ventilados
- S52 Não usar sobre grandes superfícies em lugares habitados
- S53 Evitar a exposição – obter instruções especiais antes de usar
- S54 Obter autorização das autoridades de controlo de contaminação antes de despejar nas estações de tratamento de águas residuais
- S55 Utilizar as melhores técnicas de tratamento antes de despejar na rede de esgotos ou no meio aquático
- S56 Não despejar na rede de esgotos nem em meio aquático: utilizar para o efeito um local apropriado para o tratamento dos resíduos
- S57 Utilizar um contentor adequado para evitar a contaminação do meio ambiente
- S58 Elimina-se como resíduo perigoso
- S59 Informar-se junto do fabricante de como reciclar e recuperar o produto
- S60 Elimina-se o produto e o recipiente como resíduos perigosos
- S61 Evitar a sua libertação para o meio ambiente; ter em atenção as instruções específicas das fichas de dados de segurança
- S62 Em caso de ingestão não provocar o vômito: consultar imediatamente um médico e mostrar o rótulo ou a embalagem

Nota:

Os números são separados por hífenos (-) quando se trata de indicações distintas. Por exemplo:

S 7-16 significa «Manter o recipiente bem fechado. Conservar longe de fontes de ignição – não fumar».

Os números são separados por traços oblíquos (/) quando se trata de uma indicação combinada, reunindo numa só frase várias informações:

R 23/24/25 significa «Tóxico por inalação, em contacto com a pele e por ingestão».

10. Bibliografia e sítios da Internet

Fornecem-se aqui algumas sugestões de bibliografia útil.

Bibliografia de Didática

- CARPENA, J., LOPESINO, C. (2001), Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias?. *Alambique*, 29, 34-42.
- CNE (1999), *Ensino Experimental e Construção de Saberes* (Actas do Seminário, 21/05/1999). Lisboa: Conselho Nacional de Educação – Ministério da Educação.
- FERREIRA, A. J. (2000), Utilização Racional de Recursos – Um projecto CTS na área da Química, *Química – Boletim da SPQ*, 77, 28-30.
- FURIÓ, C. et al (1999), Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 359-376.
- FURIÓ, C., CALATAYUD, M. L. (2000), Fijación y reducción funcionales como razonamientos de sentido común en el aprendizaje de la Química (I): Equilibrio Químico. *Revista de Educación de las Ciencias*, 1 (1), 6-12.
- GONZÁLEZ, E. ET AL (2001), La integración del enfoque ciencia – tecnología – sociedad en la química de 2.º curso de bachillerato. *Alambique*, 29, 103-110.
- GUSSARSKY, E., GORODETSKY, M. (1990), On the concept "Chemical equilibrium": the associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204
- HERNÁNDEZ, J., SOLBES, J., VILCHES, A. (2001), Reflexiones sobre el curriculum de física y química en el Decreto de Humanidades, *Alambique*, 29, 95-102.
- LEITE, L. (2001), Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *Cadernos Didáticos de Ciências*, Volume 1, 79– 97.
- MARCO STIEFEL, B. (1999), Aproximación a la naturaleza de los elementos químicos. *Alambique*, 21, 67-77.
- MARTINS, I. (1993), Concepções alternativas sobre A energia nas reacções químicas. Em F. Cachapuz (coord.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores*, n.º 2, 7-38.
- MARTINS, I. (2002), *Educação e Educação em Ciências*, Aveiro, Universidade de Aveiro.
- MEMBIELE, P. (ed.) (2001), Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad, Madrid, Narcea
- MILLAR, R., LEACH, J., OSBORNE, J. (ed.) (2000), *Improving Science education. The contribution of research*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- MONK, M., OSBORNE, J. (ed.) (2000), *Good practice in science teaching*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- NEVES, M., ARNÁIZ, F., PIKE, R. (2000), Química a Microscala – uma solução para um problema crítico, *Química*, 80, 32-34.
- PAPAGEORGIOU, G. (1998), A safer method of demonstrating chemical equilibrium using cobalt (II) chloride, *School Science Review*, 79 (289) 110.
- PEDROSA, M. E ALPOIM, M. (1991), Interpretação do Princípio de Le Chatelier e a compartimentação do saber, *Química – Boletim da SPQ*, 46, 21-28
- PEREIRA, M. (1990), *Equilíbrio Químico – Dificuldades de aprendizagem e Sugestões didácticas*, 2.ª ed. Lisboa, Sociedade Portuguesa de Química
- POZO, J., GÓMEZ CRESPO, M. (1998), *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- QUÍLEZ-PARDO, J., SOLAZ-PORTOLÉS, J. (1995), Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier's principle: implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 939-957
- R. S. C. (2000), *Classic Chemistry Experiments* (compiled by Kevin Hutchings). London, The Royal Society of Chemistry.
- SANTOS, M. E. (2001), *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares. O que temos? O que queremos?* Lisboa, Livros Horizonte

- SEQUEIRA, M. Et al (org.) (2000), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga, Dep. Metodologias da Educação, Instituto da Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- THOMAS, P., SCHWENZ, R. (1998), College physical chemistry student's conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160
- THOMSEN, V. (2000), Le Chatelier's principle in the sciences. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 173-176
- TOPLIS, R. (1998), Ideas about acids and alkalis, *School Science Review*, 80 (291) 67-70
- TYSON, L., TREAGUST, D. (1999), The complexity of teaching and learning chemical equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554-558
- VOSKA, K., HEIKKINEN, H. (2000), Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176
- WARD, A. (1995), Projects about water – for science clubs and science fairs. *School Science Review*, 76 (276), 64-65
- WATSON, R. et al (1999), What is not fair with investigations? *School Science Review* (292) 101-106.

Bibliografia específica de Química

- ALMEIDA, G. (1997), Sistema Internacional de Unidades, 2.^a ed., Plátano Edições Técnicas
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (1993), *ChemCom – Chemistry in the Community*, 2nd ed., Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company.
- AMORIM DA COSTA, A. (1994), Da Transmutabilidade e Simplicidade da Água. *Química – Boletim da SPQ*, 52, 16-23
- ATKINS, P. (1995), *O Reino dos Elementos. Uma Viagem através do País dos Elementos Químicos*, Lisboa, Rocco-Temas e Debates
- BAIRD, C. (2002), Química Ambiental – 2nd ed., Bookman
- BEAU, M., BOUGUERRA, M. L. (dir.) (1993), *Estado do Ambiente no Mundo*, Lisboa, Instituto Piaget
- BRANCO, S. M. (1993), *Água – Origem, uso e preservação*, 4.^a ed., São Paulo, Editora Moderna
- BROWN, HOLME (2006), *Chemistry for Engineering Students*, Belmont, Thomson-Brooks/Cole
- BURTON, J. et al (2000), *Salters Advanced Chemistry – Chemical Storylines*, 2nd ed., Oxford, Heinemann
- BURTON, J. et al (2000), *Salters Advanced Chemistry – Chemical Ideas*, 2nd ed., Oxford, Heinemann
- CAVACO, M. et al (1997), *Água. Um tesouro a defender*. Lisboa, DECO (Livro e vídeo)
- CHANG, R. (1994), *Química*, 5.^a ed., Lisboa, McGraw Hill.
- COMISSÃO MUNDIAL INDEPENDENTE PARA OS OCEANOS (1998), *O Oceano nosso Futuro*. Lisboa, EXPO 98, Fundação Mário Soares.
- CUNNINGHAM, W., CUNNINGHAM, M., SAIGO, B. (2003), *Environmental Science – A global concern*, 7th ed., Boston, McGrawHill
- Dicionário Breve de Química* (1996), Lisboa, Editorial Presença
- Dicionário de Química* (2005), Lisboa, Texto Editores
- DRIEL, J., VOS, W., VERLOOP, N. (1999), Introducing dynamic equilibrium as an explanatory model, *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 559-561
- DUBRANA, D. (1995), L'eau à prix d'Or. *Science & Vie*, 928, 88-96
- FALKENMARK, M. (1993), Como preservar o ciclo da água. In Barrère, M. (dir.) *Terra Património Comum*, 45-54, Lisboa, Instituto Piaget
- GARRITZ, CHAMIZO (2002), *Química*, São Paulo, Pearson Education do Brasil
- GUIMARÃES, M. (1994), Água – O Líquido dos Cifrões. *Forum Ambiente*, 4, 54-55
- HARRIS, D. (2001), *Análise Química Quantitativa*, 5.^a ed., Rio de Janeiro, LTC Editores.

- HARRISON, R. (ed.) (1994), *Understanding our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, Caps. 3 e 4
- HOLMAN, J. (1995), *Nelson Science: Chemistry*, Surrey, Nelson.
- INAMB (1992), *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento*. Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente
- KIELY, G. (1997), *Environmental Engineering*, Boston, McGraw Hill.
- KOTZ, TREICHEL, WEAVER (2006), *Chemistry & Chemical Reactivity*, 6th ed., Belmont, Thomson-Brooks/Cole
- KRAUSKOPF, K., BIRD, D. (1995), *Introduction to Geochemistry*. Third Edition, New York: McGraw – Hill International Editions, Earth Science and Geology Series.
- LLAMAS, M. (1992), A Água – Escassez ou mau uso?, *Colóquio/Ciências*, 12, 52-68
- LOBO, V., ARAÚJO, M. (1994), A Qualidade das Águas de Mesa Portuguesas. *Química – Boletim da SPQ*, 55, 26-30
- MACKENZIE, F MACKENZIE, J. (1995), *Our Changing Planet – An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*. New Jersey: Prentice – Hall
- MANAHAN, S. (1993), *Fundamentals of Environmental Chemistry*, Boca Raton, Lewis.
- MENDES OLIVEIRA, J. (2004), *Qualidade da Água para Consumo Humano*, Lisboa, Lidel.
- MENDHAN, J. et al (2002), *Vogel - Análise Química Quantitativa*, 6^a ed., Rio de Janeiro, LTC Editores.
- MATTHEWS, P. (1992), *Advanced Chemistry 1 – Physical and Industry*, Cambridge, Cambridge University Press.
- MATTHEWS, P. (1992), *Advanced Chemistry 2 – Organic and Inorganic*, Cambridge, Cambridge University Press.
- NOLLET, L. (Ed.) (2000), *Handbook of Water Analysis*, New York, Marcel Dekker.
- PEREIRA, A. (1995), Água. *Forum Ambiente*, 11, 18-31
- PIMENTEL, G., COONROD, J. (1997), *Oportunidades em Química Hoje e Amanhã*, Lisboa, SPQ / Escolar Editora.
- PINET, P. (2000), *Invitation to Oceanography*, 2nd ed., Boston, Jones and Bartlett.
- PORRITT, J. (1992), *Salvemos a Terra*, Lisboa, Circulo dos Leitores.
- REGER, et al (1997), *Química: princípios e aplicações*, Lisboa, Fundação C. Gulbenkian.
- ROMÃO DIAS, A., RAMOS, J. (1990), *Química e Sociedade – A presença da química na actividade humana*, vol. 1 e 2, Lisboa, Escolar Editora / SPQ.
- SELINGER, B. (1996), *Chemistry in the Marketplace*, Sydney, Harcourt Brace.
- SIMAS, L. (1997), Águas para Consumo Humano – Perspectivas gerais sobre as suas características e o seu tratamento, *Química*, 67, 15-20.
- TOLENTINO, M., ROCHA-FILHO, R., SILVA, R. (1995), *O Azul do Planeta – Um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo, Editora Moderna.
- WETZEL, R. (1993), *Limnologia*, Lisboa, Fundação C. Gulbenkian

Sítios na Internet

Em **www.projectos.TE.pt** encontram-se *links* atualizados para um conjunto de sítios relacionados com o Programa de Química do 11.º ano, muitos deles sugeridos no próprio Programa.

11.º FÍSICA E QUÍMICA A Química-Bloco 2 **11.º/12.º ano**
CADERNO DE APOIO AO PROFESSOR