

# MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

Ensino Recorrente de Nível Secundário

## Programa de Física e Química A

11º ano

Cursos Científico-Humanísticos de:

Ciências e Tecnologias

Artes Visuais

## Autores

### Componente de Química

Maria Otilde Simões (coordenadora)

Teresa Sobrinho Simões

### Componente de Física

Adelaide Bello

Elisa Prata Pina

Helena Caldeira (coordenadora)

Adoptado a partir do programa elaborado por:

### Componente de Química:

Isabel P. Martins (coordenadora)

José Alberto L. Costa

José Manuel G. Lopes

Maria Otilde Simões

Teresa Sobrinho Simões

### Componente de Física:

Adelaide Bello

Clara San-Bento

Elisa Prata Pina

Helena Caldeira (coordenadora)

Homologação

13/10/2005

## Índice

## Página

Visão Geral do Programa de Física e Química A do 11º Ano	
A- Componente de Física .....	2
B- Componente de Química.....	4
Desenvolvimento do Programa de Física e Química A do 11º Ano .....	5
Módulo 4 - Física - Movimentos na Terra e no Espaço e Comunicações .....	6
Módulo 5 - Física e Química (1ª parte - Física) - Comunicações a Longas Distâncias .....	27
Módulo 5 - Física e Química (2ª Parte - Química ) - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios.....	34
Módulo 6 - Química - Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra .....	52
Bibliografia .....	80

## Visão geral do Programa de Física e Química A do 11º Ano

### A- Componente de Física

A componente de Física dos 10º e 11º anos pretende ser um instrumento com que os alunos possam alcançar um modo de interpretação do mundo que os rodeia e de compreender como esse conhecimento foi sendo conseguido. Nesta perspectiva pensamos que a Física pode e deve ser ensinada mostrando como os seus princípios e resultados básicos foram estabelecidos e como fazem parte de uma relevante herança cultural proporcionadora de meios de desenvolvimento da sociedade.

De modo a evidenciar o carácter dinâmico da Ciência, deverá mostrar-se como as teorias consideradas hoje correctas substituíram outras que, por sua vez, já teriam dado lugar a outras, em cada época consideradas mais plausíveis. Por isso, tal como no 10º ano, a História da Física tem particular destaque como motor da compreensão da natureza do conhecimento científico e da importância da Física na sociedade.

A vida nos países desenvolvidos sofreu, no último século, uma enorme mudança devida a aplicações de muitas descobertas da Física. É o caso da rádio e da televisão, dos computadores e da Internet, dos raios X, do LASER e de outros exemplos bem conhecidos que influenciam, acompanham e muitas vezes determinam a vida actual. De facto, a descoberta das leis fundamentais que governam a Natureza tem tido uma profunda repercussão na Humanidade, pois estas conduziram a aplicações práticas que transformaram profundamente a economia, a medicina, os transportes e tantos outros aspectos das nossas vidas. Apenas como exemplo, poderemos apontar a tecnologia do espaço que consegue colocar-nos em contacto quase instantâneo com qualquer ponto do globo por meio dos satélites de comunicações, previsões climatéricas muito aproximadas devido aos satélites meteorológicos, ou, ainda, navegação precisa para qualquer local da Terra, usando sinais provenientes de satélites do GPS (Global Positioning System).

Os alunos, quer abandonem a aprendizagem das ciências no final do ensino secundário, quer prossigam no seu estudo, devem obter conhecimentos que lhes permitam acompanhar assuntos em que a Ciência, e, neste caso particular, a Física, têm papel dominante. Seleccionámos, para os alunos do 11º ano, a exploração do espaço e a comunicação, no seu sentido mais lato. Assim, o programa está contextualizado em duas temáticas diferentes que se interligam na finalidade comum da compreensão dos conceitos e princípios básicos que permitem a comunicação na Terra e no espaço.

A primeira parte do módulo com que se inicia o programa de 11º ano "Movimentos na Terra e no espaço", tem como objectivo o estudo dos principais efeitos das forças - os movimentos - numa perspectiva integradora da Cinemática e da Dinâmica. O contexto em que se insere este módulo é a interacção gravítica, pois só com o entendimento cabal desta força é possível compreender a temática da exploração do espaço.

A segunda parte inicia um tema da maior actualidade, "Comunicações", cuja evolução e importância têm na Física a principal raiz e protagonismo.

Para o prosseguimento do estudo da Física no 11º ano, considera-se essencial que os alunos possuam pré-requisitos que constituirão o suporte do aprofundamento que se pretende atingir neste ano. Os referidos conhecimentos, identificados nas orientações curriculares das Ciências Físico-Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico, são os seguintes:

- Unidades SI de comprimento e tempo
- Escalas. Unidades de distância em Astronomia
- Velocidade e aceleração. Unidades SI
- Análise de gráficos  $d = d(t)$  e  $v = v(t)$

- Cálculos de velocidades médias e acelerações médias
- Força. Unidade SI
- Efeitos das forças
- Força de atrito
- Resultante de um sistema de forças
- Movimento rectilíneo e uniforme
- Força de atracção gravitacional
- Massa e peso. Unidades SI
- Produção e recepção do som
- Propagação do som em diversos meios
- Velocidade do som
- Propriedades do som (altura, intensidade e timbre)
- Carga eléctrica
- Circuito eléctrico. Diferença de potencial e intensidade da corrente
- Efeito magnético da corrente eléctrica
- Campo magnético

Preconiza-se igualmente e com mais frequência o uso de calculadoras gráficas nas actividades de sala de aula. O seu uso pode reduzir o tempo de resolução de problemas ou de exercícios. Recomenda-se que se insista no hábito de, antes da resolução de qualquer questão, pensar e discutir previamente a situação proposta e estimar as ordens de grandeza das soluções e, no final da resolução, fazer a discussão crítica dos resultados obtidos.

O uso da calculadora gráfica servirá também para o traçado e a interpretação de gráficos que permitam testar previsões e/ou hipóteses, encontrar resposta a questões-problema e desenvolver o pensamento crítico. A realização destas actividades propiciará desenvolver no aluno competências como:

- construir listas de dados, agrupá-las e desagrupá-las;
- seleccionar escalas adequadas;
- visualizar o gráfico de uma função definido a partir de uma lista de dados ou da expressão analítica da função;
- determinar a curva que melhor se ajusta aos dados de uma experiência (utilizando a regressão adequada<sup>1</sup>);
- determinar os pontos relevantes de uma curva;
- traçar tangentes a uma curva em diferentes pontos e determinar o respectivo coeficiente angular.

Embora se espere que os alunos, no 11º ano, possuam já um desenvolvimento de capacidades e competências que lhe permitam rentabilizar e gerir mais autonomamente a execução dos trabalhos laboratoriais, recomenda-se que, sempre que se entenda necessário, a sua planificação prévia seja realizada na aula anterior à sua execução em laboratório e que a comunicação e discussão dos resultados obtidos pelos vários grupos depois da conclusão do trabalho laboratorial, tenham lugar na própria aula ou no início da seguinte.

O programa inclui 7 actividades laboratoriais (AL1, AL2, AL3, AL4, AL5, AL6 e AL7).

---

<sup>1</sup> O professor orientará os alunos conforme considere mais adequado, podendo optar pelo modo como os alunos aprendem a resolver estas situações na disciplina de Matemática.

Apresenta-se, no quadro seguinte, uma súmula das competências dos tipos processual (A) e conceptual (B) que cada actividade permite desenvolver, referidas na Apresentação do Programa do 10º ano, numeradas pela ordem em que a se indicam. Não se especificam as competências do tipo social, atitudinal e axiológico por serem transversais a todas as actividades.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
AL1		x		X	x		X	X			x	x	X		
AL2		x	x		x		X	X	x				X		x
AL3	x		x		x		X	X	x	x		x			x
AL4		x			x	x	X		x					x	x
AL5	x	x	x		x	x							X		x
AL6			x	X	x	x	X		x		x			x	x
AL7	x	x	x	X	x							x	X	x	x

## B- Componente de Química

A componente de Química dos 10º e 11º anos procura constituir-se como um caminho para que os alunos possam alcançar um modo de interpretação do mundo que os rodeia naquilo que o constitui hoje, no quanto e como se afasta do que foi no passado e de possíveis cenários de evolução futura. Procurar-se- também confrontar explicações aceites em diferentes épocas como forma de evidenciar o carácter dinâmico da Ciência, assente mais em reformulações e ajustes do que em rupturas paradigmáticas.

O programa do 11º ano está organizado em 0,5 + 1 Módulos, centrados em temáticas diferentes e que são identificados como a 2ª parte do Módulo 5 e Módulo 6. Na 2ª Parte do Módulo 5, designado por "Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios", pretende-se salientar a importância social e econmica da indústria química geradora de bens de consumo da maior importância para os hábitos e estilos de vida que hoje são adoptados nas sociedades desenvolvidas e em desenvolvimento, combatendo os perigos de visões doutrinárias sobre os impactos exclusivamente negativos para o ambiente que tais actividades acarretam. No entanto, no se descuida a análise das implicaes sobre o planeta e, em particular, sobre os seres humanos, que os produtos e subprodutos industriais inevitavelmente ocasionam. Pretende-se que os alunos integrem na apreciao que fazem sobre a importncia da produção industrial argumentos técnico-científicos, sociais e económicos e que reconheçam na actividade industrial um dos elementos caracterizadores da cultura actual. Embora se reconheçam as dificuldades de realização de visitas de estudo no âmbito do Ensino Recorrente, derivadas do horário lectivo e da ocupação profissional dos alunos, sabe-se que existem indústrias/empresas de funcionamento permanente que têm aberto as suas portas ao fim de semana a grupos de alunos que manifestam interesse nestas visitas. Deste modo, propõe-se a visita facultativa a uma instalação industrial, previamente organizada, criteriosamente estruturada na sua realização e avaliada posteriormente. A formação dos alunos, também neste domínio,  fundamental, não tanto para a compreensão dos processos químicos e físicos envolvidos, mas para a sensibilização sobre uma realidade que, dada a especificidade dos ambientes laborais , necessariamente, afastada dos olhares do grande público. Para tornar possível no âmbito curricular esta actividade exterior à escola, torna-se necessário que se estabeleçam protocolos com indústrias locais ou outras, podendo mesmo os alunos serem intermediários de tais propósitos em empresas

em que desenvolvem as suas actividades profissionais, de forma a que aquelas viabilizem o projecto e que se reconheçam nele como parceiros educativos.

Escolheu-se uma indústria susceptível de tratamento a este nível de estudos, a da produção do amoníaco, pois que, além de a reacção de síntese deste composto ser um caso exemplar de aplicação de conceitos de equilíbrio químico, é um ambiente onde se poderá compreender como a manipulação de alguns factores pode influenciar a situação de equilíbrio do sistema químico.

No Módulo 6, intitulado "Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra", pretende-se desenvolver a compreensão dos alunos sobre os sistemas aquosos naturais, distinguir águas próprias para vários tipos de consumo de outras, interpretar diferenças na composição de águas da chuva, de lençóis freáticos e do mar, pese embora o seu principal componente ser sempre o mesmo: a água. Para que esta interpretação possa ser alcançada desenvolvem-se conceitos do domínio do ácido - base e da solubilidade, nos quais o equilíbrio químico surge como conceito subsidiário. Uma abordagem simples de oxidação - redução também é prevista.

Ao longo de todo o Módulo, a dimensão social do conhecimento está presente ao discutir-se as assimetrias na distribuição e na qualidade da água, ao interpretar-se quanto esta qualidade depende do uso de alguns artefactos tecnológicos e ao incentivar a necessidade de acções individuais e colectivas que não agravem a situação, já que invertê-la é praticamente impossível.

Em ambos os Módulos, reiterando o que foi referido na introdução do Programa de 10º ano, as actividades práticas de sala de aula ou de laboratório devem ser entendidas como vias para alcançar aprendizagens específicas e não como algo que se executa após o desenvolvimento dos temas num formato expositivo. O êxito das tarefas na sala de aula depende do trabalho prévio e da reflexão posterior com vista à consolidação de aprendizagens, esperando-se que os alunos, com conhecimentos mais consolidados, consigam ir mais fundo no tratamento das situações - problema e sejam mais céleres nos ritmos de aprendizagem. Muitos dos saberes implícitos nos objectivos de aprendizagem listados podem e devem, portanto, ser trabalhados em contexto de actividades práticas.

## Desenvolvimento do Programa de Física e Química A do 11º Ano

O quadro seguinte apresenta o programa de disciplina, desenvolvido para cada uma das suas componentes, a leccionar segundo o calendário escolar.

Componente	Física	Química
	<b>Módulo 4</b> - Física (11 semanas) Movimentos na Terra e no Espaço e Comunicações	<b>Módulo 5</b> - Física e Química <b>2ª Parte</b> - Química (6 semanas) Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios
	<b>Módulo 5</b> - Física e Química <b>1ª parte</b> - Física (6 semanas) Comunicações a Longas Distâncias	<b>Módulo 6</b> - Química (10 semanas) Soluções na Terra e para a Terra

## MÓDULO 4 - Física

### Movimentos na Terra e no Espaço e Comunicações

#### Introdução

Este módulo é constituído por duas partes "Movimentos na Terra e no Espaço" e "Comunicações a Curtas Distâncias".

A primeira parte tem como objectivo central o estudo das forças e movimentos, numa abordagem integradora da Cinemática e da Dinâmica: os movimentos não devem ser estudados separadamente das condições que determinam as suas características.

Este estudo será enquadrado em dois contextos: "Viagens com GPS" e "Da Terra à Lua".

O primeiro contexto, o uso de um GPS, servirá apenas para uma breve revisão e consolidação de conceitos já estudados. Os alunos terão a oportunidade de contactar com o funcionamento e aplicações práticas deste instrumento que, não sendo de invenção recente, só agora começa a ter uma utilização generalizada. De uma forma prática e agradável, irão rever a noção de coordenadas (geográficas e cartesianas) e localização em referenciais. Propõe-se também que revejam alguns conceitos necessários à boa compreensão das leis de Newton, já estudados anteriormente, como é o caso da velocidade.

O segundo contexto - "Da Terra à Lua" - permite enquadrar movimentos de diversos tipos de corpos sujeitos à mesma interacção, o que proporciona enfatizar o problema das condições iniciais. Por essa razão se escolheu a interacção gravítica como conceito estruturante deste tema. Próximo da superfície terrestre, em que a acção gravitacional se poderá considerar uniforme, serão estudados movimentos rectilíneos (queda e ascensão de corpos lançados verticalmente). O movimento circular (com aplicação ao caso dos satélites geostacionários) surgirá da discussão da influência na trajectória que o corpo irá descrever, do ângulo entre as direcções da velocidade inicial e da força aplicada longe da superfície terrestre. A título informativo, poderão ser dados como exemplos de movimentos curvilíneos assim originados, as trajectórias da Terra e outros planetas em volta do Sol ou a da Lua em volta da Terra. As condições de lançamento de um satélite, para que ele passe a descrever uma trajectória curvilínea em volta da Terra, serão explicadas com base na exploração da experiência pensada de Newton.

Analisam-se apenas movimentos de translação de sistemas através do movimento do respectivo centro de massa. Este deve ser descrito como um ponto especial representativo do sistema nas condições já estudadas no 10º ano e que se desloca como se possuísse massa igual à do sistema e como se todas as forças que actuam no sistema nele estivessem aplicadas.

Dado que se recomenda a insistência na compreensão da noção de força como interacção (envolvendo, pois, necessariamente, dois agentes), o início do estudo das leis de Newton pela 3ª lei decorre naturalmente desta noção.

O estudo dos movimentos rectilíneos, acelerados e retardados, a partir de quedas livres e subidas de corpos próximo da superfície da Terra, levará ao conceito de aceleração e à 2ª lei de Newton. O estudo do movimento rectilíneo uniforme (a partir da situação de quedas com efeito apreciável da resistência do ar, em que é atingida a velocidade terminal) permitirá enunciar e interpretar a 1ª lei de Newton com base na 2ª

lei. Note-se que esta abordagem permite facilitar a aprendizagem da 1ª lei, em que os alunos revelam, em geral, dificuldades.

Não se pretende uma abordagem exaustiva de todos os tipos de movimentos, mas sim que se insista sempre na relação entre as forças e os seus efeitos e na ligação com a Lei da Conservação da Energia estudada anteriormente. A ênfase deve ser colocada no modo como a conjugação das forças aplicadas e das condições iniciais determina o tipo de movimento e a forma da trajectória.

Os alunos terão oportunidade de, num trabalho laboratorial, fazer uma aplicação das leis de Newton a um movimento no plano horizontal. Confrontar-se-ão com uma situação em que a reacção normal do plano equilibra o peso do corpo. Estudarão também, em laboratório, o movimento de um projectil lançado horizontalmente, mas apenas como composição de dois movimentos: uniforme, segundo a horizontal e uniformemente acelerado, segundo a vertical.

Também numa actividade laboratorial haverá a oportunidade de explorar a História, comparando o conceito de movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton e aproveitando para que o aluno aprenda a distinguir os pressupostos em que se baseava o conhecimento científico para Aristóteles e para Galileu e Newton.

Recomenda-se evitar uma memorização excessiva de expressões analíticas relacionadas com as características dos movimentos. O uso de calculadoras gráficas na sua dedução é particularmente útil, promovendo uma melhor interpretação do seu significado. Deverá ser construído um formulário geral com a ajuda do professor.

Não se pretende que os alunos desenvolvam um trabalho excessivo de resolução de exercícios de aplicação das expressões analíticas a que chegaram. Devem, de preferência, explorar situações reais, aplicando conceitos e leis, devendo ser privilegiada a resolução de problemas, sempre que possível com recurso às calculadoras gráficas.

Esta primeira parte está programada para 18 aulas de noventa minutos, incluindo 4 actividades laboratoriais (AL1, AL2, AL3 e AL4). Deve haver especial cuidado na sua gestão, tendo bem em atenção as essências expressas, pois não se deve privilegiar a Mecânica em detrimento de outras áreas não menos importantes e actuais de aprendizagem da Física.

Na segunda parte, usando o contexto "Comunicações a Curtas Distâncias" inicia-se o estudo da transmissão de informação nas suas diversas formas, estudando-se o conceito de som enquadrado no modelo geral da propagação ondulatória. A este respeito, é importante ressaltar que não se pretende a formulação da equação da propagação e que o estudo será feito essencialmente por meio de observação e registos gráficos, para os quais o uso de osciloscópios e de calculadoras gráficas é particularmente útil.

Propõe-se uma actividade inicial de discussão de informação com a finalidade de rever e aprofundar conceitos já estudados anteriormente e úteis para o prosseguimento do estudo deste tema.

Lembramos os cuidados a ter com a linguagem usada no ensino/aprendizagem da noção de meios de propagação. Muitas vezes a formulação "propagação através de um meio" reforça a concepção alternativa de a propagação de fenómenos deste tipo ser "ondas a passar através de um meio", e não a comunicação consecutiva da vibração de partículas do próprio meio, como é o caso do som, conceito que será objecto de ensino neste módulo.

A actividade laboratorial a realizar com o osciloscópio tem como finalidade principal a familiarização do aluno com este instrumento, o qual os alunos irão usar com frequência neste módulo.

Embora a velocidade do som possa ser medida por diversos modos, optou-se, na segunda actividade laboratorial, pela medição do tempo de trânsito de um impulso sonoro.

Este método facilita a compreensão do conceito de velocidade salientando o facto de que o som demora um certo intervalo de tempo a propagar-se a uma certa distância.

Esta segunda parte está programada para 10 aulas de noventa minutos, incluindo 2 actividades laboratoriais (AL5 e AL6)

Das 33 aulas previstas (11 semanas) para este módulo, fez-se uma programação apenas para 28 aulas, de modo a que o professor possa gerir as restantes de acordo com as necessidades dos seus alunos e eventuais condicionamentos.

## Objecto de ensino

### 1. Movimentos na Terra e no Espaço

#### 1.1. Viagens com GPS

- Funcionamento e aplicações do GPS
- Posição - coordenadas geográficas e cartesianas
- Tempo
- Trajectória
- Velocidade

#### 1.2. Da Terra à Lua

- Interações à distância e de contacto
- As quatro interações fundamentais na Natureza
- 3ª Lei de Newton
- Lei da gravitação universal
- Movimentos próximo da superfície da Terra
- Aceleração
- 2ª Lei de Newton
- 1ª Lei de Newton
- O movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
- Características do movimento de um corpo de acordo com a resultante das forças e as condições iniciais do movimento:
  - Queda e lançamento na vertical com efeito de resistência do ar desprezável - movimento rectilíneo uniformemente variado
  - Queda na vertical com efeito de resistência do ar apreciável - movimentos rectilíneos acelerado e uniforme. Velocidade terminal
  - Lançamento horizontal com efeito de resistência do ar desprezável - composição de dois movimentos (uniforme e uniformemente acelerado)
  - Movimentos rectilíneos num plano horizontal (uniforme e uniformemente variado)<sup>2</sup>
- Movimentos de satélites geoestacionários
  - Características e aplicações destes satélites
  - Características do movimento dos satélites geoestacionários de acordo com as resultantes das forças e as condições iniciais do movimento: movimento circular com velocidade de módulo constante
    - Velocidade linear e velocidade angular
    - Aceleração

---

<sup>2</sup> Assunto a ser estudado na actividade laboratorial AL3

➤ Período e frequência

## Objectivos de aprendizagem

Esta 1ª parte permitirá ao aluno saber:

### 1.1. Viagens com GPS

(3 aulas)

- Explicar os princípios básicos de funcionamento de um GPS de modo a obter a posição de um ponto na Terra
- Indicar o significado das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude.
- Indicar a posição de um ponto através das coordenadas cartesianas num referencial, quando uma superfície curva se pode aproximar de uma superfície plana
- Comparar a precisão de diferentes tipos de relógios (mecânicos, de quartzo e atómicos), seleccionando o mais adequado a cada fim
- Identificar a trajectória de um corpo como o conjunto de pontos ocupados sucessivamente pelo seu centro de massa, durante o movimento
- Explicitar o significado da velocidade instantânea como uma grandeza vectorial que informa a direcção e sentido do movimento e a rapidez com que o corpo muda de posição
- Representar a velocidade por um vector tangente à trajectória em cada instante
- Identificar alterações de velocidade sempre que esta mude de direcção, sentido, ou módulo
- Interpretar gráficos posição-tempo que traduzam situações reais e a partir deles estimar e determinar valores de velocidade
- Esboçar gráficos posição-tempo e velocidade-tempo com base em descrições de movimentos ou em medidas efectuadas

### 1.2. Da Terra à Lua

(15 aulas, incluindo AL1, AL2, AL3 e AL4)

- Associar o conceito de força a uma interacção entre dois corpos
- Distinguir interacções à distância e de contacto
- Associar as quatro interacções fundamentais na Natureza com as ordens de grandeza dos respectivos alcances e intensidades
- Identificar e representar as forças que actuam em corpos em diversas situações reais
- Enunciar e interpretar a 3ª lei de Newton
- Enunciar a lei da gravitação universal
- Interpretar o movimento da Terra e de outros planetas em volta do Sol, da Lua em volta da Terra e a queda dos corpos à superfície da Terra como resultado da interacção gravitacional
- Identificar a variação de velocidade como um dos efeitos de uma força
- Associar a grandeza aceleração à taxa de variação temporal da velocidade.
- Enunciar e interpretar a 2ª lei de Newton
- Relacionar a resultante das forças que actuam num corpo com a aceleração a que o corpo fica sujeito ( $\vec{F} = m\vec{a}$ )
- Reconhecer que o movimento de um corpo só fica caracterizado se forem conhecidas a resultante das forças nele aplicadas e as condições iniciais do movimento (modelo da partícula material ou do centro de massa)

- Caracterizar o movimento de queda e de subida na vertical, com efeito da resistência do ar desprezável: movimento rectilíneo e uniformemente variado (acelerado e retardado)
- Interpretar a variação da velocidade de um grave na queda, ou na subida, próximo da superfície da Terra, como consequência da força que a Terra exerce sobre ele
- Calcular o valor da aceleração da gravidade, a partir da Lei da Gravitação Universal, para uma distância da ordem de grandeza do raio da Terra e confrontar com o valor determinado experimentalmente
- Interpretar gráficos  $x(t)$  e  $v(t)$  em situações de movimento rectilíneo uniformemente variado e estabelecer as respectivas expressões analíticas
- Caracterizar o movimento de queda na vertical em que o efeito da resistência do ar é apreciável:
  - Analisar o modo como varia a resultante das forças que actuam sobre o corpo, identificando os tipos de movimento (rectilíneo acelerado e uniforme)
  - Associar a velocidade terminal à velocidade atingida quando a resistência do ar anula o efeito do peso (força resultante nula)
  - Caracterizar o movimento rectilíneo e uniforme
  - Interpretar gráficos  $v(t)$  e  $x(t)$  para o movimento rectilíneo e uniforme e estabelecer as respectivas expressões analíticas
- Enunciar e interpretar a 1ª lei de Newton com base na 2ª lei
- Confrontar a interpretação do movimento segundo as leis de Newton com os pontos de vista de Aristóteles e Galileu
- Aplicar as leis de Newton a corpos que se movam num plano horizontal
- Caracterizar o movimento de um projectil lançado horizontalmente, com efeito da resistência do ar desprezável, explicando-o como a sobreposição de dois movimentos (uniformemente acelerado na vertical e uniforme na horizontal):
- Comparar os tempos de queda de dois projecteis lançados da mesma altura, um na horizontal e outro na vertical
- Relacionar o valor do alcance de um projectil com o valor da velocidade inicial
- Caracterizar o movimento de um satélite geoestacionário, explicando-o como um movimento circular com velocidade de módulo constante:
  - Explicar as condições de lançamento de um satélite para que ele passe a descrever uma circunferência em volta da Terra
  - Identificar as condições para que um satélite seja geoestacionário
  - Identificar a variação na direcção da velocidade como o efeito da actuação de uma força constantemente perpendicular à trajectória
  - Identificar as características da aceleração neste movimento
  - Definir período, frequência e velocidade angular
  - Relacionar as grandezas velocidade linear e velocidade angular com o período e/ou frequência
- Resolver exercícios e problemas sobre os movimentos estudados, privilegiando a interpretação de gráficos. Recomenda-se a utilização da calculadora gráfica e de programas de simulação.

## Actividades práticas de sala de aula

### 1.1 Viagens com GPS

- ✓ Realização de um percurso<sup>3</sup> de modo a obter a posição de um conjunto de pontos, utilizando um GPS e identificá-los num mapa adequado. Definição de rotas, com o mínimo de 3 pontos, utilizando as posições registadas no GPS.
- ✓ Utilização do GPS para seguir uma rota a partir da posição em que se encontra.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- explicar os princípios básicos de funcionamento de um GPS de modo a obter a posição de um ponto da Terra;
  - indicar o significado das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude;
  - identificar num mapa a localização de um ponto através das coordenadas indicadas no GPS;
  - reconhecer a necessidade de existência de referenciais;
  - saber orientar-se com o GPS, identificando a direcção e sentido em que se move
  - indicar algumas das aplicações do GPS.
- ✓ Aquisição e tratamento de dados (posição/tempo) de um movimento pré-definido, utilizando um sensor de movimento associado a uma calculadora gráfica. Pretende-se que um aluno se desloque segundo uma recta, afastando-se devagar do sensor, com uma rapidez constante, em seguida, pare durante um certo intervalo de tempo e caminhe depois em sentido oposto, aproximando-se do sensor com uma rapidez constante, maior do que a do primeiro troço do percurso.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- descrever o movimento a realizar apoiando-se no traçado da trajectória;
- prever a forma do gráfico  $x=x(t)$ , antes de visualizar o registo feito pelo sensor;
- efectuar o referido movimento e obter o gráfico  $x=x(t)$ ;
- distinguir trajectória de gráfico  $x=x(t)$ ;
- interpretar o gráfico com base na descrição do movimento sobre a trajectória;
- comparar o gráfico obtido com o previsto, interpretando as causas de eventuais diferenças;
- analisar o gráfico  $x=x(t)$  de modo a:
  - indicar a posição inicial e a de afastamento máximo;
  - identificar a distância percorrida num e no outro sentido;
  - identificar o intervalo de tempo em que esteve em repouso;
  - associar o maior ou menor declive da recta em cada um dos troços à maior ou menor rapidez do movimento correspondente;
  - traçar as rectas que melhor se adaptam aos troços que descrevem os movimentos de afastamento e aproximação do sensor (regressão linear);
  - identificar o valor da velocidade com o declive da recta obtido da equação da regressão linear;
  - representar sobre a trajectória o vector velocidade em cada um dos troços;
  - esboçar o gráfico  $v=v(t)$  para o movimento efectuado.

---

<sup>3</sup> No exterior da escola ou numa saída de campo.

- ✓ **Resolução de exercícios e problemas de interpretação de gráficos  $x=x(t)$  e  $v=f(t)$  que descrevam situações reais.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- prever a forma dos gráficos  $x = x(t)$  e  $v = v(t)$ ;
- estimar valores de velocidade a partir do gráfico  $x = x(t)$ ;
- descrever o movimento.

## 1.2 Da Terra à Lua

- ✓ **Observação de uma demonstração da acção de um íman sobre outro, acoplado a um carrinho em movimento.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- associar a acção da força à aceleração a que o corpo fica sujeito<sup>4</sup>;
- reconhecer que a componente, segundo a direcção da velocidade, de uma força que actua num corpo faz alterar o módulo da velocidade;
- reconhecer que a componente, segundo a direcção perpendicular à velocidade, de uma força que actua num corpo faz alterar a direcção da velocidade;
- reconhecer que uma força que actue num corpo, com a mesma direcção e sentido da velocidade, a faz aumentar em módulo;
- reconhecer que uma força que actue num corpo, com a mesma direcção e sentido oposto à velocidade, a faz diminuir em módulo;
- explicitar que uma força que actue num corpo, numa direcção diferente da direcção da velocidade mas não lhe sendo perpendicular, faz alterar a direcção do movimento e o módulo da velocidade;
- explicitar que uma força que actue num corpo, numa direcção perpendicular à da velocidade, faz alterar a direcção do movimento, mas não altera o módulo da velocidade<sup>5</sup>.

- ✓ **Observação de uma experiência em que se analise a relação força - aceleração através da comparação dos gráficos  $F = F(t)$  e  $a = a(t)$ , usando um carrinho, um sensor de força, um acelerómetro<sup>6</sup> e uma calculadora gráfica. O carrinho deverá ser puxado e empurrado de modo a executar movimentos rectilíneos.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- interpretar, a partir do traçado dos gráficos  $F = F(t)$  e  $a = a(t)$ , a proporcionalidade directa entre estas duas grandezas;
- analisar o gráfico  $F = F(a)$  identificando a constante de proporcionalidade com a massa do corpo;
- comparar as características da força com as da aceleração;
- escrever a equação fundamental da Dinâmica.

- ✓ **Exploração dos movimentos de queda e ressalto de uma bola de *basketball* (efeito da resistência do ar desprezável), a partir do gráfico de posição em função do tempo, obtido experimentalmente com um sensor de movimento ligado a uma calculadora gráfica.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

---

<sup>4</sup> O professor deverá fazer a ligação aos conhecimentos sobre adição vectorial (soma de  $\vec{v}$  com  $\Delta\vec{v}$ ).

<sup>6</sup> O acelerómetro deve ser colocado na direcção e sentido da força e na direcção perpendicular a esta, para relacionar as características vectoriais das grandezas forças e aceleração.

### I Parte

- interpretar o gráfico  $y = \gamma(t)$  do movimento observado:
  - descrevendo o movimento da bola;
  - identificando as forças que actuaram na bola durante a subida e descida e no contacto com o solo;
  - analisando do ponto de vista energético os diferentes troços do gráfico (revisão do 10º ano);
- representar sobre a trajectória as direcções e sentidos da velocidade, da força e da aceleração;
- reconhecer que a força que se exerce sobre a bola no contacto com o solo é responsável pela mudança de sentido do movimento.

### II Parte<sup>7</sup>

- traçar a curva  $y = \gamma(t)$  a partir dos valores fornecidos pelo professor (troços de queda, de ascensão, ascensão e queda);
- explicitar o significado dos coeficientes na expressão analítica de  $y = \gamma(t)$  (equação do movimento);
- determinar a aceleração do corpo;
- comparar o valor obtido experimentalmente com o valor da aceleração da gravidade local e determinar o respectivo desvio percentual;
- determinar o valor (algébrico) da velocidade em diversos instantes, calculando o declive da tangente à curva  $y = \gamma(t)$  nos pontos correspondentes;
- construir o gráfico  $v = f(t)$  a partir das listas dos valores determinados anteriormente;
- estabelecer a expressão analítica de  $v(t)$  (regressão linear), identificando os respectivos coeficientes;
- representar sobre a trajectória os vectores velocidade, força e aceleração, identificando o movimento como rectilíneo uniformemente acelerado ou retardado.

✓ **Simulação do movimento de um paraquedista por meio da queda de um balão (efeito da resistência do ar apreciável). Exploração do movimento a partir do gráfico posição em função do tempo obtido experimentalmente<sup>8</sup> com um sensor de movimento ligado a uma calculadora gráfica.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- prever a forma do gráfico  $y = \gamma(t)$ , tendo em conta a resultante das forças exercidas
- construir e analisar o gráfico  $y = \gamma(t)$ , de modo a:
  - identificar o troço em que o movimento tem aceleração variável e aquele em que é uniforme;
  - identificar a resultante das forças que actuam sobre o balão e condições iniciais do movimento e, a partir destas, interpretar o tipo de movimento em cada troço;
  - calcular o módulo da velocidade terminal;
  - estabelecer a equação do movimento uniforme (regressão linear), identificando os respectivos coeficientes;

---

<sup>7</sup> O professor deverá delimitar porções do gráfico correspondentes a subidas e a descidas e disponibilizar aos alunos listas de posições e tempo, no mesmo ressaltado ou em ressaltos diferentes.

<sup>8</sup> Em alternativa o professor poderá fornecer uma tabela  $y = \gamma(t)$  com dados reais.

- ✓ **Observação de uma experiência em que duas pequenas esferas<sup>9</sup> comecem a cair simultaneamente da mesma altura, sujeitas apenas à acção da gravidade, (uma com velocidade inicial nula e outra com velocidade horizontal) ou visualização de uma fotografia estroboscópica correspondente a uma experiência idêntica.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar as forças que actuam em cada corpo;
- prever a relação entre os tempos de chegada dos dois corpos ao solo e a forma das respectivas trajectórias;
- interpretar as observações efectuadas, decompondo o movimento do projectil segundo as direcções horizontal e vertical, de modo a:
  - identificar os dois movimentos como completamente independentes (uniforme e uniformemente acelerado);
  - identificar em cada um destes movimentos, a velocidade inicial, a aceleração e a força e relacionar com a forma das respectivas trajectórias;
  - aplicar a lei da inércia ao movimento segundo a horizontal.

- ✓ **Interpretação do movimento de um satélite numa órbita circular em torno da Terra, com base na exploração da experiência pensada de Newton.<sup>10</sup>**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- relacionar os sucessivos alcances de um projectil com as respectivas velocidades de lançamento;
- explicar a existência de uma velocidade mínima para a qual um projectil pode passar a descrever um movimento circular em volta da Terra;
- identificar o período, a frequência e a velocidade de um satélite geoestacionário e relacionar estas grandezas;
- explicitar que uma força perpendicular à velocidade não altera o seu módulo mas apenas a sua direcção;
- identificar a direcção e sentido das grandezas velocidade e aceleração no movimento circular com velocidade de módulo constante;
- explicar que a aceleração de um satélite geoestacionário é independente da sua massa.

- ✓ **Resolução de exercícios utilizando calculadoras gráficas, a partir de situações reais.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- descrever por palavras suas a informação contida no gráfico;
- analisar e interpretar dados, a partir de gráficos, de modo a determinar outras grandezas utilizando a noção de declive, traçando os gráficos correspondentes;
- prever as características do movimento a partir da situação descrita;
- explicitar de forma oral e/ou escrita os raciocínios efectuados durante a resolução dos exercícios;
- estimar os resultados a obter;
- criticar os resultados obtidos.

---

<sup>9</sup> Utilizar um lançador de projecteis ou, na inexistência deste, realizar a experiência descrita em Hoskins *et al.* (1983)

<sup>10</sup> O professor poderá utilizar uma simulação como a apresentada em [http://www.phys.virginia.edu/classes/109N/more\\_stuff/Applets/newt/newtmtn.html](http://www.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/newt/newtmtn.html)

## Actividades prático-laboratoriais

### Al 1 - Queda livre

(1 aula)

#### Questão-problema

**Dois atletas com pesos diferentes, em queda livre, experimentam ou não a mesma aceleração?**

Pretende-se com esta actividade que o aluno desenvolva uma investigação que o leve a concluir que a aceleração gravítica não depende da massa do corpo nem da altura de queda.

O aluno deverá fazer uma montagem experimental com o material disponível de modo a deixar cair corpos de massas diferentes<sup>11</sup> de diferentes alturas. Deverá determinar a velocidade de cada corpo em dois pontos da trajectória e o tempo que leva a percorrer a distância entre esses pontos, de modo a calcular a aceleração da gravidade.

#### Objecto de ensino

- Queda livre: força e aceleração gravítica

#### Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Distinguir força, velocidade e aceleração
- Reconhecer que, numa queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração
- Explicar que os efeitos de resistência do ar ou de impulsão podem originar acelerações de queda diferentes
- Determinar, a partir das medições efectuadas, o valor da aceleração da gravidade e compará-lo com o valor tabelado

#### Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A4, A5, e A7

B1, B4, B5 e B6

C1 a C7

---

<sup>11</sup> Sugere-se a utilização de pequenos rectângulos de acetato com uma barra de plasticina numa das extremidades de maneira que o corpo caia na vertical sem inclinar. Variando a espessura da barra de plasticina varia-se a massa do corpo em queda. Com esta solução, é possível minimizar a resistência do ar.

**Material e equipamento por turno**

Material e equipamento	Quantidades
Acetato e barras de plasticina	
Célula fotoelétrica	8
Digitímetro	4
Fios de ligação	

**Sugestões para avaliação**

O aluno deverá:

- Planear a experiência a realizar, explicitando as variáveis a controlar
- Apresentar uma tabela de registos de dados e cálculos efectuados
- Comparar o valor determinado experimentalmente para a aceleração da gravidade com o valor tabelado, indicando o desvio percentual e concluir se trata ou não de uma queda livre
- Dar resposta à questão problema, com base nos resultados obtidos

**Al 2 - Salto para a piscina**

(1 aula)

**Questão-problema**

Com o material indicado, tentar conceber experiências que permitam:

*Projectar um escorrega, para um aquapark, de modo que os utentes possam cair em segurança numa determinada zona da piscina. A rampa termina num troço horizontal a uma altura apreciável da superfície da água.*

Pretende-se com esta actividade que o aluno relacione a velocidade de lançamento horizontal de um projectil com o alcance e reveja os seus conhecimentos sobre conservação de energia.

O aluno deverá fazer uma montagem experimental com o material disponível de modo a lançar horizontalmente um objecto de uma altura pré-definida. Deverá determinar a velocidade de saída do escorrega de modo a que o objecto caia numa zona estabelecida.

**Objecto de ensino**

- Lançamento horizontal de um projectil
- Alcance e velocidade inicial

**Objectivos de aprendizagem**

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Interpretar o movimento de um projectil lançado horizontalmente como a sobreposição de dois movimentos
- Relacionar o alcance com a posição e velocidade iniciais

**Competências a desenvolver pelos alunos**

A2, A3, A5, A7  
B1, B2, B6, B8  
C1 a C7

**Material e equipamento por turno**

Material e equipamento	Quantidades
Calha flexível ou lançador de projecteis	4
Corpo	4
Célula fotoelétrica	4
Digitímetro	4
Fios de ligação	

**Sugestões para avaliação**

Apresentar uma síntese das várias etapas que conduziram à resolução do problema proposto, incluindo:

- uma tabela de registos de dados e relação entre as variáveis controladas que justifiquem o procedimento efectuado;
- o valor da velocidade de saída;
- o esquema do projecto para a situação real de uma piscina conhecida do aluno;
- o valor da altura mínima de que se deve começar a escorregar para atingir o alcance desejado. Justificar.

**Al 3 – Será necessário uma força para que um corpo se mova? (1 aula)****Questão-problema**

Com o material indicado, tentar conceber experiências que permitam tomar uma posição relativamente à questão seguinte:

***Dois alunos discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força a um corpo para que este se mantenha em movimento; o outro afirma que a resultante de forças que actuam sobre um corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?***

Esta é uma questão aberta que deve levar à exploração de ambas as respostas. Um aluno poderá considerar implicitamente a existência da força de atrito e que "a força que é preciso aplicar" é uma força directamente aplicada, enquanto o outro aluno fala de resultante das forças e por isso considera explicitamente que se houver atrito é preciso outra força, se não houver não o é. Nesta perspectiva, os dois alunos não se contradizem.

Se o primeiro aluno pretende afirmar que a resultante deverá ser constantemente diferente de zero para manter o corpo em movimento, haverá contradição entre eles.

Esta é uma oportunidade para mostrar a importância de usar uma linguagem correcta, clara, objectiva e precisa.

De qualquer modo, pretende-se essencialmente a desmontagem da concepção, ainda muitas vezes persistente, de que é imprescindível existir uma força para haver movimento

Nesta actividade, pretende-se que o aluno:

- identifique as forças que actuam sobre o corpo;
- reconheça que, no movimento de um corpo apoiado no plano horizontal, a força gravítica é equilibrada pela acção do apoio sobre o corpo;
- estude o movimento de um corpo que se move em linha recta num plano horizontal, sujeito a uma resultante de forças diferente de zero, e a alteração deste movimento quando a resultante passa a ser nula;
- analise esta última situação no sentido de verificar se este movimento obedece à lei da inércia;
- infira com base nos resultados da experiência se os efeitos do atrito são desprezáveis ou consideráveis e discuta as soluções da questão proposta em ambas as situações;
- confronte os resultados da experiência com os pontos de vista de Aristóteles, de Galileu e, posteriormente, de Newton.

O aluno deverá fazer uma montagem experimental com um carrinho que se move sobre um plano horizontal ligado por um fio a um corpo que cai na vertical. O fio que passa na gola de uma roldana deve ter um comprimento tal que permita a análise do movimento do carrinho na horizontal quando o fio deixa de estar em tensão. Deverá determinar valores de velocidade em diferentes pontos do percurso.

### **Objecto de ensino**

- Interpretação do movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
- 1ª e 2ª leis de Newton
- Movimento uniforme e uniformemente variado

### **Objectivos de aprendizagem**

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Interpretar o conceito de movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
- Distinguir os pressupostos em que se baseava o conhecimento científico para Aristóteles e para Galileu e Newton
- Reconhecer que actualmente a Ciência Física é construída com base na observação e na medição
- Identificar os tipos de movimento com base na determinação de velocidades
- Interpretar a 1ª e 2ª leis de Newton

### **Competências a desenvolver pelos alunos**

A1, A3, A5 e A7

B1, B2, B3, B5 e B8

C1 a C7

**Material e equipamento por turno**

Material e equipamento	Quantidades
Carrinho	4
Roldana	4
Massas marcadas	4
Digitímetro e célula fotoelétrica ou marcador de tempo e posição	4
Fios de ligação	

**Sugestões para avaliação**

- Esboçar o gráfico da velocidade do carrinho em função do tempo;
- Analisar o movimento do carrinho de modo a inferir se nas condições da experiência se pode observar a Lei da inércia;
- Confrontar os resultados obtidos com os pontos de vista de Aristóteles, Galileu e Newton;
- Com base na investigação histórica e nos resultados da experiência apresentar argumentos que respondam à questão formulada.

**Al 4 - Satélite geoestacionário**

(1 aula)

**Questão problema**

*Um satélite geoestacionário descreve uma órbita aproximadamente circular à altitude de 35880 km e com período de 24 horas, independentemente da sua massa. Confrontar esta situação com a de um corpo preso a uma mola elástica sobre uma plataforma rotativa de velocidade angular constante.*

Nesta actividade, pretende-se que o aluno:

- identifique as características da força que actua sobre um satélite geoestacionário, considerando que descreve uma trajectória circular com velocidade angular constante;
- relacione o módulo da aceleração no movimento circular de velocidade angular constante com esta e com o raio da trajectória;
- estabeleça a diferença entre as características da força exercida sobre o satélite e por uma mola elástica.

O aluno deverá:

- fazer uma montagem experimental com um carrinho assente sobre uma placa giratória que se move com velocidade angular constante, ligado a uma extremidade de uma mola elástica centrada na placa;
- medir o período do movimento da placa rotativa;
- medir a intensidade da força exercida pela mola sobre o carrinho a partir da medição do alongamento da mola utilizando um dinamómetro;
- variar a massa do carro, mantendo a velocidade da placa rotativa;
- medir a massa do carro e o raio da trajectória em cada um dos ensaios.

## Objecto de ensino

- Movimento circular com módulo de velocidade constante
- Período, velocidade angular, velocidade linear e aceleração
- Força exercida sobre o corpo em movimento
- Força gravítica

## Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Caracterizar o movimento circular com velocidade de módulo constante
- Identificar as características da resultante das forças responsável pelo movimento
- Determinar o módulo da velocidade angular a partir do período
- Relacionar a aceleração do movimento com a velocidade angular e o raio da trajectória
- Explicar a razão pela qual um satélite em órbita circular em torno da Terra tem uma velocidade orbital independente da sua massa

## Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A5, A6 e A7

B2, B7 e B8

C1 a C7

## Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Carrinho	4
Mola elástica	4
Massas marcadas	4
Gira-discos ou placa rotativa	4
Dinamómetro	4
Cronómetro	4

## Sugestões para avaliação

Apresentar:

- a interpretação do movimento do carrinho;
- uma tabela de registo de dados e os cálculos numéricos que justificam a relação entre a aceleração, a velocidade angular e o raio da trajectória;
- a resposta à questão proposta, identificando as diferenças entre as forças responsáveis pelos dois movimentos.

## 2. Comunicação de informação a curtas distâncias

### Objecto de ensino

- Transmissão de sinais
- Sinais
- Propagação de um sinal: energia e velocidade de propagação (modelo ondulatório)
- Onda periódica: periodicidade no tempo e no espaço
- Sinal harmónico e onda harmónica
- Som
- Produção e propagação de um sinal sonoro
- Som como onda mecânica
- Propagação de um som harmónico
- Espectro sonoro
- Sons harmónicos e complexos

### Objectivos de aprendizagem

(10 aulas, incluindo AL5 e AL6)

Esta 2ª parte permitirá ao aluno saber:

- Identificar um sinal como uma perturbação de qualquer espécie que é usada para comunicar (transmitir) uma mensagem ou parte dela.
- Reconhecer que um sinal se localiza no espaço e no tempo, podendo ser de curta duração ou contínuo
- Identificar diferentes tipos de sinais
- Interpretar a propagação de um sinal por meio de um modelo ondulatório
- Reconhecer que um sinal demora um certo tempo  $t$  a percorrer um determinado espaço  $x$  e que, conseqüentemente, lhe pode ser atribuída uma velocidade de propagação ( $v = x/t$ )
- Reconhecer que um sinal se transmite com velocidade diferente em diferentes meios
- Reconhecer que um fenómeno ondulatório se caracteriza pela existência de uma perturbação inicial que altera localmente uma propriedade física do meio e pela propagação dessa perturbação através desse meio
- Identificar fenómenos de propagação ondulatória longitudinal e transversal
- Identificar sinais que necessitam e que não necessitam de meio elástico para se transmitirem.
- Identificar uma onda periódica como aquela que resulta da emissão repetida de um sinal a intervalos regulares, independentemente da sua forma.
- Associar a periodicidade no tempo de uma onda periódica ao respectivo período e a periodicidade no espaço ao respectivo comprimento de onda
- Descrever um sinal harmónico simples através da função  $A \sin \omega t$
- Relacionar o período com a frequência do sinal
- Relacionar a intensidade do sinal com a amplitude da função que o descreve
- Interpretar uma onda harmónica como a propagação de um sinal harmónico simples (sinusoidal) com uma dada frequência
- Relacionar o comprimento de onda da onda harmónica, com o período do sinal, com base no significado da velocidade de propagação
- Explicar o sinal sonoro como resultado de uma vibração de um meio mecânico

- Interpretar o mecanismo de propagação do sinal sonoro como uma onda longitudinal, proveniente de sucessivas compressões e rarefações do meio
- Comparar a velocidade do som em diferentes meios
- Explicar o som ou qualquer onda mecânica como um fenómeno de transferência de energia entre partículas de um meio elástico, sem que exista transporte destas.
- Identificar diferentes pontos do espaço com o mesmo estado de vibração, com base no significado de propagação ondulatória
- Associar a frequência de um sinal sonoro harmónico recebido pelo receptor à frequência da vibração que lhe deu origem
- Localizar as frequências audíveis ao ouvido humano no espectro sonoro
- Interpretar sons complexos como sobreposição de sons harmónicos

### **Actividades práticas de sala de aula**

✓ **Discussão sobre diferentes modos de comunicação de informação (a curta e longa distância) com base em textos adequados.**

✓ **Observação da propagação de um impulso<sup>12</sup> longitudinal e de um transversal.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- reconhecer que a propagação de um sinal tem uma velocidade finita e dependente do meio;
- distinguir entre a propagação transversal e longitudinal de impulsos;
- reconhecer que um impulso comunicado a um dado ponto do meio e num determinado instante vai aparecer em instantes posteriores ao longo do meio e que o processo se faz com uma determinada velocidade;
- identificar os sinais que só se propagam em meios elásticos e aqueles que também se propagam no vazio.

✓ **Observação de sinais harmónicos produzidos por um gerador de sinais e por diapasões numa calculadora gráfica com ligação a um microfone.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- relacionar a representação gráfica obtida na calculadora com a vibração da membrana do microfone;
- relacionar a amplitude de vibração com a intensidade do sinal;
- distinguir, a partir da representação gráfica, sinais de frequências e amplitudes diferentes;
- identificar a função  $A \sin(\omega t)$  como aquela que descreve um sinal harmónico, fazendo a modelação do gráfico obtido.

✓ **Observação da propagação de uma vibração harmónica com determinada frequência, através de um modelo de ondas longitudinais.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

---

<sup>12</sup> O professor poderá utilizar para o efeito uma mola elástica e levar os alunos a estimarem a velocidade de propagação de um impulso ao longo da mola com a ajuda de um cronómetro e fita métrica.

- interpretar o movimento de cada ponto do meio ao longo do tempo, identificando-o com o movimento que inicialmente se produz, com a mesma frequência;
- interpretar em cada instante a configuração do meio (compressões e rarefações);
- explicar o mecanismo de propagação do som.

✓ **Audição e observação gráfica de sinais sonoros de frequências diferentes e sons não harmónicos (voz, instrumentos musicais e adição de sons harmónicos).**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- distinguir sons harmónicos de sons complexos;
- reconhecer que, em geral, os sons não são harmónicos, mas podem obter-se por sobreposição de sons harmónicos.

✓ **Resolução de exercícios e problemas sobre os conceitos de frequência, período, comprimento de onda e velocidade de propagação e suas inter-relações, com base no significado de velocidade de propagação, usando informação escrita (incluindo gráficos).**

## **Actividades prático-laboratoriais**

### **Al 5 - Osciloscópio**

(1 aula)

#### **Questão-problema**

*Perante o aumento da criminalidade tem-se especulado sobre a possibilidade de formas de identificação, alternativas à impressão digital. Uma dessas formas poderia ser pela voz. Utilizando um osciloscópio propor um método que permita concretizar a identificação individual desse modo.*

Pretende-se com esta actividade que os alunos aprendam a utilizar um osciloscópio e a extrair informação diversa da representação gráfica que vêem no ecrã (diferenças de potencial em função do tempo).

Os alunos terão a oportunidade de compreender os parâmetros em jogo, realizando medidas de diferença de potencial e de tempo, com uma fonte de tensão contínua, e com fontes de tensão alternada, utilizando geradores de sinais.

Os alunos deverão:

- montar dois circuitos com lâmpadas idênticas, um alimentado por um gerador de tensão contínua e outro de tensão alternada;
- ligar os terminais de cada lâmpada, utilizando os dois canais do osciloscópio e ajustar as tensões de modo a que as lâmpadas tenham o mesmo brilho;
- medir, com o osciloscópio a tensão contínua e o valor máximo da tensão alternada e com um voltímetro a tensão nos terminais das lâmpadas, comparando-os.
- medir períodos e calcular frequências dos sinais obtidos com um gerador de sinais, comparando-os com os valores nele indicados;
- comparar amplitudes e frequências de sinais sonoros convertidos em sinais eléctricos, utilizando um gerador de sinais, um altifalante e um microfone;

- controlar variáveis, utilizando a voz, de modo a dar resposta ao problema proposto.

### Objecto de ensino

- Utilização do osciloscópio
- Tensão eficaz
- Tensão contínua e alternada
- Função do microfone e do altifalante
- Características de um sinal sonoro

### Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Utilizar os controlos do osciloscópio - brilho, focagem, terminais de entrada, terra, base de tempo e ganho, para:
  - medir tensões contínuas e alternadas
  - mostrar no ecrã, simultaneamente, a variação temporal de duas tensões
  - medir amplitudes e períodos e calcular frequências de uma tensão sinusoidal
  - relacionar amplitudes e frequências de diferentes sinais sonoros
  - reconhecer que o valor da tensão alternada lido por um voltímetro (tensão eficaz) é inferior ao valor máximo da tensão alternada

### Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A2, A3, A5 e A6

B6 e B8

C1 a C7

### Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Fonte de tensão alternada	4
Fonte de tensão contínua	4
Voltímetro	4
Interruptor	4
Lâmpada de baixa potência	8
Osciloscópio de feixe duplo	4
Gerador de sinais	4
Microfone	4
Altifalante	4
Fios de ligação e crocodilos	

### Sugestões para avaliação

Apresentar resposta fundamentada ao problema proposto.

## AL 6 - Velocidades do som e da luz

(1 aula)

### Questão-problema

*Dois amigos divertem-se a imaginar modos de medir o comprimento de um túnel por processos diversos. Um deles sugere que se emita simultaneamente um som intenso e um sinal LASER numa extremidade do túnel. Segundo ele a diferença entre os instantes de chegada dos dois sinais à outra extremidade permitiria determinar o comprimento desejado.*

Com base na realização de uma actividade experimental e fazendo as pesquisas necessárias discutir as condições em que este processo poderá ter êxito.

Pretende-se com esta actividade que o aluno se aperceba, a partir de determinações experimentais e de consulta de informação, da grande diferença entre as ordens de grandeza das velocidades da luz e do som, em qualquer meio, bem como dos parâmetros que influenciam este valor (temperatura e humidade).

A velocidade do som deve ser medida de uma forma conceptualmente simples e intuitiva, utilizando a medição do tempo de percurso de um impulso sonoro em diferentes distâncias.

Os alunos deverão:

- fazer a montagem para a determinação da velocidade do som no ar, ligando um microfone a um osciloscópio através de um amplificador e colocando-o junto das extremidades de uma mangueira;
- colocar o disparo do osciloscópio no modo normal e utilizar o *trigger* externo ligado à entrada do amplificador onde se ligam também os terminais do microfone;
- medir, no osciloscópio, o intervalo de tempo entre os dois picos correspondentes aos impulsos<sup>13</sup> à entrada e à saída da mangueira;
- calcular o valor da velocidade do som no ar;
- comparar o valor obtido experimentalmente para a velocidade do som no ar com valores tabelados e calcular o desvio percentual.

### Objecto de ensino

- Velocidade de propagação de uma radiação electromagnética em diferentes meios
- Velocidade de propagação do som em diferentes meios

### Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Determinar a velocidade de propagação de um sinal a partir do intervalo de tempo que este leva a percorrer uma determinada distância
- Comparar ordens de grandeza dos valores das velocidades do som e da luz

---

<sup>13</sup> Poderá recorrer-se a uma tampa de refrigerante para obter um impulso sonoro.

### Competências a desenvolver pelos alunos

A3, A4, A5, A6 e A7

B2, B4, B7 e B8

C1 a C7

### Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Osciloscópio com <i>trigger</i> externo	4
Microfone	4
Amplificador	4
Mangueira de 10 m a 20 m de comprimento	4
Gerador de sinais	4

### Sugestões para avaliação

Apresentar resposta fundamentada à questão proposta que inclua:

- o resultado da determinação da velocidade do som no ar, afectado do desvio percentual relativamente ao valor tabelado;
- a comparação das ordens de grandeza dos valores medidos para a velocidade do som no ar e obtido por consulta para a velocidade da luz no ar e no vazio;
- a discussão das condições em que o método é aplicável.

## **Módulo 5 - Física e Química (1ª parte - Física) - Comunicações a Longas Distâncias**

### **Introdução**

Dando continuidade ao estudo iniciado no módulo anterior prossegue-se com o tema "Comunicações a longas distâncias".

O estudo da indução electromagnética justifica-se pela necessidade do uso de microfones e altifalantes na comunicação sonora. Serve também para facilitar a interpretação gráfica dos sinais observados nos osciloscópios, reforçando a ideia da imprescindível conversão dos sinais sonoros em eléctricos.

No estudo da lei de indução de Faraday será introduzida a noção de fluxo.

Os conceitos de campo eléctrico e magnético (este último já abordado no 3º ciclo) serão estudados qualitativamente, em termos da sua origem, acção, características, zonas de maior ou menor intensidade, apenas a partir da observação de espectros eléctricos e magnéticos e da sua representação pelas respectivas linhas de campo. Não se pretende o estudo de qualquer expressão de intensidade dos campos.

A actividade de natureza histórica visa as finalidades gerais de tarefas deste tipo, tendo a particularidade de poder ser ilustrada com demonstrações experimentais que ajudarão a compreender a evolução dos conceitos e a orientação para novas descobertas. Será a partir desta actividade que irão emergir os conceitos básicos à compreensão da importância fundamental da radiação electromagnética na transmissão de informação a longas distâncias, sem recorrer a um modelo complexo de onda electromagnética.

Lidando o aluno diariamente com a recepção de informação através de ondas hertzianas, considerou-se imprescindível referir processos de modulação, embora não se pretenda um tratamento matemático.

Sugere-se uma actividade para realizar na sala de aula, com o objectivo de levar os alunos a compreender como é possível transmitir informação sonora utilizando ondas electromagnéticas.

Os fenómenos de reflexão, refacção, reflexão total, difracção e absorção de ondas deverão ser estudados no laboratório. A actividade (proposta para duas aulas) permitirá estudar os diferentes comportamentos e condições em que estes fenómenos podem ser observados com radiações de frequências diferentes: microondas e LASER. Permitirá também compreender que aqueles fenómenos, comuns a qualquer tipo de onda, são fundamentais nos processos de comunicação. Quando a escola não possuir o material indicado para as actividades laboratoriais propostas, poderá optar por material alternativo, desde que cumpra os mesmos objectivos.

Das 18 aulas previstas (6 semanas) para a 1ª parte do módulo 4, fez-se uma programação apenas para 16 aulas, de modo a que o professor possa gerir as restantes de acordo com as necessidades dos seus alunos e eventuais condicionamentos.

### **Objecto de ensino**

- Microfone e altifalante
- Finalidades
- Campo magnético e campo eléctrico. Unidades SI
- Linhas de campo

- Fluxo magnético através de uma e de várias espiras condutoras
- Indução electromagnética
- Força electromotriz induzida. Lei de Faraday
- A radiação electromagnética na comunicação
- Produção de ondas de rádio: trabalhos de Hertz e Marconi
- Transmissão de informação
- Sinal analógico e sinal digital
- Modulação de sinais analógicos, por amplitude e por frequência
- Reflexão, refacção, reflexão total, absorção e difracção de ondas<sup>14</sup>
- Bandas de radiofrequência

### Objectivos de aprendizagem

(16 aulas, incluindo AL7)

Este tema permitirá ao aluno saber:

- Identificar as finalidades de um altifalante e de um microfone
- Identificar um campo magnético  $\vec{B}$  como a grandeza que se manifesta através da acção que exerce sobre ímanes naturais e correntes eléctricas
- Reconhecer que um campo magnético  $\vec{B}$  tem a sua origem em ímanes naturais e em correntes eléctricas
- Identificar o campo eléctrico  $\vec{E}$  como a grandeza que se manifesta através da acção que exerce sobre cargas eléctricas
- Reconhecer que um campo eléctrico  $\vec{E}$  tem a sua origem em cargas eléctricas e em campos magnéticos variáveis
- Identificar zonas de campo eléctrico e magnético mais ou menos intenso e zonas de campo aproximadamente uniforme, a partir da observação de espectros eléctricos e magnéticos e da sua representação pelas respectivas linhas de campo
- Exprimir as intensidades dos vectores campo eléctrico  $\vec{E}$  e campo magnético  $\vec{B}$  em unidades SI.
- Identificar o fluxo magnético que atravessa uma espira ( $\Phi = B A \cos\alpha$ ), como o produto da intensidade de campo magnético que a atravessa perpendicularmente pela sua área, e explicar as condições que o tornam máximo, mínimo ou nulo. Generalizar para várias espiras
- Explicar em que consiste o fenómeno de indução electromagnética
- Explicar como se produz uma força electromotriz induzida num condutor em termos dos movimentos deste que originam variações do fluxo
- Identificar força electromotriz induzida como a taxa de variação temporal do fluxo magnético (Lei de Faraday)
- Exprimir o valor de uma força electromotriz em unidades SI
- Relacionar a força electromotriz de um gerador com a energia que este pode disponibilizar
- Explicar o funcionamento de um microfone de indução e de um altifalante
- Compreender as limitações de transmitir sinais sonoros a longas distâncias, em comparação com a transmissão de sinais electromagnéticos, e consequente necessidade de usar ondas electromagnéticas (ondas portadoras) para a transmissão de informação contida nos sinais sonoros

---

<sup>14</sup> Assunto a ser estudado na actividade laboratorial AL7

- Reconhecer marcos importantes na história do Electromagnetismo e das comunicações (trabalhos de Oersted, Faraday, Maxwell, Hertz e Marconi)
- Explicitar a necessidade de converter um sinal sonoro num sinal eléctrico de modo a poder modular uma onda electromagnética
- Distinguir um sinal analógico de um sinal digital
- Distinguir um sinal modulado em amplitude (AM) de um sinal modulado em frequência (FM) pela variação que o sinal a transmitir produz na amplitude ou na frequência da onda portadora, respectivamente
- Reconhecer que parte da energia de uma onda incidente na superfície de separação de dois meios é reflectida, parte transmitida e parte é absorvida
- Reconhecer que a repartição da energia reflectida, transmitida e absorvida depende da frequência da onda incidente, da inclinação do feixe e das propriedades dos materiais
- Enunciar as leis da reflexão e da refacção
- Relacionar o índice de refacção da radiação relativo entre dois meios com a relação entre as velocidades de propagação da radiação nesses meios
- Explicitar as condições para que ocorra reflexão total da luz, exprimindo-as quer em termos de índice de refacção, quer em termos de velocidade de propagação
- Reconhecer as propriedades da fibra óptica para guiar a luz no interior da fibra (transparência e elevado valor do índice de refacção)
- Explicar em que consiste o fenómeno da difracção e as condições em que pode ocorrer
- Explicar, com base nos fenómenos de reflexão, refacção e absorção da radiação na atmosfera e junto à superfície da Terra, as bandas de frequência adequadas às comunicações por telemóvel e transmissão por satélite
- Reconhecer a utilização de bandas de frequência diferentes nas estações de rádio, estações de televisão, telefones sem fios, radioamadores, estações espaciais, satélites, telemóveis, controlo aéreo por radar e GPS e a respectiva necessidade e conveniência

### Actividades práticas de sala de aula

- ✓ **Interpretação das propriedades do campo eléctrico e magnético através da observação experimental de espectros ou de esquemas representativos das respectivas linhas de campo (campos criados por cargas eléctricas pontuais, cargas do mesmo sinal e de sinal contrário, placas paralelas com cargas de sinal contrário, ímanes, fio rectilíneo percorrido por uma corrente eléctrica e bobinas).**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- reconhecer a acção de um campo eléctrico sobre cargas eléctricas e de um campo magnético sobre agulhas magnéticas;
- reconhecer que uma carga eléctrica origina um campo eléctrico e que ímanes e cargas eléctricas em movimento (correntes) originam um campo magnético;
- visualizar as propriedades de diferentes campos eléctricos e magnéticos através das linhas de campo, reconhecendo semelhanças e diferenças.

- ✓ **Observação do aparecimento de uma força electromotriz induzida quando se varia o fluxo do campo magnético, identificando modos de fazer variar o fluxo.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- indicar as condições necessárias à produção de uma força electromotriz induzida num condutor;
- enunciar a lei de Faraday.

- ✓ **Resolução de exercícios e problemas que envolvam o conceito de fluxo magnético e a lei de Faraday.**

- ✓ **Pesquisa e debate sobre a experiência de Hertz e os trabalhos de Marconi que levaram à produção de ondas de rádio e à transmissão de som através destas. A discussão deverá proporcionar oportunidade para debater o papel da previsão teórica (referência a Maxwell) e da confirmação experimental para o avanço da Ciência e da Tecnologia.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- descrever e interpretar a experiência do dipolo de Hertz;
- associar a emissão e recepção de ondas de rádio por antenas com o que se passa na bobina de faísca e na de indução;
- reconhecer a importância da experiência de Hertz na comprovação da teoria de Maxwell;
- explicar, relacionando as experiências de Oersted, Faraday e Hertz, que a Ciência se vai construindo com pequenos avanços que induzem novas descobertas;
- identificar uma situação em que os interesses económicos provocam o desenvolvimento tecnológico, partindo de uma descoberta científica - a transmissão de ondas de rádio a longas distâncias, pela primeira vez, pelo inventor italiano Marconi, com base nos trabalhos do físico alemão Hertz;
- relacionar o trabalho destes três homens (Maxwell, Hertz e Marconi) com os grandes meios actuais de comunicação, por eles nunca imaginados - a rádio, a televisão e a comunicação por satélite;
- reconhecer neste exemplo histórico, a importância da Física como proporcionadora de meios para a evolução da sociedade - na sua educação, cultura, economia, etc.

- ✓ **Utilização da calculadora gráfica ligada a um sensor de luz para observar um sinal digital resultante da passagem de um cartão com fendas, simulando um código de barras.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- distinguir um sinal analógico de um sinal digital;
- associar um sinal analógico a uma função contínua no tempo;
- associar um sinal digital a uma série de impulsos num sistema binário.

- ✓ **Observação e interpretação de uma experiência<sup>15</sup> ou de uma simulação para que o aluno se aperceba que, para transmissão de sons a longas distâncias, se**

---

<sup>15</sup> Material necessário para a realização da experiência: osciloscópio, microfone, amplificador, gerador de sinais, gerador de sinais com função AM e FM, diapasões.

utilizam ondas electromagnéticas de determinadas frequências submetidas a processos de modulação. Pretende-se a observação de modulações em amplitude e em frequência, adicionando a uma onda portadora a informação que se pretende transmitir.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- compreender as limitações de transmitir sinais sonoros a grandes distâncias, em comparação com a transmissão de sinais electromagnéticos, e consequente necessidade de usar ondas electromagnéticas (portadoras) para a transmissão de informação contida nos sinais sonoros;
- explicitar a necessidade de converter um sinal sonoro num sinal eléctrico de modo a modular uma onda electromagnética;
- distinguir um sinal modulado em amplitude (AM) de um sinal modulado em frequência (FM), pela variação que o sinal a transmitir provoca, respectivamente, na amplitude e na frequência da onda portadora;
- representar esquematicamente um sinal modulado em AM e FM e as respectivas ondas portadoras e sinais a transmitir;
- reconhecer que a informação transmitida por modulação se propaga à velocidade da luz no respectivo meio.

✓ **Exploração crítica de uma experiência<sup>16</sup> sobre propagação de informação por fibra óptica.**

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- reconhecer a necessidade de modular o sinal electromagnético de um laser com um sinal sonoro;
- identificar o processo de propagação na fibra óptica por sucessivas reflexões internas;
- reconhecer a necessidade de desmodular o sinal e transformá-lo de novo em sinal sonoro para se tornar audível.

## **Actividades práctico-laboratoriais**

### **Al 7 - Comunicações por radiação electromagnética**

(2 aulas)

#### **Questão-problema**

*Nas comunicações por telemóvel e via satélite são utilizadas microondas de determinadas faixas de frequências. Em grandes cidades são construídas torres altas que suportam um conjunto de antenas parabólicas de modo a permitir a propagação ponto a ponto das microondas acima do topo dos edifícios. Com base na realização de uma actividade experimental procurar interpretar esta situação.*

---

<sup>16</sup> Introduzir um sinal sonoro num modulador com LASER, utilizando um microfone. Intercalar uma fibra óptica entre a saída do modulador e o receptor (com detector de luz) que permite a desmodulação. Ouvir através de um altifalante o sinal sonoro transmitido.

Pretende-se com esta actividade que o aluno compreenda os princípios básicos da transmissão de informação por radiação electromagnética, a partir de observações experimentais dos fenómenos de reflexão, refacção, absorção e difracção. É ainda objectivo desta actividade que o aluno compreenda que estes fenómenos são comuns a qualquer tipo de ondas, observando-os com microondas, ultra-sons, *LASER* ou luz visível<sup>17</sup>.

Por uma questão de segurança, as experiências com *LASER* deverão ser realizadas pelo professor.

Os alunos deverão:

- fazer a montagem do equipamento de modo a:
- detectar o aumento de atenuação com a distância ao emissor;
- intercalar, entre o emissor e o receptor, obstáculos de materiais diferentes (água, vidro, glicerina, tijolo, madeira, plástico, metal, papel, pano seco e molhado...). Explorar nas suas vizinhanças, em várias posições, a intensidade da radiação de forma a estudar o comportamento da radiação na presença destes materiais no que respeita aos fenómenos de absorção, reflexão, refacção, reflexão total e difracção;
- medir os ângulos de incidência e de reflexão numa placa reflectora;
- direccionar o feixe com uma superfície parabólica.

### Objecto de ensino

- Transmissão de informação por radiação electromagnética
- Reflexão, refacção, reflexão total, absorção e difracção
- Bandas de frequência para diferentes tipos de transmissão

### Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Reconhecer que parte da energia de uma onda electromagnética incidente na superfície de separação de dois meios é reflectida, parte transmitida e parte absorvida
- Reconhecer que a repartição da energia reflectida, transmitida e absorvida depende da frequência da onda incidente, da inclinação do feixe e das propriedades dos materiais
- Enunciar as leis da reflexão e da refacção
- Relacionar o índice de refacção relativo entre dois meios com a relação entre as velocidades de propagação da radiação nesses meios
- Explicitar as condições para que ocorra reflexão total, exprimindo-as, quer em termos de índice de refacção, quer em termos de velocidade de propagação
- Reconhecer as propriedades da fibra óptica para guiar a luz no interior da fibra (transparência e elevado valor do índice de refacção)
- Explicar, com base nos fenómenos de reflexão, refacção e absorção na atmosfera e junto à superfície da Terra, as bandas de frequência adequadas às comunicações por telemóvel e transmissão por satélite
- Reconhecer a utilização de bandas de frequência diferentes nas estações de rádio, estações de televisão, telefones sem fios, radioamadores, estações espaciais, satélites, telemóveis, controlo aéreo por radar e GPS

---

<sup>17</sup> Estas actividades serão realizadas de acordo com o material existente na escola

**Competências a desenvolver pelos alunos**

A1, A2, A3, A4 e A5

B5, B6, B7 e B8

C1 a C7

**Material e equipamento por turno**

Material e equipamento	Quantidades
<i>Kit</i> de microondas <sup>18</sup>	4
Caixa de alimentação adequada	4
Anteparos de vários materiais (vidro, metal, madeira, cerâmico, papel, tecido...)	4
Placas de metal de várias dimensões	
Parafina líquida, glicerina, água	
Fios de ligação	
<i>LASER</i>	1
Diapositivo com fenda para difracção	1
Lâmina de faces paralelas	1
Prisma de reflexão total	4
Fibra óptica	1
Recipiente com água	1
Fluoresceína	

**Sugestões para avaliação**

Apresentar:

- a resposta à questão problema, com base nas experiências realizadas de modo a justificar a necessidade de:
  - existirem várias antenas repetidoras e de um limite para a distância entre elas;
  - antenas parabólicas com determinadas dimensões;
  - as antenas se situarem a alturas apreciáveis do nível do solo.
- uma tabela de registo de dados e os cálculos numéricos para a determinação de índice de refração relativo, utilizando radiação electromagnética;
- a explicação da constituição de uma fibra óptica, com base nas diferenças de índices de refração dos materiais que a constituem.

<sup>18</sup> Na impossibilidade de dispor destes *kits* o professor deverá adaptar a actividade à utilização de equipamento disponível para o estudo dos referidos fenómenos ondulatórios

## Módulo 5 - Física e Química (2ª parte - Química) - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

### Introdução

Muitas reacções químicas tendem para uma situação de esgotamento dos reagentes.

Outras, como a síntese do amoníaco (processo de Haber), por serem incompletas, têm de ser controladas para produzir rendimentos aceitáveis. Tais reacções, podendo ocorrer nos dois sentidos, envolvem competição entre transformações opostas uma da outra. Quer umas quer outras, poderão manter-se num estado estacionário se o sistema for alimentado continuamente de matéria e controladas a temperatura e pressão.

A capacidade dos químicos para manipular estas reacções de tal modo que a reacção desejada seja favorecida em detrimento da outra, a não desejada, depende da compreensão dos factores que, em geral, afectam a situação de equilíbrio dos sistemas. Compreender a influência de tais factores é importante ao nível da bancada de laboratório, nas instalações fabris e também na aprendizagem formal dos alunos acerca da química e da sua relevância para a interpretação de situações do quotidiano.

O conceito de equilíbrio químico, eventualmente pelo seu carácter abstracto e pela exigência do domínio de um largo número de outros conceitos químicos, tem-se revelado de difícil compreensão, sendo elevado o número de concepções alternativas identificadas e referenciadas em literatura do âmbito da Didáctica da Química. De entre as concepções (cerca de vinte) que, marcadamente, os alunos evidenciam, destaca-se a visão estática do equilíbrio químico (nenhuma reacção ocorre), a visão compartimentada do equilíbrio (sistema constituído por dois compartimentos individualizados para as reacções directa e inversa), a igualdade de concentrações de reagentes e de produtos na situação de equilíbrio, o recurso a modelos híbridos (cinético e termodinâmico) para interpretação dos valores da constante de equilíbrio e ainda a generalização inadequada da aplicação da lei de Le Châtelier. Muitos destes estudos orientam ainda ou sugerem estratégias de ensino para ultrapassar algumas das dificuldades identificadas.

No entanto, o conceito de equilíbrio químico é muito importante não só como construção teórica do domínio da Química conceptual, mas também porque é essencial para a compreensão de muitos fenómenos em áreas como ácido-base, oxidação-redução e solubilidade.

É fundamental para a vida que haja situações de equilíbrio como, por exemplo, a formação do hidrogenocarbonato e a existência do oxigénio dissolvido na água dos mares. Porém, é no desequilíbrio desses sistemas que a vida real decorre, pois que os efeitos espectaculares das reacções químicas não se manifestam nunca no equilíbrio, mas apenas quando as reacções progredem, ou seja, quando o sistema evolui.

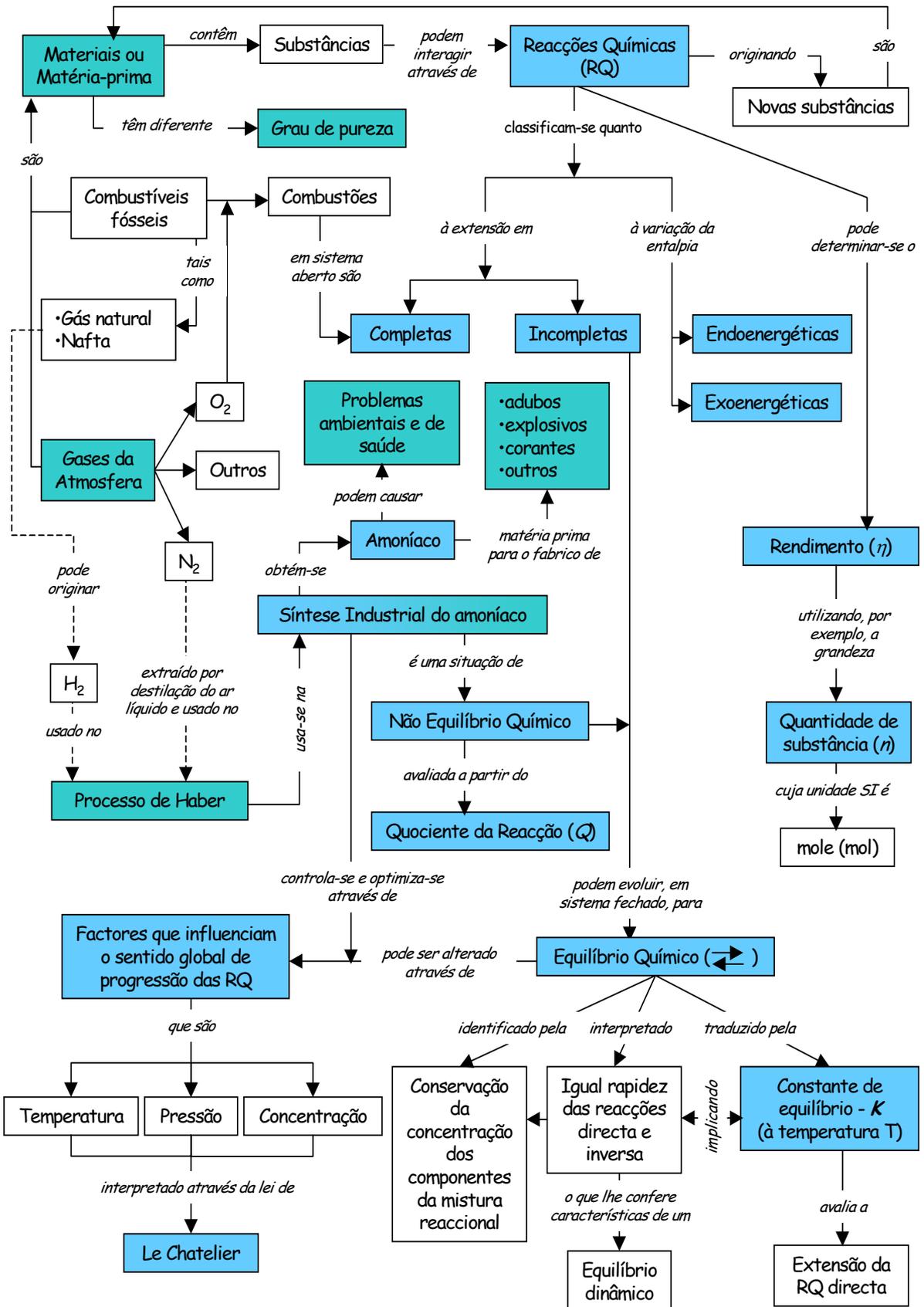
Mas a importância do equilíbrio químico na actualidade reflecte-se particularmente na produção industrial. A indústria química desenvolveu-se nos finais do século XVIII. Até então, os artefactos eram de elaboração artesanal. A revolução industrial veio modificar drasticamente as condições de laboração, permitindo avanços tecnológicos e científicos notáveis, autênticos marcos no desenvolvimento da actual civilização. A indústria química teve neste contexto um papel primordial. Assim, a primeira obtenção industrial de ácido sulfúrico data de 1746, e o seu desenvolvimento a partir de então e até à actualidade, na mira do processo mais rentável, pelo enorme número de usos a que se destina, justifica a frase de Liebig (1803-1873): "A prosperidade comercial de uma nação pode ser medida pela quantidade de ácido sulfúrico que consome".

Do mesmo modo, a produção de amoníaco preocupou os cientistas desde muito cedo. A alimentação da população mundial em crescimento exponencial necessita de quantidades de fertilizantes em grande escala e de baixo custo, sendo que muitos deles se podem obter a partir do amoníaco. Fritz Haber (1868-1934), na procura de soluções para a optimização do processo de obtenção do amoníaco, debate-se com o dilema posto pelo equilíbrio: ter de usar altas temperaturas para conseguir uma taxa de conversão aceitável, mas comprometendo deste modo a extensão da reacção, que se tornaria muito baixa. É então que descobre o efeito do ferro como catalisador, baixando a energia de activação da reacção. Carl Bosch (1874-1940), engenheiro químico, colega de Haber, trabalhando nos limites da tecnologia da época, desenha o processo industrial catalítico de altas pressões e altas temperaturas, ainda hoje utilizado como único meio de produção de amoníaco e conhecido por processo de Haber-Bosch. Os resultados destes trabalhos foram de tal modo importantes que os conduziram a ambos ao Prémio Nobel da Química (Haber em 1918 e Bosch em 1931).

Controlar as condições que afectam os diferentes equilíbrios que constituem o processo de formação destes e de outros produtos, optimizando a sua rentabilidade, é um dos objectivos da Ciência/Química e da Tecnologia para o desenvolvimento da sociedade. O compromisso entre equilíbrios e desequilíbrios, cujos efeitos foram detectados e explicados por Henri Louis Le Châtelier (1850-1936), constitui o cerne do princípio com o mesmo nome, que mais não é que uma consequência de duas leis mais gerais, a da conservação da energia e a 2ª lei da Termodinâmica e, noutra perspectiva, de um enunciado generalizado com muitas analogias em áreas diversificadas do conhecimento: a lei de Lenz na Física, a lei da procura e da oferta na Economia, o princípio do equilíbrio homeostático na Biologia, o princípio geológico da isostasia da sublevação da crosta terrestre, mostrando, em última análise que, sendo a estabilidade uma tendência natural do universo, vive-se na senda do estabelecimento e da compreensão dos mecanismos que, sendo capazes de a perturbar, são igualmente susceptíveis de a restabelecer.

Das 18 aulas previstas para esta parte do Módulo 5, fez-se uma programação apenas para 16 aulas (24 horas), sendo três (4,5 horas) de índole prático-laboratorial, de modo a que o(a) Professor(a) possa gerir as restantes, de acordo com as necessidades dos alunos e de eventuais condicionamentos. Contempla-se ainda a visita de estudo facultativa (VE) a uma instalação industrial, de preferência química, a qual deverá ser negociada com uma das empresas da região da escola ou outras. É fundamental, em termos educativos, que os alunos tenham oportunidade de contactar com sistemas industriais em laboração, conheçam actividades profissionais e se apercebam da transposição que é necessário fazer ao passar de um ensaio químico à escala laboratorial para a escala industrial.

Diagrama conceptual para "Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios"



## Objecto de ensino

### 1. Produção e controlo - a síntese industrial do amoníaco

#### 1.1. O amoníaco como matéria-prima

- A reacção de síntese do amoníaco
- Reacções químicas incompletas
- Aspectos quantitativos das reacções químicas
- Quantidade de substância
- Rendimento de uma reacção química
- Grau de pureza dos componentes de uma mistura reaccional
- Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum - AL 1

#### 1.2. O amoníaco, a saúde e o ambiente

- Interacção do amoníaco com componentes atmosféricos
- Segurança na manipulação do amoníaco

#### 1.2. Síntese do amoníaco e balanço energético

- Síntese do amoníaco e sistema de ligações químicas
- Variação de entalpia de reacção em sistemas isolados

#### 1.3. Produção industrial do amoníaco

- Reversibilidade das reacções químicas
- Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico
- Situações de equilíbrio dinâmico e desequilíbrio
- A síntese do amoníaco como um exemplo de equilíbrio químico
- Constante de equilíbrio químico,  $K$ : lei de Guldberg e Waage
- Quociente da reacção,  $Q$
- Relação entre  $K$  e  $Q$  e o sentido dominante da progressão da reacção
- Relação entre  $K$  e a extensão da reacção
- Síntese do sulfato de tetraaminacobre (II) mono-hidratado - AL2
- Visita a uma instalação industrial - VE facultativa

#### 1.5. Controlo da produção industrial

- Factores que influenciam a evolução do sistema reaccional
- A concentração, a pressão e a temperatura
- A lei de Le Châtelier
- Efeitos da temperatura e da concentração no equilíbrio de uma reacção - AL3

## Objectivos de aprendizagem

No final desta Unidade, os alunos deverão saber:

### 1. Produção e controlo - a síntese industrial do amoníaco

(4 aulas + 1 AL)

#### 1.1. O amoníaco como matéria-prima

- Reconhecer o amoníaco como uma substância inorgânica importante, usada, por exemplo, como matéria-prima no fabrico de fertilizantes, de ácido nítrico, de explosivos e como meio de arrefecimento (estado líquido) em diversas indústrias alimentares
- Relacionar aspectos históricos da síntese do amoníaco (laboratorial) e da sua produção industrial (Fritz Haber, 1905)

- Identificar o azoto e o hidrogénio como matérias-primas para a produção industrial do amoníaco
- Associar a destilação fraccionada do ar líquido ao processo de obtenção industrial do azoto, embora o processo de Haber utilize o azoto directamente do ar
- Referir o processo actual de obtenção industrial do hidrogénio a partir do gás natural ou da nafta
- Identificar a reacção de síntese do amoníaco ( $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ) e a decomposição do amoníaco, ( $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ ) como reacções inversas uma da outra
- Interpretar uma reacção completa como aquela em que pelo menos um dos seus reagentes atinge valores de concentração não mensuráveis facilmente e uma reacção incompleta como a reacção em que nenhum dos reagentes se esgota no seu decorrer
- Identificar reacções de combustão, em sistema aberto, como exemplos que se aproximam de reacções completas
- Identificar quantidade de substância (n) como uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional (SI)
- Caracterizar a unidade de quantidade de substância, mole (símbolo mol), como a quantidade de substância que contém tantas entidades quantos os átomos existentes em  $1,2 \times 10^{-2}$  kg do nuclido  $^{12}C$  (as entidades devem ser especificadas)
- Estabelecer que amostras de substâncias diferentes com o mesmo número de entidades constituintes ( N ) têm a mesma quantidade de substância
- Constatar que, em função da definição da grandeza quantidade de substância, o número de entidades ( N ) presentes numa amostra é proporcional à quantidade de substância respectiva (n), sendo a constante de proporcionalidade a constante de Avogadro ( $L = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )
- Identificar o rendimento de uma reacção como o quociente entre a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância efectivamente obtida de um dado produto, e a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância que teoricamente seria obtida (por reacção completa dos reagentes na proporção estequiométrica)
- Interpretar o facto de o rendimento de uma reacção ser quase sempre inferior a 1 (ou 100%)
- Interpretar grau de pureza de um material como o quociente entre a massa da substância (pura) e a massa da amostra onde aquela massa está contida
- Constatar que um dado "reagente químico" pode apresentar diferentes graus de pureza e, consoante as finalidades de uso, se deverá escolher um deles
- Identificar o reagente limitante de uma reacção como aquele cuja quantidade condiciona a quantidade de produtos formados, usando um exemplo muito simples da realidade industrial
- Identificar o reagente em excesso como aquele cuja quantidade presente na mistura reaccional é superior à prevista pela proporção estequiométrica, usando um exemplo muito simples da realidade industrial

## 1.2. O amoníaco, a saúde e o ambiente

(1 aula)

- Associar o contacto com o amoníaco no estado gasoso e em solução aquosa, a lesões graves na pele, nos olhos e nos pulmões, consoante o tempo de exposição e/ou a concentração
- Interpretar os perigos adicionais no manuseamento de amoníaco, quando usado a pressões elevadas, por exemplo como líquido refrigerante
- Constatar que o amoníaco que é libertado para a atmosfera pode dar origem a nitrato e a sulfato de amónio, considerados matérias particuladas ( $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ) e a óxidos de azoto com implicações para a saúde e ambiente

**1.3. Síntese do amoníaco e balanço energético**

(1 aula)

- Classificar reacções químicas em exoenergéticas ou em aquelas que, em sistema isolado, ocorrem, respectivamente, com elevação ou diminuição de temperatura
- Interpretar a formação de ligações químicas como um processo exoenergético e a ruptura como um processo endoenergético
- Interpretar a ocorrência de uma reacção química como um processo em que a ruptura e a formação de ligações químicas ocorrem simultaneamente
- Interpretar a energia da reacção como o saldo energético entre a energia envolvida na ruptura e na formação de ligações químicas e exprimir o seu valor, a pressão constante em termos da variação de entalpia  $\Delta H$  em J/mol de reacção)

**1.4. Produção industrial do amoníaco**

(3+ 1 AL+ 2VE)

**facultativa(preparação e avaliação)**

- Interpretar uma reacção reversível como uma reacção em que os reagentes formam os produtos da reacção, diminuem a sua concentração não se esgotando e em que, simultaneamente, os produtos da reacção reagem entre si para originar os reagentes da primeira
- Reconhecer que existem reacções reversíveis em situação de não equilíbrio (caso de  $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ )
- Representar uma reacção reversível pela notação de duas setas com sentidos opostos ( $\rightleftharpoons$ ) a separar as representações simbólicas dos intervenientes na reacção
- Identificar reacção directa como a reacção em que, na equação química, os reagentes se representam à esquerda das setas e os produtos à direita das mesmas e reacção inversa aquela em que, na equação química, os reagentes se representam à direita das setas e os produtos à esquerda das mesmas (convenção)
- Associar estado de equilíbrio a todo o estado de um sistema em que, macroscopicamente, não se registam variações de propriedades físico-químicas
- Associar estado de equilíbrio dinâmico ao estado de equilíbrio de um sistema, em que a rapidez de variação de uma dada propriedade num sentido é igual à rapidez de variação da mesma propriedade no sentido inverso
- Identificar equilíbrio químico como um estado de equilíbrio dinâmico
- Caracterizar estado de equilíbrio químico como uma situação dinâmica em que há conservação da concentração de cada um dos componentes da mistura reaccional, no tempo
- Interpretar gráficos que traduzem a variação da concentração em função do tempo, para cada um dos componentes de uma mistura reaccional
- Associar equilíbrio químico homogéneo ao estado de equilíbrio que se verifica numa mistura reaccional com uma só fase
- Identificar a reacção de síntese do amoníaco como um exemplo de um equilíbrio homogéneo quando em sistema fechado
- Escrever as expressões matemáticas que traduzem a constante de equilíbrio em termos de concentração ( $K_c$ ) de acordo com a Lei de Guldberg e Waage
- Verificar, a partir de tabelas, que  $K_c$  depende da temperatura, havendo portanto, para diferentes temperaturas, valores diferentes de  $K_c$  para o mesmo sistema reaccional
- Traduzir quociente de reacção,  $Q$ , através de expressões idênticas às de  $K$  em que as concentrações dos componentes da mistura reaccional são avaliadas em situações de não equilíbrio (desequilíbrio)

- Comparar valores de  $Q$  com valores conhecidos de  $K_c$  para prever o sentido da progressão da reacção relativamente a um estado de equilíbrio
- Relacionar a extensão de uma reacção com os valores de  $K_c$  dessa reacção
- Relacionar o valor de  $K_c$  com  $K'_c$ , sendo  $K'_c$  a constante de equilíbrio da reacção inversa
- Utilizar os valores de  $K_c$  da reacção no sentido directo e  $K'_c$  da reacção no sentido inverso, para discutir a extensão relativa daquelas reacções

### 1.5. Controlo da produção industrial

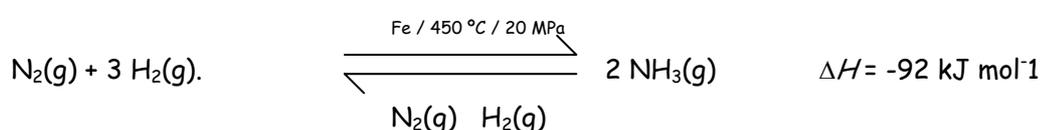
(2 aulas + 1 AL)

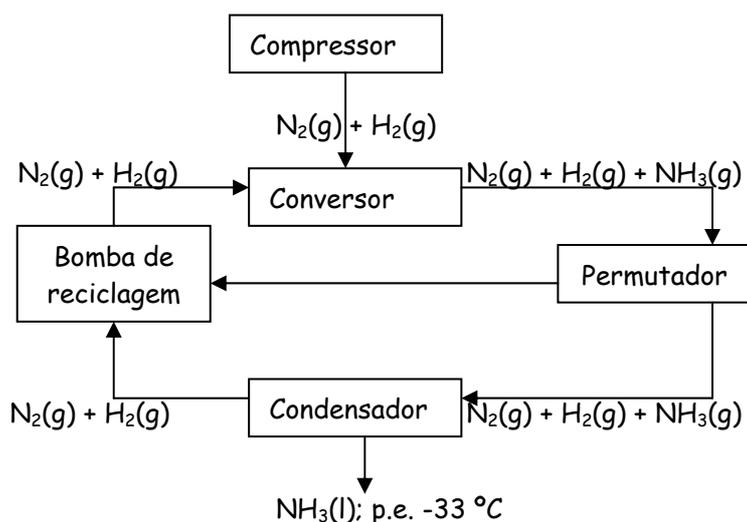
- Referir os factores que podem alterar o estado de equilíbrio de uma mistura reaccional (temperatura, concentração e pressão) e que influenciam o sentido global de progressão para um novo estado de equilíbrio
- Prever a evolução do sistema reaccional, através de valores de  $K_c$ , quando se aumenta ou diminui a temperatura da mistura reaccional para reacções exoenergéticas e endoenergéticas
- Identificar a lei de Le Châtelier (Henri Le Châtelier, químico termodinâmico francês), enunciada em 1884, como a lei que prevê o sentido da progressão de uma reacção por variação da temperatura, da concentração ou da pressão da mistura reaccional
- Interpretar a necessidade de utilizar na indústria da síntese do amoníaco um reagente em excesso para provocar alterações no equilíbrio de forma a favorecer o aumento da quantidade de amoníaco e rentabilizar o processo
- Discutir o compromisso entre os valores de pressão e temperatura e o uso de catalisador para otimizar a produção de amoníaco na mesma reacção de síntese
- Associar o processo de obtenção do amoníaco conhecido como processo de Haber à síntese daquele composto catalisada pelo ferro em condições adequadas de pressão e temperatura
- Reconhecer que o papel desempenhado pelo catalisador é o de aumentar a rapidez das reacções directa e inversa, para se atingir mais rapidamente o estado de equilíbrio (aumento da eficiência), não havendo, no entanto, influência na quantidade de produto obtida
- Interpretar outras misturas reaccionais passíveis de evoluírem, em sistema fechado, para estados de equilíbrio

### Actividades práticas de sala de aula

Sem prejuízo para qualquer outra actividade que os professores entendam realizar, pela sua riqueza, variedade e oportunidade, propõem-se as seguintes actividades, as quais poderão ser realizadas na totalidade ou apenas parcialmente:

1. Pesquisar diferentes processos de produção de  $H_2$  e discuti-los com base em questões económicas (custos de matérias primas, energia e rendimento das reacções)  
<http://www.h2eco.org/> (Endereço muito completo sobre hidrogénio)
2. Será o hidrogénio uma fonte de energia do futuro?  
<http://www.ovonic.com/hydrogen/hydrogen.html> (Endereço muito completo sobre o hidrogénio e as vantagens da sua utilização)
3. Simular uma fábrica de amoníaco com o controlo de variáveis  
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/chem/chem163/projects/factory/> (Simulação de uma fábrica de amoníaco)
4. Interpretar as etapas mais importantes do processo de obtenção do amoníaco num diagrama de fluxo simplificado como, por exemplo o seguinte:





5. Apresentar razões que justificam a sucessão dos diferentes processos de produção de amoníaco (questões económicas e tecnológicas)
6. Pesquisar quais as indústrias portuguesas que utilizam o amoníaco como matéria-prima
7. Pesquisar regras de transporte de matérias-primas e em particular o transporte do amoníaco  
<http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-p/elem/e00700.html> (propriedades do amoníaco)
8. Pesquisar modos de actuação em caso de acidente (transporte e processo industrial)
9. Resolver exercícios numéricos simples, em que estejam envolvidos os conceitos de rendimento, grau de pureza e, de uma forma simples os de reagente limitante e em excesso, neste último caso apenas para as situações contempladas nas actividades prático-laboratoriais,
10. Simulação de situações de equilíbrio  
<http://www.chm.davidson.edu/java/LeChatelier/LeChatelier.html> - (Simulação de situações de equilíbrio)  
<http://carlton.paschools.pa.sk.ca/chemical/equilibrium/dichromate/dichromate.htm> - (Simulação de situações de equilíbrio (cromato/dicromato))

### AL 1 - Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum - 1 aula

**A publicidade anuncia adubos e produtos de limpeza amoniacais: o que terão de comum estes materiais?**

A presença de amoníaco e de compostos de amónio é comum em produtos de limpeza domésticos e em adubos. A identificação destes compostos é feita através da adição de uma base forte a qual favorece a formação de amoníaco, possível de identificar através de testes laboratoriais.

#### Objecto de ensino

- Identificação laboratorial da presença de amoníaco e de compostos de amónio

#### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e de equipamentos
- Adoptar atitudes e comportamentos de segurança adequados à manipulação de produtos amoniacais comerciais

- Identificar compostos de amónio e amoníaco usando testes químicos específicos
- Inferir a presença de compostos de amónio em materiais de uso diário (adubos e produtos de limpeza domésticos)

### Sugestões metodológicas

Esta actividade laboratorial poderá ser desenvolvida em duas partes: a realização dos testes de identificação em amostras desconhecidas numa primeira parte e em amostras padrão, numa segunda parte.

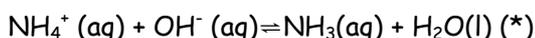
**Na primeira parte**, propõe-se aos alunos:

- pesquisar informação relativa à composição e à segurança na manipulação de alguns produtos contendo amoníaco e compostos de amónio (tais como adubos e produtos de limpeza amoniacais), por análise das especificações contidas nos rótulos das embalagens respectivas;
- planificar e realizar alguns testes laboratoriais em pequena escala ou em microescala com vista à identificação do amoníaco e de compostos de amónio;
- interpretar as reacções de identificação, nomeadamente a identificação de compostos de amónio por recurso à formação de amoníaco.

Nos testes a realizar deverão ser utilizadas pequenas porções (de preferência em microescala) das amostras a ensaiar e usar um tubo de ensaio para cada uma para evitar a contaminação.

Propõem-se quatro testes para cada uma das amostras sendo os resultados obtidos objecto de análise com vista à conclusão sobre a natureza da amostra ensaiada (ter ou não ter amoníaco ou compostos de amónio na sua composição).

**Teste A** - Este ensaio tem como intenção produzir cloreto de amónio (sólido) a partir do amoníaco e do cloreto de hidrogénio, em fase gasosa. Serve para identificar a presença do amoníaco ou, indirectamente, a do ião amónio, já que este na presença de bases fortes origina amoníaco:

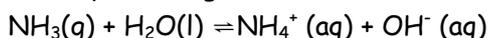
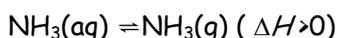


Aproximar da boca do tubo de ensaio com a amostra alcalinizada com uma base forte, uma vareta de vidro mergulhada em ácido clorídrico concentrado. Se a amostra tiver na sua composição amoníaco ou o catião amónio (\*), formar-se-ão fumos brancos de cloreto de amónio:



**Teste B** - Trata-se de um ensaio que comprova o carácter alcalino de uma solução, o que acontece se a amostra ensaiada contiver amoníaco ou o catião amónio, o qual origina amoníaco (\*).

Aproximar da boca do tubo de ensaio, contendo a amostra devidamente alcalinizada a fita de papel vermelho de tornesol previamente humedecida. Aquecer ligeiramente. A alteração da cor do indicador para azul indica a formação de amoníaco gasoso a partir da amostra, e o carácter alcalino da sua solução aquosa, segundo as equações:



**Teste C** - Este teste, realizado em solução aquosa, serve para identificar o amoníaco, por formação do composto aminado contendo iodo e mercúrio, utilizando o Reagente de Nessler (solução alcalina de tetraiodomercurato (II) de potássio). No caso de existir amoníaco

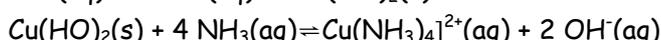
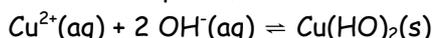
ou catião amónio transformado em amoníaco, formar-se-á um sólido de cor amarelo acastanhada, de cor mais intensa no caso de concentrações mais elevadas.

Aproximar da boca do tubo de ensaio, contendo a amostra, um pedaço de papel de filtro humedecido com algumas gotas de reagente de Nessler. O aparecimento da cor amarelo acastanhado indica a presença de amoníaco.

Outro processo alternativo é realizar o ensaio directo, adicionando três gotas de reagente de Nessler a 1 cm<sup>3</sup> da amostra a analisar (no caso de sólidos, dissolver previamente em água). A presença do amoníaco leva ao aparecimento de um precipitado de cor amarelo acastanhado, no caso de soluções diluídas, e vermelho acastanhado no caso de soluções concentradas.

**Teste D** - Este teste realizado em solução aquosa, permite identificar o amoníaco por formação de:

- um precipitado gelatinoso azul claro de hidróxido de cobre (II)
- um ião complexo, tetraaminacobre (II), de cor azul intensa, segundo as equações:



Adicionar a amostra em análise gota a gota à solução aquosa de sulfato de cobre diluída. No caso de haver amoníaco aparecerá, de início, uma mistura contendo um precipitado azul claro, Cu(OH)<sub>2</sub>, e continuando a adicionar a solução em análise, a mistura adquire uma cor azul intensa, devido à formação de Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>(aq).

**Na segunda parte**, pretende-se que os alunos possam concluir sobre a legitimidade dos testes anteriores para a identificação do amoníaco ou de compostos de amónio por comparação do comportamento de amostras padrão. Tais amostras deverão ser solução aquosa de amoníaco, sais de amónio e outras que não contenham nem amoníaco nem amónia.

O tipo de trabalho que se propõe permite que a actividade seja desenvolvida em grupos de dois alunos. Cada grupo deverá analisar duas amostras diferentes e duas amostras padrão. Quer umas quer outras amostras deverão ser distintas de grupo para grupo de modo a que a turma possa dispor de um conjunto de resultados alargado para discussão final.

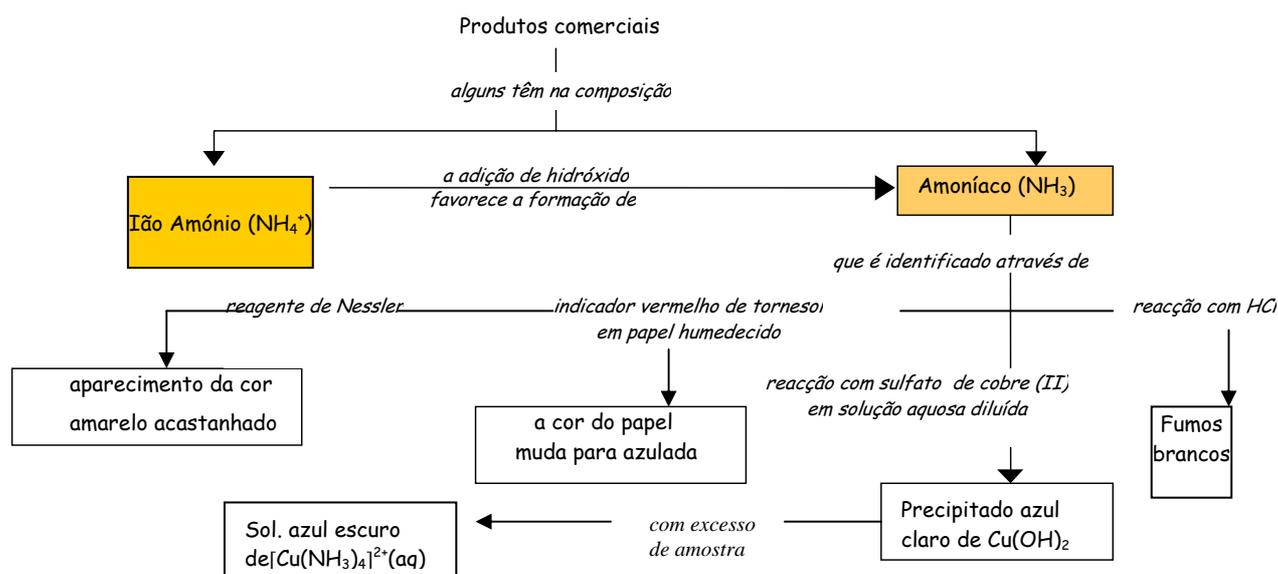
A tarefa proposta aos alunos poderá assumir a forma de um problema de análise química qualitativa:

1. Os produtos comerciais contêm ou não amoníaco e/ou compostos de amónio?
2. Por que se usam amostras padrão nos ensaios de análise química?

A organização dos resultados poderá ser feita num quadro global.

Materiais	Registo de observações			
	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D
Adubo comercial 1				
.....				
Produto de limpeza 1				
Produto de limpeza 2				
.....				
Amostra padrão A (com amoníaco ou amónia)				
Amostra padrão B (sem amoníaco ou amónia)				

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização da actividade laboratorial:



### Material, equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Garrafa de esguicho	Placas de microanálise(*)
Frascos conta-gotas (*)	Proveta de 10 mL
Funil	Suporte para tubos de ensaio
Microvaretas (de vidro, plástico ou madeira) (*)	Tubos de ensaio
Papel de filtro	Vareta de vidro
Pinça metálica de bicos	

(\*) - se a opção for a técnica de microanálise

### Reagentes

Base forte (por exemplo NaOH), solução diluída de sulfato de cobre (II) (o grau de diluição depende do teor em amoníaco das amostras), reagente de Nessler, amónia, diversos sais de amónio, papel vermelho de tornesol, adubos, limpa-vidros, produtos de limpeza amoniacais e outros materiais não amoniacais, sem agentes branqueadores.

### Sugestões para avaliação

Cada grupo deverá:

- Identificar os materiais que contêm compostos de amónio ou amoníaco;
- Apreciar, criticamente, a rotulagem usada nos produtos de uso doméstico no que respeita à segurança (manipulação e eliminação)
- Justificar a necessidade de usar vários testes laboratoriais conjugados para identificar a presença de amoníaco ou compostos de amónio, assim como a utilização de amostras-padrão.

### AL 2 - Síntese do sulfato de tetraaminacobre (II) mono-hidratado

2 aulas (incluindo AL 3)

*O que se pode fazer com amoníaco?*

O amoníaco é uma substância utilizada mundialmente em larga escala para a síntese de muitas outras, usadas como fertilizantes, monómeros para polímeros, produtos de limpeza, refrigeração (no estado líquido), explosivos e corantes. A actividade proposta é a síntese de um sal que é usado em estampanaria têxtil e como fungicida - o sulfato de tetraaminacobre (II) mono-hidratado.

### Objecto de ensino

- O amoníaco como matéria-prima
- Síntese de um sal usando como matéria-prima o amoníaco

### Objectivos de aprendizagem

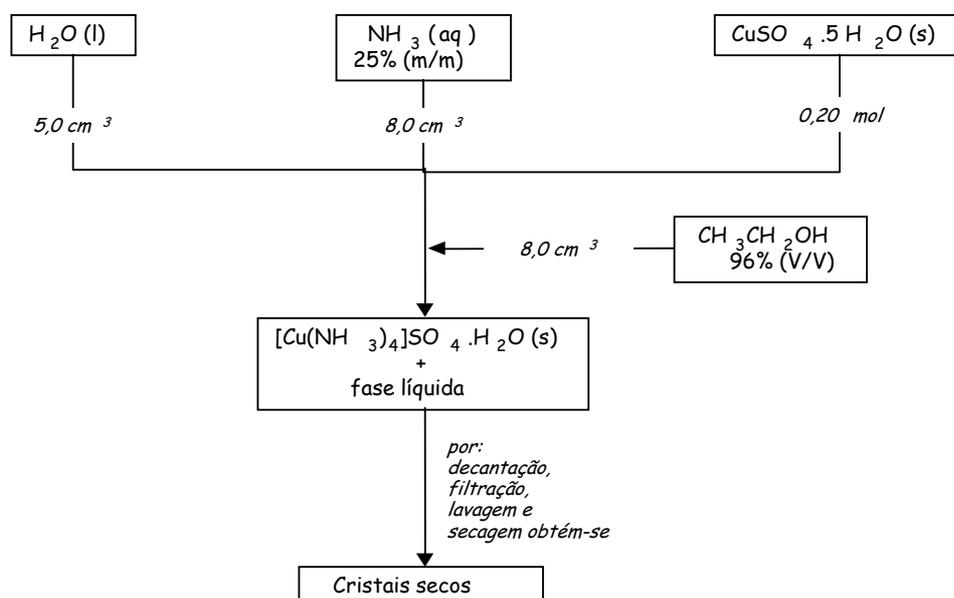
Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Realizar laboratorialmente a síntese do sulfato de tetraaminacobre (II) mono-hidratado
- Traduzir a reacção química da síntese por uma equação química
- Efectuar cálculos estequiométricos
- Calcular o rendimento da síntese

### Sugestões metodológicas

Esta actividade laboratorial poderá ser desenvolvida após a análise, por parte dos alunos, dos rótulos dos reagentes a usar, de forma a identificarem quais as medidas de segurança que terão de adoptar.

A reacção de síntese do sal sulfato de tetraaminacobre (II) mono-hidratado pode ser feita por cristalização lenta deste sal a partir de uma reacção de precipitação entre soluções aquosas de amoníaco e de sulfato de cobre penta-hidratado. Os cristais obtidos são finos (pouco espessos), mais compridos do que largos, de faces paralelepípedicas e de uma cor azul arroxeadada. O diagrama que se segue apresenta algumas etapas da síntese.



Tendo em consideração o diagrama sequencial e os objectivos do trabalho, o aluno deve planificar a execução técnica da síntese, indicar o material e o equipamento. Como complemento da actividade deverá tentar responder a questões pré-laboratoriais do tipo:

- "os cristais de sulfato de cobre (II) penta-hidratado devem ser reduzidos a pó". Apresente uma explicação para este procedimento.
- "os cristais obtidos por síntese são muito finos". Indique o tipo de filtração mais adequado.
- "sabe-se que os cristais obtidos se decompõem facilmente a temperaturas baixas". Sugira um processo de os secar sem correr o risco da sua decomposição.
- indique a operação que falta concretizar no diagrama com vista à obtenção do rendimento.

#### Notas:

1. Como a actividade deve ser interrompida para sedimentação e formação dos cristais, a fim de se poder dar tempo para a formação e crescimento dos mesmos, a actividade AL 3 deverá ser então realizada. A aula seguinte destinar-se-á a completar a actividade AL 2 e a realizar outras actividades consideradas pertinentes, algumas delas sugeridas na avaliação da actividade.
2. O nome da substância  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  poderá ainda escrever-se sulfato de tetraamónio cobre (II) mono-hidratado de acordo com proposta de elementos da comissão da IUPAC que traduz para a língua portuguesa as normas emanadas daquela União (tradução ainda não publicada), ou como ainda se encontra em muitas publicações, sulfato de tetraaminacobre (II) monohidratado, apesar de estar em desacordo com recomendações de especialistas de língua portuguesa.

#### Material, equipamento e reagentes

Material e Equipamento	Material e Equipamento
Almofariz com pilão	Papel de filtro
Balança semianalítica	Proveta de 10 mL
Copo de 100mL	Vareta de vidro
Equipamento para filtração por sucção	Vidro de relógio

#### Reagentes

Água destilada; álcool etílico a 96%; amónia a 25% (*m/m*); sulfato de cobre (II) penta-hidratado

#### Sugestões para avaliação

Os alunos poderão :

1. Verificar se as quantidades de reagentes utilizados estão nas proporções estequiométricas ou se há um reagente em excesso, identificando-o;
2. Calcular o rendimento da síntese efectuada;
3. Discutir, em plenário de turma, as respostas dadas às questões colocadas e comentar os valores obtidos.

### AL 3 - Efeitos da temperatura e da concentração na progressão global de uma reacção

*Como pode evoluir um sistema em equilíbrio quando se faz variar a temperatura ou a concentração?*

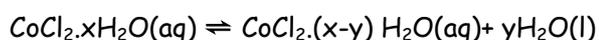
#### Objecto de ensino

- Efeitos da variação da temperatura e da concentração num equilíbrio homogéneo em fase líquida

#### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Utilizar correctamente as medidas gerais e pessoais de segurança
- Estudar o efeito da variação da temperatura e da concentração no equilíbrio homogéneo



#### Sugestões metodológicas

Nesta actividade pretende-se que os alunos estudem os efeitos da temperatura e da concentração no equilíbrio homogéneo  $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 \cdot (x-y)\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + y\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  em ambiente laboratorial. A reacção de equilíbrio, traduzida pela equação  $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 \cdot (x-y)\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + y\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , é endoenergética no sentido directo; a forma mais hidratada do cloreto de cobalto tem cor rosa avermelhada enquanto a forma menos hidratada tem cor azul. Provocando um aumento de temperatura por aquecimento do sistema reaccional, a reacção progride no sentido de absorção de energia, ou seja, no sentido directo, aumentando a concentração do composto de coloração azul. Por diminuição da temperatura, arrefecendo o sistema reaccional, a reacção progride no sentido inverso, evidenciando-se o composto de tonalidade rosa avermelhada.

#### Proposta de procedimento experimental

Depois de serem disponibilizadas informações aos alunos, tais como a equação química das reacções (directa e inversa) e a cor das substâncias envolvidas, os alunos deverão elaborar um plano de execução prática com vista a poder concluir qual é a reacção exoenergética e a reacção endoenergética. O professor deverá apreciar as propostas dos alunos, antes da execução, de modo a precaver eventuais perigos.

Embora possam existir propostas diferentes, apresenta-se a seguir um exemplo de reacção muito usada para processamento em microescala.

#### Efeito da variação da temperatura

- Preparar 10 cm<sup>3</sup> de uma solução aquosa saturada de cloreto de cobalto (II) hidratado, num copo, à temperatura ambiente
- Transferir um pouco da solução para um tubo de ensaio muito pequeno
- Colocar o tubo de ensaio, alternadamente, em banho de água a ferver e num banho de gelo
- apreciar a alteração na coloração do conteúdo do tubo de ensaio após a variação de temperatura provocada

**Efeito da variação da concentração**

1. Numerar as cavidades de uma placa de microanálise de 1 a 12. Transferir para cada uma das 10 das cavidades (deixando a 5 e a 9 vazias) 0,4 mL de solução azul;
2. Observar e registar, para cada um dos passos de 5 a 9, todas as alterações de cor;
3. Com uma pipeta de Pasteur adicionar 1 gota de água às cavidades 2, 3 e 4; 2 gotas de água às cavidades 6, 7 e 8 e três gotas de água às cavidades 10, 11 e 12 (a cavidade 1 conterá uma amostra de solução inicial, como controlo). Agitar, com cuidado, cada uma das cavidades com uma vareta pequena;
4. Adicionar HCl conc. às cavidades 3, 7 e 11;
5. Adicionar às cavidades 4, 8 e 12, pequenas quantidades iguais de cristais de cloreto de cobalto (II), hexahidratado,  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;
6. Agitar, com uma vareta pequena as cavidades 3, 7 e 11; lavar e secar a vareta antes de cada utilização;
7. Com uma vareta pequena agitar as cavidades 4, 8 e 12; lavar e secar a vareta antes de cada utilização;
8. Registrar o conjunto de tonalidades observadas nas cavidades de 1 a 12.

*Nota: As tonalidades devem ser registadas como: azul, azul rosado, cor-de-rosa azulado ou rosa. Variações, comparações ou tendências de cor devem também ser registadas.*

O registo das observações pode ser realizado em tabelas como as exemplificadas:

**Tabela 1 - Efeito da adição de água às soluções**

Número da amostra	1	2, 3, 4	6, 7, 8	10, 11, 12
Água adicionada	-	1 gota	2 gotas	3 gotas
Cor final				

**Tabela 2 - Efeito da adição de 1 gota de HCl conc. às soluções 3, 7 e 11**

Número da amostra	1	3	7	11
Água adicionada	-	1 gota	2 gotas	3 gotas
Cor inicial				
Cor antes da agitação	Sem adição de ácido			
Cor após agitação				

**Tabela 3 - Efeito da adição de  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  às soluções 4, 8 e 12**

Número da amostra	1	4	8	12
Água adicionada	-	1 gota	2 gotas	3 gotas
Cor inicial				
Cor antes da agitação	Sem adição de cloreto de cobalto			
Cor após agitação				

**Sugestões para avaliação**

Os alunos poderão responder às questões:

1. Como interpretar as alterações observadas na cor das soluções:

- 1.1. em relação ao efeito da diluição com água sobre a situação de equilíbrio?
  - 1.2. em relação ao efeito do aumento da concentração de iões cloreto sobre a situação de equilíbrio?
  - 1.3. em relação ao efeito do aumento da concentração de  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sobre a situação de equilíbrio?
2. Como interpretar as alterações de cor provocadas pela agitação da solução.

*Nota: no efeito da temperatura, a solução usada por um turno pode ser utilizada por outros alunos evitando-se, deste modo, o desperdício (reagente caro) e minimizando problemas ambientais resultantes da sua eliminação. No final das actividades, o cloreto de cobalto (II) deve ser recuperado por cristalização.*

### Material, equipamento e reagentes

Material e Equipamento	Material e Equipamento
Copo de 150 cm <sup>3</sup>	Pipeta de Pasteur
Copo de 250 cm <sup>3</sup>	Placa de aquecimento
Micro-espátula	Placa de microanálise
Microvaretas (palitos de madeira, plástico ou vidro)	Tubo de ensaio pequenos (70x10 mm)
Pipeta de Beran	

### Reagentes

Água destilada, cloreto de cobalto (II) hidratado ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), HCl conc. e gelo.

### Sugestões para avaliação

Os alunos poderão:

1. Discutir em grupo e interpretar as mudanças de cor observadas;
2. Justificar qual das reacções é a endoenergética e a exoenergética.

### Actividade Prática - Visita a uma instalação industrial (VE) - Facultativa (2 aulas)

Propõe-se a organização, realização e avaliação de uma visita de estudo a uma indústria da região onde a escola se situa, de preferência uma indústria química. Com efeito, a importância da indústria química a nível económico, social e ambiental é de tal modo acentuada que é fundamental que os alunos do ensino secundário possam contactar directamente, ainda que a nível exploratório, com um dos ambientes de possível actividade profissional futura.

A actividade a desenvolver com os alunos exige um trabalho de preparação que importa não descurar, de modo a evitar riscos e a rentabilizar o tempo dedicado à visita, bem como à reflexão posterior. Só deste modo será possível ultrapassar a "simples excursão" de reduzido interesse educacional.

### Objecto de ensino

- Indústria Química: matérias-primas e suas transformações, produtos industriais e subprodutos
- Impacte ambiental das actividades industriais
- Indústria Química e impacte sócio-económico na região e no país
- Laboração industrial e segurança

- Tratamento de resíduos
- Instalações industriais e laboração contínua
- Armazenamento e transporte de produtos

### Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permite aos alunos saber:

- Compreender as etapas principais do processo
- Observar uma unidade industrial em laboração
- Tomar consciência dos papéis dos diversos elementos da organização
- Identificar funções laborais e formações específicas
- Reconhecer a importância de normas que garantam saúde e segurança no trabalho
- Direcção para aspectos específicos dos seus planos curriculares.

### Sugestões metodológicas

A visita a uma instalação industrial necessita de um trabalho de preparação no qual os alunos deverão também ser envolvidos. A saída da escola para um ambiente totalmente novo e não isento de perigos deve ser cuidadosamente planificada (e previamente autorizada), mas pode ser extremamente enriquecedora para a formação dos alunos. Passar da representação esquemática ou descritiva dos livros para a observação directa de uma unidade industrial pode ser uma experiência única para muitos alunos. Dada a distribuição geográfica das indústrias portuguesas, em particular das indústrias químicas, não é possível estabelecer a visita a uma delas em particular. Sugere-se por isso que se explorem quais as acessíveis, e de entre estas as mais adequadas às finalidades da disciplina.

Os alunos deverão ser encorajados a envolverem-se em todos os passos, de modo a aumentar a sua co-responsabilidade no êxito da iniciativa.

Sugerem-se cinco etapas, escalonadas no tempo:

<b>Preparação e planificação</b>	1. Plano da visita: definir objectivos e preparar-se para os atingir
<b>Realização</b>	2. Experiência: realização da visita
<b>Actividades pós-visita</b>	3. Reflexão: reflectir sobre a experiência e registá-lo 4. Avaliação: analisar os registos e tirar conclusões 5. Registo: elaborar um relatório/apresentação/vídeo.

### 1-Preparação e planeamento

#### 1.1-Preparação do professor

- Solicitar autorização da direcção da escola para a deslocação
- Decidir sobre data e duração da visita
- Providenciar o transporte
- Requerer seguros para os alunos
- Solicitar autorização dos pais/encarregados de educação
- Certificar-se se há alunos que necessitem de cuidados especiais
- Fazer uma visita prévia (se possível) à empresa

#### 1.2- Informação à empresa

- Data e duração da visita
- Número, idade e nível de escolaridade dos alunos visitantes e número de professores acompanhantes

- Finalidades da visita
- Informações especiais pretendidas

### **1.3-Preparação dos alunos**

Com a preparação dos alunos pretende-se que os mesmos reconheçam os aspectos mais importantes aos quais devem prestar atenção durante a visita e disponibilizar-lhes os documentos necessários para aumentar a eficácia da experiência. Assim, será necessário:

- Preparar algumas questões sobre o processo de produção, incluindo aquelas que deverão ser colocadas em locais e situações especiais.
- Distribuir funções específicas aos alunos.
- Sugerir tipo de indumentária a usar.
- Alertar para as medidas de segurança da empresa que deverão ser cumpridas na totalidade.

### **1.4-Organização do questionário para orientação da visita**

- Localização da indústria
- Preparação das matérias-primas para entrada no processo
- Exploração do processo
- Identificação de produtos e co-produtos e exploração do tipo de usos
- Análise simplificada dos aspectos económicos do processo
- Investigação dos aspectos relativos à saúde e segurança
- Investigação de competências especiais dos técnicos
- Identificação de carreiras e funções técnicas
- Análise de contextos ambientais (tipo de resíduos e sua eliminação)
- Contacto com o processo de controlo de qualidade.

## **2- A visita**

Durante a visita os alunos deverão ser apresentados (pelo menos, em grupo) ao guia e participar, colocando perguntas e dando respostas quando solicitadas.

## **3-Actividades pós-visita**

- Preparação do relatório da visita
- Agradecimento, por escrito, à empresa e àqueles que tenham dado contribuições individuais
- Avaliação da visita por professores e alunos

## **Relatório dos alunos**

O relatório deverá conter:

- Descrição dos aspectos conduzidos tendo como referência os objectivos estabelecidos.
- Explicação dos aspectos positivos, das deficiências verificadas, possíveis causas e modo de as ultrapassar.

O envolvimento da turma em todas as etapas da visita motiva os alunos e reforça a sua responsabilidade no êxito da missão. A responsabilidade é um aspecto de dimensão verdadeiramente educativa, a qual é particularmente susceptível de ser desenvolvida em ambientes onde competências diversas são requeridas.

## Módulo 6 - Química

### Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

#### Introdução

Um nome bem mais apropriado para o planeta Terra poderia ser "planeta Oceano", já que as águas dos oceanos cobrem mais de setenta por cento da sua superfície e porque desempenham um papel primordial na sobrevivência de praticamente todas as espécies existentes. De facto, as águas dos oceanos são soluções aquosas de extraordinária importância pelas implicações directas nas condições actuais de vida no nosso planeta, e pelo potencial que encerram na continuidade dessa mesma vida, desde que saibamos respeitar os limites das suas imensas mas finitas capacidades. Assim, podemos considerar os oceanos como um gigantesco reservatório de dióxido de carbono atmosférico dissolvido, auxiliando a regular a temperatura da troposfera, como *habitats* para cerca de 250 000 espécies de animais e plantas marinhos, que são fontes de alimento para outros seres incluindo os humanos, como fontes de ferro, areia, fosfatos, magnésio, petróleo, gás natural e muitos outros valiosos recursos e ainda, por força do seu enorme volume e das suas imensas correntes, dissolvendo e diluindo muitos dos desperdícios de origem antropogénica que neles se despejam e enterram.

As águas dos oceanos participam nos principais ciclos biogeoquímicos e, ao evaporar-se, tomam parte num dos mais importantes desses ciclos - o da água. Este precioso líquido, pelo qual se confrontam os povos que sofrem a sua escassez, dizimador quando, em excesso, faz transbordar correntes, lixiviando os nutrientes dos solos e arrastando consigo pessoas e bens tem, porém, propriedades extraordinárias: solvente de muitos sólidos, líquidos e gases, promove concomitantemente com muitos fenómenos de dissolução a ocorrência de reacções químicas de importância crucial para a vida e para o ambiente:

- é ácida a chuva que cai sobre a superfície do planeta devido à dissolução do dióxido de carbono atmosférico na água e é ainda mais ácida se na atmosfera existirem outros gases de origem antropogénica. Quando estas soluções ácidas atingem a Terra, os seus efeitos nefastos fazem-se sentir de forma mais ou menos imediata: "dissolvem" mármore e materiais calcários, "atacam" estruturas metálicas por oxidação, baixam o pH de águas de lagos e rios, modificando as condições de vida das espécies que as habitam, destroem florestas por danificação de folhas e folículos...
- são alcalinas as águas dos oceanos, mantidas a um pH fixo pelo conjunto das espécies  $\text{CO}_2(\text{aq})$ ,  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$  e  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ . Parte do dióxido de carbono dissolvido é aproveitado na fotossíntese, iniciado na clorofila através de uma série intrincada de reacções de oxidação-redução e que culmina na produção de hidratos de carbono necessários para a produção de proteínas, gorduras e outras substâncias orgânicas; muitos daqueles iões são aproveitados por alguns seres marinhos para precipitar carbonato de cálcio e assim fabricarem as suas conchas e parte do esqueleto que, após a sua morte, originam os sedimentos no fundo do mar, dissolvendo-se lentamente e devolvendo à atmosfera o dióxido de carbono, num ciclo magistral.
- são ácidas as águas de superfície já que, em contacto com a atmosfera, dissolvem o dióxido de carbono e, ao atravessarem os solos onde a vegetação se decompõe, dissolvem igualmente os ácidos húmicos, provocando a "solubilização" de rochas calcárias que encontram no seu percurso encaminhando-as para zonas mais interiores da terra, e quando se atingem condições favoráveis da relação pressão total/pressão

parcial de dióxido de carbono, originam a precipitação de calcário sob a forma de estalactites e estalagmites.

E os seres que habitam o planeta Terra, a sua maioria constituída predominantemente por água, experimentam em si e nas interacções com o que os rodeia o mesmo tipo de reacções:

- a dissolução do oxigénio na água, que permite as trocas gasosas necessárias à respiração dos peixes e outros seres aquáticos;
- a dissolução de muitos sais na água, alguns deles indispensáveis ao crescimento das plantas;
- as trocas gasosas no sangue alcalino que nos corre nas veias, artérias e capilares;
- a desinfecção de águas de piscinas e de ETAs pelo cloro (ou compostos clorados) destruindo bactérias patogénicas causadoras de graves doenças, devido ao forte poder oxidante dessas substâncias.

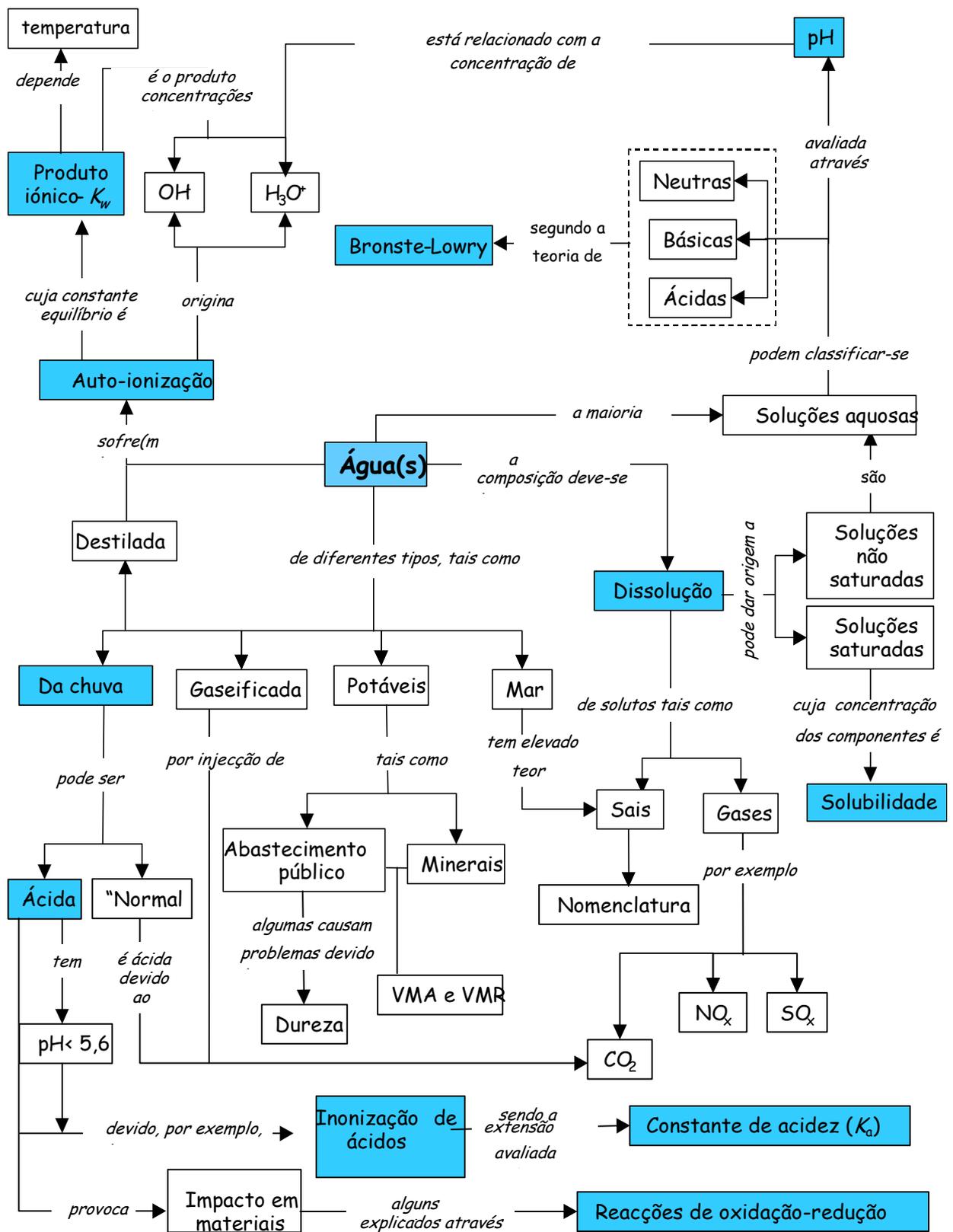
Estas são algumas das reacções que nos permitem afirmar que as soluções aquosas naturais são excelentes contextos para a abordagem e aprofundamento de muitos conceitos químicos importantes sejam eles de equilíbrio químico, ácido-base, solubilidade ou oxidação-redução.

Em todas estas áreas conceptuais têm sido identificadas muitas concepções alternativas nos alunos, largamente documentadas na literatura mas nem por isso facilmente ultrapassáveis. A utilização de contextos familiares permitirá a emergência de tais concepções alternativas, a consciencialização do aluno sobre o que pensa e porque o pensa e, posteriormente, ao professor a exploração de situações de conflito cognitivo para o aluno que promovam neste a desconstrução dessas concepções.

Mas a exploração destes contextos permitirá ainda que os alunos possam alcançar a dimensão da educação *pela* ciência já que ao compreenderem melhor o planeta estarão mais preparados para agir de forma a minimizar o impacte das actividades humanas (incluindo as industriais) no ambiente, atitude indispensável ao desenvolvimento sustentado e sustentável.

Das 30 aulas (10 semanas) previstas para o módulo 6, fez-se uma programação apenas para 27 aulas, sendo 9 aulas de índole prático-laboratorial, de modo a que o professor possa gerir as restantes de acordo com as necessidades dos alunos e eventuais condicionamentos.

Diagrama conceptual para "Da atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra"



## Objecto de ensino

### 3-Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

- A água na Terra e a sua distribuição: problemas de abundância e de escassez
- Os encontros mundiais sobre a água, com vista à resolução da escassez de água potável

#### 3.1-Água da chuva, água destilada e água pura

- Água da chuva, água destilada e água pura: composição química e pH
- Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais - AL1
- pH - uma medida de acidez, de basicidade e de neutralidade
- Concentração hidrogeniónica e o pH
- Escala Sorensen
- Ácidos e bases: evolução histórica dos conceitos
  - Ácidos e bases segundo a teoria protónica (Brønsted-Lowry)
- Água destilada e água "pura"
  - A água destilada no dia a dia
  - Auto-ionização da água
  - Aplicação da constante de equilíbrio à reacção de ionização da água: produto iónico da água a 25 °C ( $K_w$ )
  - Relação entre as concentrações do ião hidrogénio ( $H^+$ ) ou oxónio ( $H_3O^+$ ) e do ião hidróxido ( $OH^-$ )

#### 3.2. Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas

##### 3.2.1. Água potável: águas minerais e de abastecimento público

- Composições típicas e pH
- VMR e VMA de alguns componentes de águas potáveis

##### 3.2.2. Água gaseificada e água da chuva: acidificação artificial e natural provocada pelo dióxido de carbono

- Chuva "normal" e chuva ácida - AL2
- Ionização de ácidos em água
- Ionização ou dissociação de bases em água
- Reacção ácido-base
- Pares conjugados ácido-base: orgânicos e inorgânicos
- Espécies químicas anfotéricas
- Aplicação da constante de equilíbrio às reacções de ionização de ácidos e bases em água:  $K_a$  e  $K_b$  como indicadores da extensão da ionização
- Força relativa de ácidos e bases
- Efeito da temperatura na auto-ionização da água e no valor do pH
- Neutralização: uma reacção de ácido-base - AL3
- Volumetria de ácido-base
  - Ponto de equivalência e ponto final
  - Indicadores
- Dissociação de sais
- Ligação química
- Nomenclatura de sais

### 3.3. Chuva ácida

#### 3.3.1. Acidificação da chuva

- Como se forma
- Como se controla
- Como se corrige

#### 3.3.2. Impacto em alguns materiais

- Ácidos e carbonatos
- Ácidos e metais
- Reacções de oxidação-redução
  - Perspectiva histórica
  - Número de oxidação: espécie oxidada (reductor) e espécie reduzida (oxidante)
  - Oxidante e reductor: um conceito relativo
  - Pares conjugados de oxidação-redução
  - Reacção ácido-metal: a importância do metal
  - Série electroquímica: o caso dos metais - AL4
  - Protecção um metal usando um outro metal

### 3.4. Mineralização e desmineralização de águas

#### 3.4.1. A solubilidade e o controlo da mineralização das águas

- Composição química média da água do mar
- Mineralização das águas e dissolução de sais
- Solubilidade: solutos e solventes - AL5
- Solubilidade de sais em água: muito e pouco solúveis
- Dureza da água: origem e consequências a nível industrial e doméstico
- Dureza da água e problemas de lavagem - AL6
- Solução não saturada e saturada de sais em água
- Aplicação da constante de equilíbrio à solubilidade de sais pouco solúveis: constante do produto de solubilidade ( $K_s$ )

#### 3.4.2. A desmineralização da água do mar

- Dessalinização
- Correção da salinização

### Objectivos de aprendizagem

Este Módulo permite aos alunos saber:

### 3-Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

- Descrever as assimetrias da distribuição da água no planeta Terra
- Caracterizar os problemas da distribuição mundial da água no que respeita à sua escassez, à sua qualidade, aos aumentos de consumo e aos limites da capacidade da sua renovação
- Perspectivar o problema da água como um dos maiores problemas do futuro tendo em conta o aumento demográfico, a contaminação dos recursos hídricos, a alteração de hábitos e a assimetria da distribuição, conforme preocupações manifestadas em *Fóruns e Conferências Mundiais*

### 3.1. Água da chuva, água destilada e água pura (3 aulas + 1 AL)

- Caracterizar as composições químicas médias da chuva "normal", da água destilada e da água pura relacionando-as com os respectivos valores de pH
- Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra
- Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH
- Explicitar o significado de escala Sorensen quanto às condições de definição e aos limites da sua aplicação
- Explicitar marcos históricos importantes na interpretação de fenómenos de ácido-base
- Interpretar os conceitos de ácido e de base segundo a teoria protónica de Brønsted-Lowry
- Estabelecer a diferença entre água destilada e água "pura"
- Caracterizar o fenómeno da auto-ionização da água em termos da sua extensão e das espécies químicas envolvidas
- Discutir, para uma solução e qualquer que seja o valor do pH, a acidez e alcalinidade relativas (por exemplo: quanto mais ácida menos alcalina)
- Reconhecer que na água "pura" a concentração do ião hidrogénio é igual à concentração do ião hidróxido
- Estabelecer as relações existentes, qualitativas e quantitativas ( $K_w$ ), entre a concentração do ião hidrogénio e a concentração do ião hidróxido, resultantes da auto-ionização da água.

### 3.2. Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas (4 aulas + 4 AL)

#### 3.2.1. Água potável: águas minerais e de abastecimento público

- Explicitar o significado de água potável de acordo com a legislação em vigor
- Distinguir águas naturais de águas de abastecimento público
- Indicar parâmetros que permitem distinguir entre água potável e outras águas
- Identificar os valores paramétricos de alguns componentes de águas potáveis

#### 3.2.2. Água da chuva e água gaseificada: acidificação natural e artificial provocada pelo dióxido de carbono

- Interpretar qualitativamente a acidificação de uma água provocada pela dissolução do dióxido de carbono
- Explicitar o significado de ionização de um ácido discutindo a acidez natural da água da chuva e das águas gaseificadas Explicitar os significados de ionização (de um ácido e de algumas bases) e de dissociação (de um hidróxido e de um sal)
- Diferenciar reacção de ionização de "reacção" de dissociação
- Estabelecer a relação entre ácido e base conjugada ou entre base e ácido conjugado e, conjuntamente, explicitar o conceito de par conjugado de ácido-base
- Interpretar o significado de espécie química anfotérica e exemplificar
- Relacionar os valores das constantes de acidez ( $K_a$ ) de ácidos distintos com a extensão das respectivas ionizações
- Aplicar em casos concretos o conceito de ácido forte e base forte
- Comparar as constantes de acidez ( $K_a$ ) e de basicidade ( $K_b$ ) de um par ácido-base conjugado
- Relacionar, para um dado par conjugado ácido-base, o valor das constantes  $K_a$  e  $K_b$
- Explicitar o efeito da variação da temperatura na auto-ionização da água e, consequentemente, no valor do pH com base na Lei de Le Chatelier

- Interpretar a reacção entre um ácido e uma base em termos de troca protónica
- Interpretar uma reacção entre um ácido forte e uma base forte
- Associar o ponto de equivalência à situação em que a reacção química entre as duas soluções é completa e o ponto final de uma volumetria à situação em que se detecta experimentalmente uma variação brusca de uma propriedade física ou química da mistura reaccional
- Reconhecer a dificuldade da determinação operacional do ponto de equivalência de uma volumetria o que justifica o recurso à detecção do ponto final da volumetria
- Referir alguns processos de detecção do "ponto final": o aparecimento ou o desaparecimento de uma turvação, a mudança de coloração na solução ou a mudança de cor de uma substância intencionalmente adicionada designada por indicador
- Relacionar o ponto de equivalência de uma neutralização com a selecção do indicador
- Associar indicador de ácido-base a um par conjugado ácido-base, em que as formas ácida e básica são responsáveis por cores diferentes
- Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de pH em que se verifica a mudança de "cor ácida" para "cor alcalina" ou a situação inversa
- Conhecer critérios de selecção de um indicador e aplicá-los em casos concretos para uma volumetria
- Indicar alguns dos indicadores mais vulgarmente utilizados: a fenolftaleína, o azul de bromotimol e o alaranjado de metilo
- Interpretar a estrutura de sais em termos das ligações químicas neles existentes
- Explicitar o significado de ligação iónica distinguindo-a de ligação covalente
- Designar sais aplicando regras de nomenclatura
- Representar quimicamente sais a partir da sua designação.

## 2.3. Chuva ácida

### 2.3.1. Acidificação da chuva

(3 aulas)

- Distinguir chuva ácida de chuva "normal" quanto ao valor de pH, tendo como referência  $\text{pH} = 5,6$  (limite inferior e actual do pH da água da chuva "normal"), à temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$
- Relacionar o valor 5,6 do pH da água da chuva com o valor do pH mínimo devido à presença de dióxido de carbono na atmosfera
- Relacionar o valor inferior a 5,6 do pH da chuva ácida com a presença, na atmosfera, de poluentes ( $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  e outros)
- Explicitar algumas das principais consequências da chuva ácida nos ecossistemas e no património arquitectónico natural e edificado
- Reconhecer que os fenómenos de acidificação na atmosfera podem assumir as formas "húmida" (chuva, nevoeiro e neve) e "seca" (deposição de matéria particulada)
- Identificar a origem dos óxidos de enxofre e óxidos de azoto responsáveis pela acidificação da chuva
- Interpretar a formação de ácidos a partir de óxidos de enxofre e de azoto, na atmosfera, explicitando as correspondentes equações químicas
- Compreender algumas formas de minimizar a chuva ácida, a nível pessoal, social e industrial: combustíveis menos poluentes, energias alternativas, novos processos industriais, e utilização de conversores catalíticos

- Justificar a necessidade do estabelecimento de acordos internacionais para minorar os problemas ambientais e nomeadamente o problema da chuva ácida
- Relacionar o aumento de chuvas ácidas com a industrialização e alguns hábitos de consumo das sociedades tecnológicas
- Interpretar a adição de cal aos solos como forma de minorar a sua acidez
- Justificar a importância do conhecimento químico na resolução de problemas ambientais

### **3.3.2. Impacto em alguns materiais** (4 aulas + 1 AL)

- Caracterizar o impacto dos ácidos sobre os carbonatos como uma reacção ácido-base onde um dos produtos é o dióxido de carbono
- Caracterizar o impacto dos ácidos sobre alguns metais como uma reacção de oxidação-redução onde um dos produtos é o hidrogénio gasoso
- Relacionar o impacto dos ácidos sobre os carbonatos e os metais com a deterioração do património natural e/ou edificado
- Situar, cronologicamente, a evolução conceptual do termo oxidação
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução em termos de transferência de electrões
- Atribuir estados de oxidação dos elementos, em substâncias simples e compostas, a partir do número de oxidação
- Enumerar alguns elementos que podem apresentar diferentes estados de oxidação: Fe, Cu, Mn, Sn, Cr e Hg e conhecer a nomenclatura química associada
- Associar os elementos Fe, Cu, Mn, Sn, Cr e Hg com a sua posição na Tabela Periódica (elementos de transição)
- Associar o número de oxidação de um elemento constituinte de um ião monoatómico ao valor da carga eléctrica deste último
- Associar o número de oxidação 0 (zero) aos elementos quando constituintes de substâncias elementares e diferente de zero quando constituinte de substâncias compostas
- Reconhecer que a oxidação envolve cedência de electrões e que a redução envolve ganho de electrões
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução como um processo de ocorrência simultânea de uma oxidação e de uma redução, cada uma correspondendo a uma semi-reacção
- Identificar, numa reacção de oxidação-redução, os pares conjugados de oxidação-redução
- Reconhecer que existem espécies químicas que podem comportar-se como espécie oxidada ou espécie reduzida consoante a outra espécie química com que reage
- Associar a ocorrência de uma reacção ácido-metal à possibilidade do metal se oxidar com redução simultânea do ião hidrogénio.

### **3.4. Mineralização e desmineralização de águas** (4 aulas + 3 AL)

#### **3.4.1. A solubilidade e o controlo da mineralização das águas**

- Identificar as espécies químicas mais comuns na água do mar, relacionando-as com a sua composição média
- Relacionar a existência de determinadas espécies químicas numa água com a dissolução de sais e do dióxido de carbono da atmosfera

- Relacionar a concentração de soluções saturadas e não saturadas numa determinada substância com a solubilidade respectiva, a uma determinada temperatura e pressão
- Diferenciar sais pelo valor da solubilidade em água (muito, pouco e medianamente solúveis)
- Caracterizar o fenómeno da dissolução como o resultado de uma interacção soluto-solvente
- Apresentar razões que justificam a não existência de um solvente universal e a existência de limite da dissolução de qualquer soluto, em soluções reais
- Identificar fenómenos do quotidiano como dissoluções
- Explicitar formas de controlar o tempo de dissolução (estado de divisão e agitação) mantendo a temperatura e a pressão constantes
- Compreender que numa solução saturada de um sal na presença deste no estado sólido, o equilíbrio é dinâmico (há trocas recíprocas entre iões da rede e da solução)
- Explicitar o significado da constante de produto de solubilidade  $K_s$
- Compreender as razões pelas quais a presença de algumas espécies químicas em solução pode alterar a dissolução de outras substâncias
- Associar dureza total de uma água à presença predominante dos catiões cálcio e magnésio
- Interpretar a origem da dureza de uma água em casos particulares: tipo dos solos e adição de compostos de cálcio nas Estações de Tratamento de Águas (ETAs)
- Perspectivar consequências da dureza de uma água a nível doméstico (alimentação, higiene, limpeza e electrodomésticos que utilizam essa água) e a nível industrial
- Referir processos de uso domésticos de minimizar a dureza das águas (aditivos anti-calcário e resinas de troca iónica)
- Relacionar a dureza de uma água com a eficiência da lavagem com sabão
- Interpretar o efeito do dióxido de carbono na mineralização de uma água
- Interpretar a precipitação selectiva de sais a partir de uma solução aquosa, por evaporação do solvente (caso das salinas)
- Interpretar a formação de estalactites e estalagmites em grutas calcárias
- Apresentar razões para a facilidade da ocorrência da poluição das águas e a dificuldade de despoluição das mesmas em termos da solubilidade

#### **3.4.2. A desmineralização da água do mar**

- Associar as diferentes técnicas de destilação, de evaporação-condensação, osmose inversa e de membranas de ultrafiltração a processos de dessalinização das águas, em particular da água do mar
- Interpretar a necessidade de corrigir o resultado da dessalinização de uma água para a adequar aos VMR estabelecidos para uma água potável
- Reconhecer a dessalinização como um dos meios possíveis para obter água potável em situações onde ela não existe como recurso.

## Actividades práticas de sala de aula

Sem prejuízo para qualquer outra actividade que os professores entendam realizar, pela sua riqueza, variedade e oportunidade, propõe-se as seguintes actividades, as quais poderão ser realizadas na totalidade ou apenas parcialmente:

1. Pesquisa de informação em várias fontes sobre as conclusões dos diversos "Fóruns" mundiais da Água, Conferência de Paris, dos conteúdos da Directiva-Quadro europeia sobre a qualidade da água e da Lei Portuguesa sobre a Água
2. Pesquisa dos diferentes tipos de água que se podem utilizar em laboratório, relacionando-as com o tipo de análise a que estão destinadas e com os custos da sua utilização
3. Análise da composição de diversas águas de mesa e sua comparação quanto à salinidade total, acidez, dureza e componentes específicos (determinados iões, espécies químicas anfotéricas, pares conjugados de ácido-base) e relacionamento da concentração de cada espécie com a respectiva solubilidade
4. Pesquisa sobre tratamento de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público) - <http://www.inag.pt/>
5. Pesquisa documental sobre a evolução da chuva ácida em Portugal.

## Endereços d@ Internet (activos em Maio 2005)

<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/chem/factory/index.htm>

(Fábrica de amoníaco- interactivo)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>

(A natureza dos ácidos e das bases)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>

(Aplicações biológicas do pH)

[http://www.pafko.com/history//h\\_intro.html](http://www.pafko.com/history//h_intro.html)

(História da Engenharia Química)

<http://www.ec.gc.ca/acidrain/acidfact.html>

(Chuva ácida)

<http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/index.html>

(muito completo- dados da chuva ácida)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/index.html>

(Ácido-base)

<http://www.fabrics.net/deterg.htm>

(Detergentes versus sabão)

<http://www.inag.pt>

(Dados sobre as águas de Portugal (muito completo))

<http://sdahq.org/house/fact/houseclean5.html>

(Produtos de limpeza de uso doméstico)

<http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/174tempres.html>

(Solubilidade)

## Actividades prático-laboratoriais

### AL 1 - Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais 1 aula

*Será que o pH de uma água varia com a temperatura?*

A classificação de águas e de outras soluções aquosas em ácidas, neutras ou alcalinas requer processos de avaliação qualitativa e quantitativa com recurso a indicadores (em solução ou impregnado em papel), ao medidor de pH electrónico, previamente calibrado, ou a outros sensores.

#### Objecto de ensino

- Avaliação qualitativa (usando indicadores em solução ou em papel) ou quantitativa (usando medidores electrónicos de pH e outros sensores) de acidez, de basicidade e de neutralidade de soluções aquosas
- Apreciação do efeito da temperatura no pH de uma solução

#### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Classificar uma solução aquosa como ácida, neutra ou alcalina a partir da medição do pH ou do uso de indicadores
- Comparar vantagens e desvantagens de diferentes processos de avaliação da acidez/alcalinidade de uma solução aquosa
- Verificar a variação do valor do pH provocado pela alteração da temperatura
- Interpretar a variação do valor do pH provocado pela alteração da temperatura com base na auto-ionização da água e na Lei de Le Châtelier
- Relacionar a natureza ácida ou básica da água analisada com características geológicas da região de captação
- Aplicar a metodologia de resolução de problemas por via experimental

#### Sugestões metodológicas

O tipo de trabalho que se propõe permite que esta actividade seja desenvolvida em grupos de dois alunos.

Cada grupo deverá analisar uma amostra diferente das dos restantes grupos devendo todos os resultados da turma (turno) serem registados num quadro comum. Deste modo poderão os alunos apreciar o que é comum a todas as amostras (variação do pH com a temperatura) e aquilo que é diferente de caso para caso.

As amostras de água a usar devem ser diversificadas, colhidas na origem (mares, rios, lagos e aquários e fontes) ou engarrafadas (de nascente e minerais), e de marcas diferentes. Para efeito de rentabilização do tempo de execução da tarefa e de modo a permitir que todos os grupos possam utilizar os tipos de equipamento, os grupos de alunos deverão usá-los rotativamente.

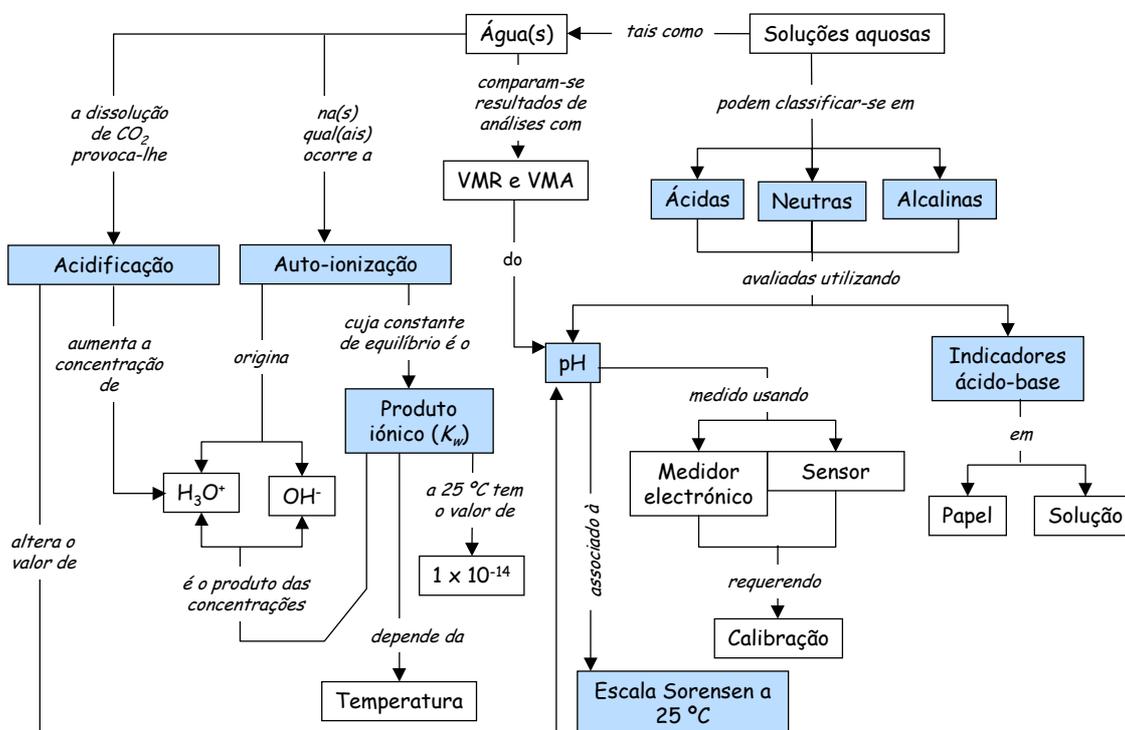
A organização dos resultados poderá ser feita na forma de um quadro semelhante ao que se segue:

	Cor das soluções com os indicadores <sup>19</sup>			pH da solução a ... °C		pH da solução, a diferentes temperaturas, usando medidor ou sensor			Classificação da solução
	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Medidor electrónico	Sensor	5°C	20 °C	40 °C	
Água destilada 1									
Água destilada 2									
Água da torneira									
Água de aquário									
Água de mesa 1									
Água de mesa 2									
Água de mesa 3									
Água de mesa 4									
Outra(s)									

No final da actividade podem pôr-se algumas questões aos alunos para discussão e/ou avaliação, em particular:

- Em que situações tem vantagens a medição do pH com medidor ou sensor em relação à utilização de indicadores?
- Qual é a água de consumo, entre as analisadas, a mais adequada para uma pessoa que tem problemas de excesso de acidez no estômago?
- Qual a diferença nas características ácido e base das diferentes amostras ensaiadas à temperatura ambiente e à temperatura de 60 °C?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial.



<sup>19</sup> A seleccionar de entre os disponíveis no laboratório, preferencialmente aqueles que os alunos não tenham utilizado em anos anteriores.

### Material equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Copos para o uso de medidores de pH e de sensores	Varetas de vidro
Esguicho	Termómetros de -10 °C a 110 °C
Frascos de recolha de águas diversas	Medidor de pH de bancada com eléctrodo combinado
Placa de aquecimento com agitador magnético	Sensor de pH
Suporte para tubos de ensaio	Frigorífico
Tubos de ensaio	

### Reagentes

- ✓ Indicadores em solução: alaranjado de metilo, vermelho de metilo, azul de bromofenol, tornesol, fenolftaleína, indigo carmim, entre outros.
- ✓ Indicador em papel: universal (de escala larga e estreita).
- ✓ Tipos de água diferentes: destilada\*, chuva, abastecimento público, fontes, furos artesianos, mesa (de nascente e mineral), gaseificada, mar, carbonatada e outras soluções aquosas.
- ✓ Soluções-tampão para calibração do medidor de pH electrónico e de sensores.

\*A água destilada 1, após a sua obtenção, deverá ser colocada imediatamente em recipiente fechado para se evitar o contacto com o dióxido de carbono; a outra amostra (água destilada 2) deverá ser deixada em contacto com a atmosfera durante uma semana.

### Sugestões para avaliação

Cada grupo deverá:

- Colaborar na organização do quadro comum de registo dos dados obtidos.
- Responder às questões formuladas anteriormente.

AL 2 - Chuva "normal" e chuva ácida

2 aulas

*Porque é que a chuva pode ter diferente acidez?*

*Os efeitos provocados em diferentes águas pelas chuvas ácidas serão sempre os mesmos?*

### Objecto de ensino

- Acidificação natural e artificial de águas provocada pelo dióxido de carbono e óxidos de enxofre
- Efeitos das chuvas ácidas em materiais
- Força relativa de ácidos e concentração das soluções respectivas

## Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material, de reagentes e de equipamento
- Interpretar, qualitativamente, a acidificação de uma água, ou de uma solução aquosa, provocada pela reacção do dióxido de carbono
- Interpretar a formação de chuvas ácidas a partir da reacção com óxidos de enxofre, explicitando as correspondentes equações químicas
- Inferir que águas em contacto com óxidos de azoto e de enxofre podem originar soluções com pH inferior a 5,6 (temperatura de 25 °C e pressão de uma atmosfera)
- Interpretar o efeito de quantidades iguais de ácidos fortes e fracos num mesmo meio
- Distinguir, operacionalmente, um ácido forte de um fraco conhecidas as concentrações iniciais em ácido
- Interpretar a diminuição do pH de um meio aquático por adição de uma solução de ácido e relacionar essa variação com a composição do meio
- Prever a força relativa de um ácido monoprótico a partir do valor de  $K_a$
- Aplicar a metodologia de resolução de problemas por via experimental

## Sugestões metodológicas

Para responder às questões colocadas os alunos deverão conduzir duas actividades que devem ser interligadas.

Em ambas sugere-se a metodologia de resolução de problemas por via experimental (investigativa).

**Na primeira parte**, pretende-se que os alunos verifiquem a variação do pH quando se faz borbulhar dióxido de carbono numa água em intervalos de tempos sucessivos

*Será que a dissolução do dióxido de carbono na água altera o seu pH?  
Porque é que a água da chuva tem pH menor do que 7?*

### Sugestão:

Metade dos alunos de um turno deverá investigar os efeitos da dissolução do dióxido de carbono em água, enquanto a outra metade deverá investigar os efeitos da dissolução do dióxido de enxofre.

Para obtenção rápida dos efeitos da dissolução de  $CO_2$  em água destilada (em recipiente fechado) basta produzir este gás por reacção entre ácido clorídrico e carbonato de cálcio num balão de tubuladura lateral. A fim de borbulhar o gás produzido, ligar um tubo à saída lateral para dentro de uma amostra de água destilada com algumas gotas de indicador universal e um eléctrodo de pH imerso. Outro processo é usar uma pipeta para injectar ar expirado (com  $CO_2$ ) para dentro da água.

A obtenção do dióxido de enxofre poderá ser feita a partir da reacção de sulfito de sódio com ácido sulfúrico  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , num balão com tubuladura lateral.

		Tempo de contacto do $CO_2/s$ (ou $SO_2/s$ )								
		30	60	90	120	150	180	210	240	.....
pH										

Numa segunda parte pretende-se que os alunos dêem resposta às seguintes questões:

*Qual será o efeito da chuva ácida em águas com diferentes composições?*

*Como investigar se um ácido é forte ou fraco conhecendo as concentrações iniciais em ácido?*

Sugere-se que se ensaiem dois ácidos (um forte e outro fraco).

Com a finalidade de responder à questão-problema equacionada sugere-se uma discussão, em pequeno grupo, com enfoque:

- no controlo de variáveis tais como:
  - tipos de águas a analisar (destilada, mar, rios, ...). Se não houver acesso à água do mar pode ser substituída por soro fisiológico;
  - volume de amostra de água;
  - concentração de ácido a adicionar a cada amostra;
  - volumes de ácido a adicionar a cada amostra.
- no procedimento a adoptar e/ou representação esquemática da montagem experimental;
- no registo e apresentação de resultados (uma tabela para cada um dos ácidos 1 e 2) e/ou representação gráfica do pH de cada tipo de água em função do volume de ácido 1 ou 2 adicionado;
- nas principais conclusões.

Água(s)	pH da solução após a adição do ácido 1							
	Volume total de ácido adicionado/cm <sup>3</sup>							
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	....
Destilada								
Torneira								
Rio/lago/lagoa								
Mar								

Repetir a tabela apresentada para a adição do **ácido 2**.

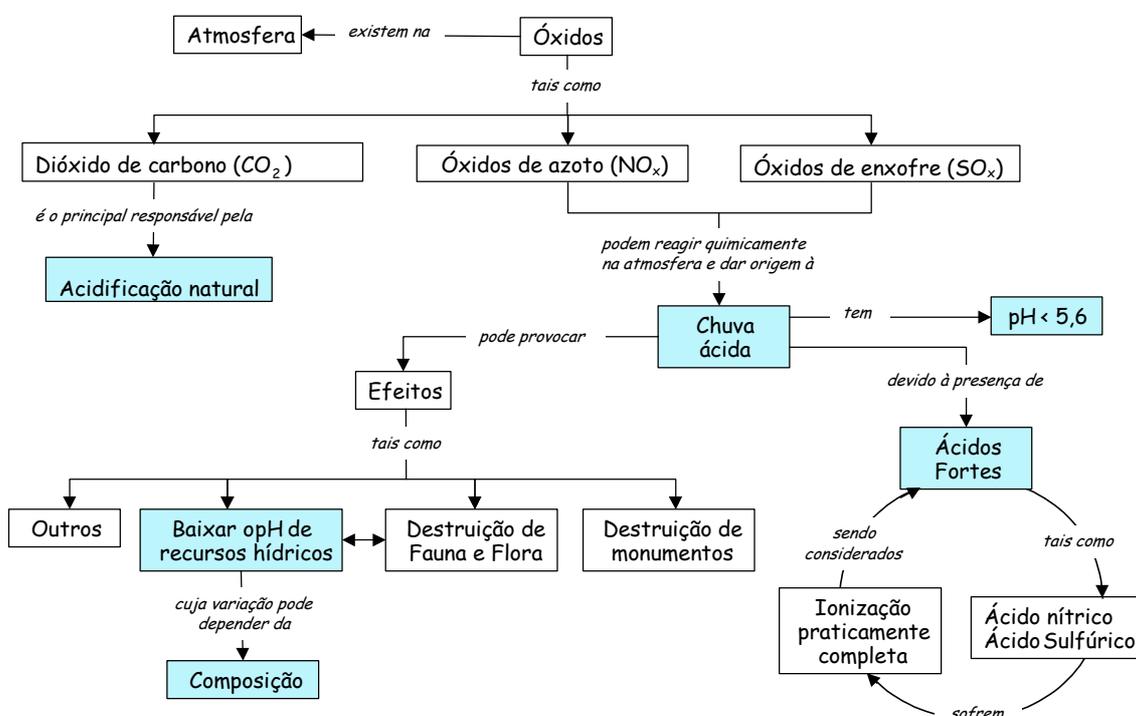
NOTA: Para responder à questão formulada utilizar, por exemplo, o ácido clorídrico ou nítrico, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> e como ácido fraco o ácido acético com a mesma concentração.

No final ou durante a realização das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão e/ou avaliação, em particular:

- O que acontece à água destilada se estiver em atmosfera aberta?
- Em que condições terá a água destilada pH=7?
- A que ácido(s) poderá(ão) corresponder o ácido identificado como forte (consultar tabelas de  $K_a$ )?

- Por que se podem consumir refrigerantes que contêm na sua composição ácidos fortes? Por que é que uma solução de um ácido fraco pode provocar queimaduras?
- Onde existe maior quantidade de iões  $H_3O^+$  em  $50,0\text{ cm}^3$  de solução do ácido forte ou em  $70,0\text{ cm}^3$  do ácido fraco?
- Quais as equações químicas que traduzem a formação de chuvas ácidas e a acção destruidora das mesmas em monumentos calcários e metais, tais como o magnésio?
- Porque é que as chuvas ácidas têm pH menor do que 5,6?
- Porque é que as águas dos diversos oceanos têm, aproximadamente, o mesmo valor de pH?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial:



### Material, equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Balão de tubuladura lateral com rolha (*)	Pipeta graduada de 5 ou 10 mL
Borracha de ligação(*)	Pipeta volumétrica de 50,0 mL
Buretas de 25 mL ou 50 mL	Placa com agitação magnética com barra
Copos de 150 mL de forma alta	Pompete
Copos de 50 mL	Sensor de pH
Cronómetro	Tubo de vidro para ligação (*)
Esguicho	Varetas de vidro
Medidor de pH de bancada	

(\*) se houver lugar à preparação de dióxido de carbono e dióxido de enxofre

### Reagentes

- ✓ Solução em HCl 1 ou 2 mol/dm<sup>3</sup>; solução 0,1 mol/dm<sup>3</sup> de um ácido forte (ácido clorídrico ou nítrico) e de um ácido fraco (ácido acético).
- ✓ Carbonato de cálcio (ou calcário) em pó ou em pedra e magnésio em fita.
- ✓ Indicador universal.
- ✓ Sulfito de sódio e ácido sulfúrico 2,0 mol dm<sup>-3</sup>.
- ✓ Água destilada, água do mar (ou soro fisiológico), água de rio/lago/lagoa e água da torneira.

### Sugestões para avaliação

Cada grupo deverá:

- Apresentar o projecto para a resolução do problema colocado;
- Organizar as tabelas/quadros de registo dos dados obtidos e fazer a representação gráfica;
- Responder às questões formuladas anteriormente.

## AL 3 – Neutralização: uma reacção de ácido-base

2 aulas

*Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola?*

*Como identificar se os resíduos são de uma ácido/base forte?*

*Como determinar a concentração inicial em ácido?*

### Objecto de ensino

- Neutralização: reacções ácido-base
- Indicadores ácido-base
- Titulação
- Curvas de titulação de ácido forte - base forte

### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, equipamento, ácidos e bases
- Conhecer processos para neutralizar resíduos de ácidos/bases
- Realizar tecnicamente uma titulação
- Seleccionar indicadores adequados à titulação entre um ácido forte e uma base forte de acordo com a zona de viragem do indicador e a variação brusca do pH na curva de titulação
- Determinar graficamente o ponto de equivalência e compará-lo com o valor teoricamente previsto
- Identificar um ácido forte através da curva de titulação obtida usando uma base forte como titulante
- Determinar a concentração do titulado a partir dos resultados, nomeadamente os extrapolados da curva de titulação

## Sugestões metodológicas

A discussão e reflexão acerca das questões-problema: "Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola?", "Como identificar se os resíduos são de uma ácido/base forte?" e "Como determinar a concentração inicial em ácido?" equacionadas poderá ser feita em actividade pré-laboratorial em sala de aula permitindo, assim, preparar e rentabilizar o tempo necessário à execução técnica no laboratório com vista à obtenção de dados, e posterior tratamento e conclusões. Convém referir que, sendo esta a primeira e única abordagem às volumetrias, não se deverá exigir aos alunos a excelência no domínio da técnica, já que voltarão a ter possibilidade de desenvolver a propósito de outras titulações. O professor poderá demonstrar a montagem e procedimento técnico aproveitando para questionar os alunos:

- Que cuidados de segurança a ter na realização da experiência, nomeadamente na manipulação de ácidos e bases?
- Usando uma pequena amostra é possível responder às questões-problema?
- Porque é que a concentração do titulante (hidróxido de sódio) tem de ser rigorosamente conhecida e não deve ser preparada no laboratório da escola a partir do sólido?
- Como apresentar os resultados obtidos?
- Como calcular a concentração inicial em ácido?

A tabela que se segue é um exemplo possível de apresentação dos resultados.

Volume de titulante / cm <sup>3</sup>	pH
1	
2	
.....	

No início da aula laboratorial fornecer a cada grupo de alunos uma amostra de um ácido forte (se possível um resíduo) para realizarem a titulação. Poderão ser usados, em simultâneo, indicador e o sistema de aquisição e tratamento de dados que permite a construção da curva de titulação em tempo real ou o medidor electrónico de pH. Os alunos podem observar que a mudança de cor se opera durante a variação brusca do valor de pH, típica da titulação ácido forte - base forte.

Apresenta-se, em seguida, um procedimento possível:

### Procedimento para a titulação

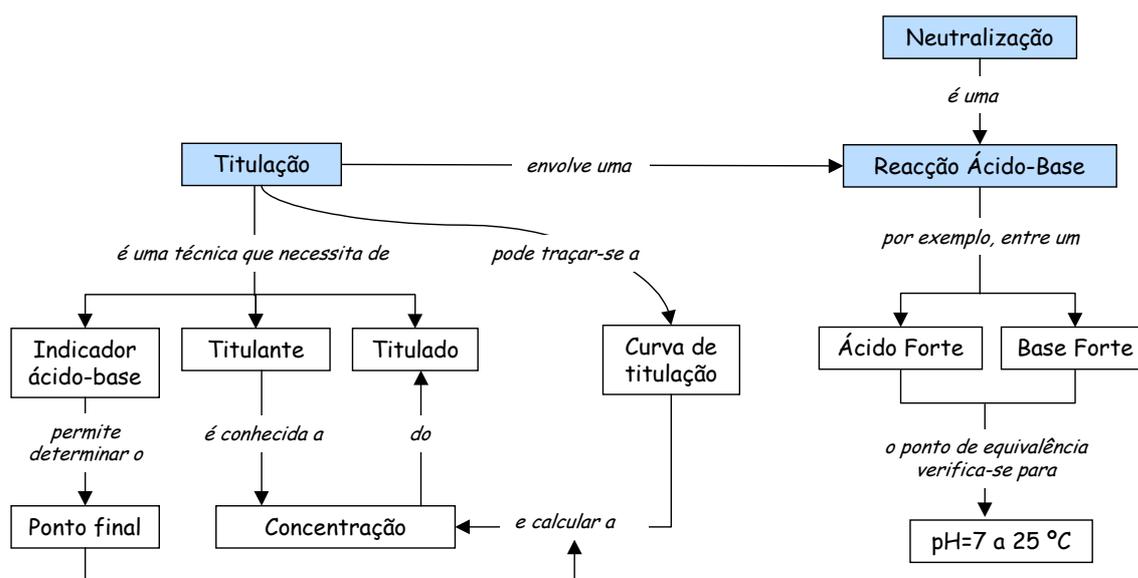
1. Medir rigorosamente com uma pipeta 3 tomas de 20 cm<sup>3</sup> para cada um dos três balões de erlenmeyer
2. Adicionar 3 gotas do indicador a cada balão
3. Encher a bureta, depois de devidamente preparada, com solução padrão de NaOH de concentração rigorosa
4. Registrar o volume inicial de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
5. Proceder à adição cuidadosa de titulante até ocorrer a viragem de cor do indicador, que permaneça por agitação durante 30 s
6. Registrar o volume final de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
7. Repetir o ensaio até obtenção de três volumes concordantes ( $\Delta V \leq 0,10 \text{ cm}^3$ )
8. Lavar de imediato e abundantemente a bureta com água da torneira (NaOH (aq) "ataca" o vidro)

9. Calcular a concentração da solução de ácido.

### Procedimento para o traçado da curva de titulação

1. Medir rigorosamente com pipeta 1 toma de 20 cm<sup>3</sup> para um balão de erlenmeyer
2. Encher a bureta depois de devidamente preparada, com solução padrão de NaOH de concentração rigorosa
3. Registrar o volume inicial de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
4. Proceder à adição cuidadosa de pequenos incrementos de volume de titulante, registando o valor de pH após cada adição com agitação
5. Lavar de imediato e abundantemente a bureta com água da torneira (NaOH (aq) "ataca" o vidro)
6. Traçar a curva de titulação em papel milimétrico
7. Determinar graficamente o pH no ponto de equivalência e o volume de titulante usado
8. Comparar com o valor teórico previsto
9. Justificar o uso do indicador por confronto da sua zona de viragem com a zona de variação brusca de pH
10. Calcular a concentração da solução de ácido - problema

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial.



### Material, equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Balão erlenmeyer	Pipeta volumétrica de 20 mL
Barra magnética para agitação (facultativo)	Placa com agitação magnética (facultativo)
Bureta de 50 mL	Pompete ou pipetador automático
Esguicho	Suporte Universal
Funil para buretas	Sensor de pH ou medidor electrónico de pH com eléctrodo combinado
Garra para bureta	

### Reagentes

- ✓ Solução de ácido forte (por exemplo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$  ou resíduo ácido do Laboratório de Química.
- ✓ Solução de base forte (por exemplo  $\text{NaOH}$ )  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- ✓ solução alcoólica de fenolftaleína e/ou indicador vermelho de metilo.

### Sugestões para avaliação

Cada aluno deverá:

- Traçar a curva de titulação
- Responder às questões formuladas anteriormente

### AL 4 Série electroquímica: o caso dos metais

1 aula

*Porque é que nem todos os metais devem ser utilizados como recipientes?*

*Que metais se devem usar nas canalizações?*

*Por que se protegem os cascos metálicos dos navios com zinco?*

### Objecto de ensino

- Série electroquímica qualitativa
- Protecção de metais por metais

### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade em causa
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes às diferentes situações laboratoriais
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Organizar uma série electroquímica
- Seleccionar um metal a usar como protecção de outro

### Sugestões metodológicas

Com esta actividade pretende-se que os alunos ordenem os metais magnésio, alumínio, zinco e cobre de acordo com o seu poder redutor. Para isso promove-se o contacto entre cada um dos metais e soluções aquosas de sais contendo os catiões dos outros metais.

Uma possível organização dos ensaios a realizar poderá ser conduzida de acordo com a seguinte tabela:

Iões (aq) \ Metais	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
Mg	-----			
Al		-----		
Zn			-----	
Cu				-----

Os alunos deverão planificar os ensaios a realizar, conjugando os pares: metal - solução. No total, cada grupo, deverá realizar 12 ensaios.

**Soluções a utilizar:** nitratos dos metais referidos, de concentração 0,1 mol dm<sup>-3</sup>, a preparar com antecedência.

Os ensaios deverão ser realizados em placas de micro-escala (ou pequenos tubos de ensaio em suporte com orifícios numerados), de modo a que em cada linha se coloque o mesmo metal e em cada coluna se adicione a mesma solução (de acordo com a tabela).

Todos os ensaios deverão ser realizados em condições controladas de volume e temperatura das soluções e para o mesmo metal usar dimensões idênticas (por exemplo magnésio em fita e cobre em fio).

As reacções (se as houver) ocorrerão à temperatura ambiente, embora a modificação do sistema seja visível mais rapidamente nuns casos do que noutros. Por isso é conveniente deixar os metais em contacto com as soluções durante toda a aula.

#### Sugestões para avaliação

1. Organizar o quadro de registo das observações efectuadas.
2. Interpretar em que situações ocorreram reacção e escrever a respectiva equação química.
3. Organizar a série electroquímica dos metais testados segundo o número de reacções em que cada metal esteve envolvido.
4. Com base nesta actividade, responder às seguintes questões:
  - 4.1 Qual dos metais usados poderia ser utilizado como contentor de qualquer das soluções usadas?
  - 4.2 Qual das soluções dos sais poderá ser guardada em recipientes de qualquer destes metais?
5. Responder às questões iniciais com base nos resultados obtidos.

#### AL 5 - Solubilidade: solutos e solventes

2 aulas

*Será que uma substância bastante solúvel em água pode ser menos solúvel noutro solvente?*

*O que acontece à solubilidade em água de uma substância quando se varia a temperatura?*

Apesar da água ser um bom solvente não é um solvente universal nem existem solutos universais. No entanto, dissolve determinados materiais, cuja solubilidade pode variar com a temperatura e é dependente da natureza das interacções soluto-solvente.

## Objecto de ensino

- Solução saturada e não saturada de sais em água
- Solubilidade em água: substâncias muito e pouco solúvel
- Líquidos miscíveis e imiscíveis
- Solubilidade de líquidos em líquidos
- Factores que interferem na solubilidade de um soluto num solvente
- Influência da temperatura na solubilidade de um soluto num solvente

## Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Concluir sobre alguns factores que afectam a solubilidade de um soluto num solvente
- Traçar a curva de solubilidade de um soluto num solvente em função da temperatura
- Aplicar técnicas e princípios subjacentes à medição e transferência de sólidos e líquidos
- Proceder à recuperação/eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as regras de segurança

## Sugestões metodológicas

Com a finalidade de responder às questões-problema equacionadas sugere-se:

- Utilização, sempre que possível, de pequenas porções de material (ou microescala) para minimizar custos e resíduos.
- Para que os alunos possam encontrar resposta ao modo como a natureza do par soluto-solvente interfere na solubilidade de um soluto em vários solventes ou no poder dissolvente de um solvente sobre vários solutos, propõe-se uma abordagem do tipo experimental (com manipulação de variáveis) planificada pelos próprios alunos. As questões a ter em conta poderão ser:
- Quais os solutos e solventes que podemos testar? Poderão ser disponibilizados vários solutos (substâncias iónicas e covalentes) e solventes (polares e apolares). Sugere-se os solutos cloreto de sódio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, iodo e heptano e os solventes água, etanol e n-hexano, entre outros.
- Para que a conclusão seja válida (comparação relativa das solubilidades de cada soluto em cada solvente) que condições se devem utilizar? Os alunos deverão considerar como variáveis a controlar (manter constante durante os diferentes ensaios) a temperatura, o volume de solvente e a quantidade de soluto (uma aproximação possível poderá ser considerar a massa de soluto constante). Sugere-se o uso de 5 cm<sup>3</sup> de solvente e 0,5 g de soluto. As condições da mistura dos dois componentes também deverão ser equivalentes, daí a agitação vigorosa após a adição seguida de repouso, em todos os tubos de ensaio de forma equivalente.
- Como organizar o registo das observações? A preparação prévia de uma tabela de registo deverá ser feita pelos alunos, pois ajudá-los-á a pensar no que vão fazer, porquê e como. Sugere-se o uso de uma tabela de dupla entrada, por soluto e por solvente, onde se registe "muito solúvel", "pouco solúvel" ou "muito pouco solúvel". Para facilitar a

tomada de decisão sobre a extensão da solubilização, poder-se-á deixar como termo de comparação uma amostra igual de cada um dos solutos (sem solvente) num tubo de ensaio igual.

Solvente (5 cm <sup>3</sup> ) \ Solute (0,5 g)	Água	Etanol	n-hexano
Cloreto de sódio			
Cloreto de cálcio			
Carbonato de cálcio			
Iodo			
n-heptano			
Água	-----		
Etanol		-----	
n-hexano			-----

Nota: Para tornar mais nítidas as duas fases líquidas poder-se-á adicionar umas gotas de corante alimentar à fase em que ele for solúvel.

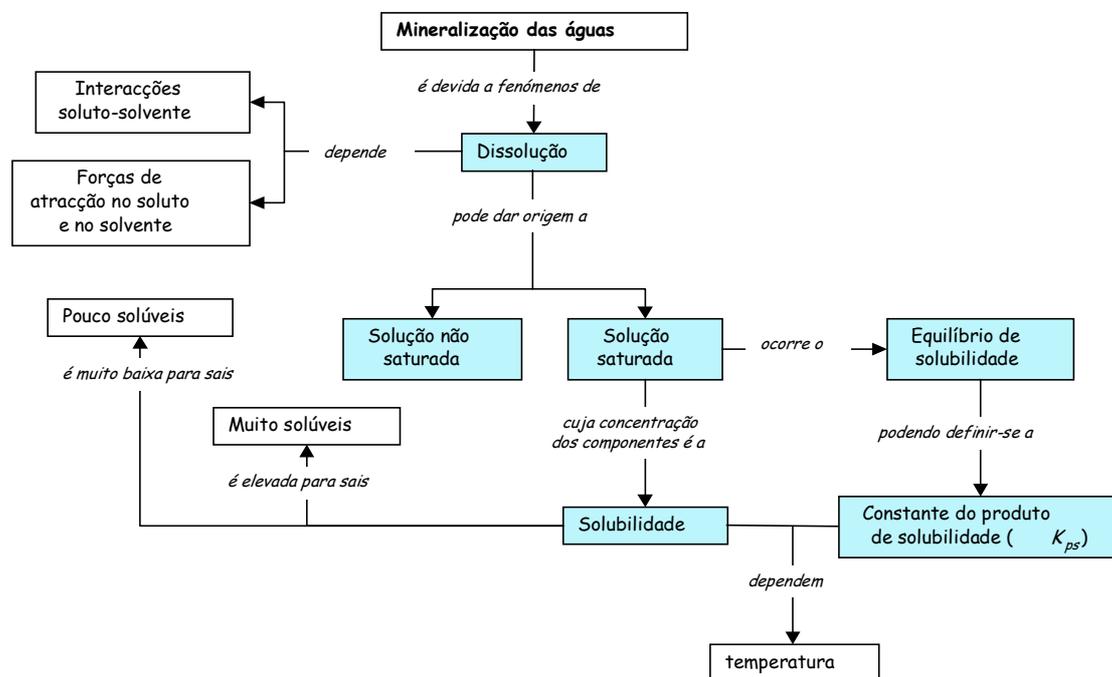
1. Para responder à segunda questão "*O que acontece à solubilidade em água de uma substância quando se varia a temperatura?*" pode-se escolher um soluto (nitrato de potássio) e um solvente (água), e ensaiar qual o valor da temperatura mínima para a qual misturas de um certo volume de solvente (10 cm<sup>3</sup>) dissolvem por completo diferentes massas desse soluto. Sugere-se usar quatro amostras de soluto de massas diferentes (4,0 g; 7,5 g; 12,5 g e 17,5 g) e por razões de economia de tempo cada um dos grupos trabalhará com uma amostra de uma determinada massa, realizando, pelo menos, três ensaios, cujo resultado final não apresente uma variação superior a 1 °C. A média aritmética dos valores determinados representa o valor mais provável da temperatura à qual a solução está em equilíbrio com a fase sólida. O conjunto dos quatro resultados da temperatura, para as quatro misturas ensaiadas, são os valores a serem utilizados por toda a turma (turno) na construção do gráfico. Assim:
  - A- Cada grupo prepara uma amostra de nitrato de potássio com uma das massas correspondentes ao ensaio (4,0 g ou 7,5 g ou 12,5 g ou 17,5 g) e coloca-a num tubo de ensaio (20 x 200 mm);
  - B- Pipetar 10 cm<sup>3</sup> de água destilada, transferir para o tubo de ensaio e agitar com uma vareta até dissolver a maior quantidade;
  - C- Colocar o tubo de ensaio dentro de um copo de 250 mL com cerca de 200 cm<sup>3</sup> de água quente;
  - D- Agitar cuidadosamente a mistura em banho de água aquecida até todo o nitrato de potássio estar totalmente dissolvido;
  - E- Retirar o tubo de ensaio do copo, introduzir um termómetro, e continuar a agitar cuidadosamente a mistura à medida que vai arrefecendo;
  - F- Observar a solução e quando se iniciar a cristalização registar o valor da temperatura;
  - G- Repetir os procedimentos C a F com o mesmo tubo de ensaio até se obterem leituras que não devem diferir de mais do que 1°C;
  - H- Proceder ao traçado da curva de solubilidade (massa de nitrato de potássio dissolvido/100 g de água em função da temperatura);
  - I- Comparar o gráfico obtido com outros que vêm descritos na literatura.

NOTA: A melhor observação é a que se realiza quando se olha para a extremidade inferior do tubo de ensaio onde se irão depositar os cristais à medida que se formam.

No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão, em particular:

- Qual o soluto mais solúvel em água?
- Qual o soluto mais solúvel em n-hexano?
- Para cada um dos solutos ensaiados como varia a sua solubilidade nos diversos solventes?
- Como varia o poder dissolvente de cada solvente com os solutos ensaiados?
- Caracterizar o tipo de ligações químicas existentes em cada um dos solutos ensaiados (iónica ou covalente) e em cada solvente (covalente polar ou covalente apolar) e estabelecer a associação verificada para os pares soluto-solvente onde a solubilização foi mais extensa (maior solubilidade).
- Por que é que as águas "ricas" em cálcio são "pobres" em iões fluoreto? (sugestão: ter em conta valores tabelados para  $K_{ps}$  de fluoretos)
- Será que a solubilidade de todos os sais aumenta sempre com a temperatura? (sugestão: explorar dados disponíveis, gráficos ou tabelas, relativos a outros sais tais como cloreto de sódio, sulfato de cério(III), entre outros)

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial:



### Material, equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Balança semi-analítica	Pompete ou pipetador automático
Contentor para resíduos	Rolhas para tubos de ensaio de 16 x 200 mm
Copo de 250 mL	Suporte para tubos de ensaio de 20 x 200 mm
Esguicho	Termómetros (-10 a 110 °C)
Placa de aquecimento	Tubos de ensaio (16 x 200 mm)
Pipeta graduada de 5 mL	Tubos de ensaio (20 x 200 mm)
Rolhas para tubos de ensaio de 20 x 200 mm	Varetas de vidro
Suporte para tubos de ensaio de 16 x 200 mm	

### Reagentes

Água, hexano, etanol, propanona, iodo, carbonato de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, nitrato de potássio e acetato de cálcio.

*NOTA:* o nitrato de potássio e o acetato de cálcio devem ser recuperados das soluções preparadas, para ser usado por outros turnos, por evaporação parcial do solvente, filtração e secagem na estufa (atenção ao ponto de fusão).

### Sugestões para avaliação

Todos os grupos devem:

- Colaborar no traçado da curva de solubilidade (massa de nitrato de potássio ou acetato de cálcio dissolvido/100 g de água em função da temperatura);
- Comparar as curvas obtidas e relacionar o seu traçado (declive) com a variação da solubilidade com a temperatura;
- Discutir as limitações do procedimento experimental;
- Responder às questões formuladas anteriormente.

### AL 6 – Dureza da água e problemas de lavagem

1 aula

*Porque é que o sabão nem sempre lava bem?*

*Porque é que em certas regiões do país a roupa e os cabelos acabados de lavar ficam ásperos?*

*Há alguma vantagem em lavar com detergente em vez de sabão?*

*Como amaciar uma água?*

### Objecto de ensino

- Dureza da água: origem, consequências a nível doméstico e amaciamento

## Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, reagentes e equipamento
- Associar dureza total de uma água à presença predominante de iões cálcio e magnésio
- Classificar uma água em dura, branda ou macia
- Interpretar a origem da dureza de uma água em termos da natureza dos solos
- Conhecer processos de minimizar a dureza das águas

## Sugestões metodológicas

Com a finalidade de responder às questões-problema "*Porque é que o sabão nem sempre lava bem?*" e "*Há alguma vantagem em lavar com detergente em vez de sabão?*" equacionadas sugere-se:

- Fazer uma discussão prévia com os alunos sobre as possíveis espécies químicas responsáveis pela dureza da água, o tipo de solos que lhe dão origem, intervalos de concentração mássica em  $\text{CaCO}_3$  para águas macias, brandas e duras e implicações a nível doméstico da utilização de águas duras.
- Envolver os alunos num trabalho prático de natureza investigativa a fim de identificarem a água dura (por exemplo: água destilada com sulfato de magnésio ou cloreto de cálcio), branda e macia (por exemplo: água destilada) entre três amostras de água para eles desconhecidas, a partir do comportamento da lavagem com sabão de lavagem manual, detergente e champô para o cabelo. Numa fase pré-laboratorial poderão ser colocadas algumas questões tais como:
- Há diferenças na aparência de uma água macia e dura?
- Poder-se-á avaliar a dureza de uma água através de efeitos que provoca aquando da lavagem com sabão comercial de lavagem manual ou de um detergente comercial? Como?
- Que tipo de variáveis se deve controlar?
- Como apresentar os resultados obtidos?
- Que cuidados a ter na realização da experiência para minimizar os resíduos?

A tabela que se segue é um exemplo possível de apresentação dos resultados.

Agente de limpeza	Variáveis a medir	OBSERVAÇÕES/REGISTOS		
		10 cm <sup>3</sup> de Água 1	10 cm <sup>3</sup> de Água 2	10 cm <sup>3</sup> de Água 3
... g de sabão	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
... g de detergente	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
1 cm <sup>3</sup> de champô	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
Classificação da água quanto à dureza				

- Utilizar, sempre que possível, pequenas porções de material (ou microescala) para minimizar os resíduos. Sugere-se o uso de tubos de ensaio e de solução aquosa de cloreto de cálcio ou carbonato de cálcio da AL2 (podem ser consideradas águas duras).
- Investigar se a água que abastece a escola é macia, branda ou dura através da comparação de resultados.
- Para responder à questão "Como amaciar a água?" pode usar-se a água dura remanescente para proceder ao seu amaciamento, provocando a diminuição da concentração de iões Ca<sup>2+</sup> e/ou Mg<sup>2+</sup> por precipitação na forma de carbonatos. Assim:
  - A- Adicionar carbonato de sódio à água dura remanescente (por exemplo, 3g/100 cm<sup>3</sup>) colocada num copo de 250 mL;
  - B- Aquecer a mistura numa placa de aquecimento e agitar durante 5 min;
  - C- Retirar o copo de cima da placa e deixar arrefecer;
  - D- Separar o sólido (precipitado) por filtração ou centrifugação;
  - E- Aproveitar parte do filtrado para fazer um novo teste, usando sabão;
  - F- Comparar o volume de espuma formado com os testes realizados anteriormente.

NOTA: A fim de se rentabilizar o tempo, este teste deverá ser realizado, em simultâneo, por uma parte dos elementos do grupo.

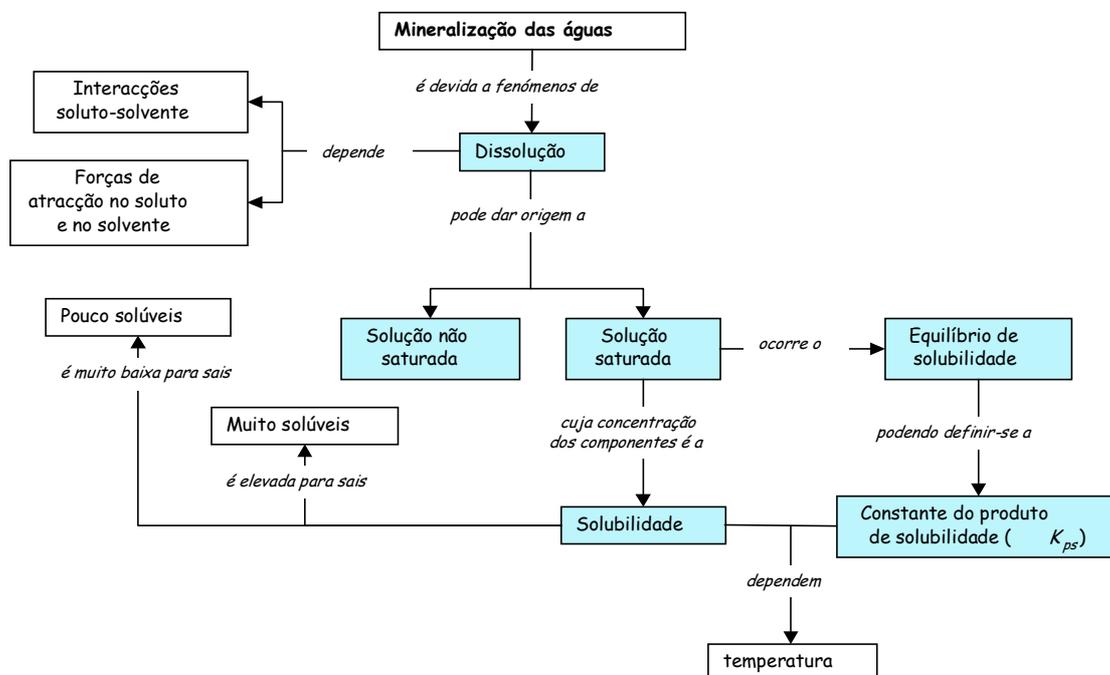
No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão, em particular:

A partir dos resultados obtidos:

- qual é a água dura, branda e macia?
- onde é que o sabão é mais eficiente, na água macia ou na água dura?
- qual é o produto mais eficiente numa água dura: sabão ou detergente?
- como classificar a água da torneira quanto à dureza?

- qual a equação química que traduz a formação de espuma (estearato de cálcio -  $\text{Ca}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$ )?
- como explicar o amaciamento da água dura usando carbonato de sódio? Qual o nome do sólido que ficou retido no filtro?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial.



### Material, equipamento e reagentes

Material e equipamento	Material e equipamento
Balança	Pipeta graduada de 10 mL
Centrifugadora	Pompete
Copo de 250 mL	Régua
Equipamento para filtração a pressão reduzida	Rolhas para tubos de ensaio
Esguicho	Tubo de ensaio
Espátula	Tubos para centrifugadora
Placa de aquecimento com agitação magnética	Vareta de vidro

### Reagentes

Água destilada, água da torneira, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio, detergente comercial, champô, carbonato de sódio e sabão para lavagem de roupa à mão.

### Sugestões para avaliação

Cada grupo deverá:

- Fazer o registo de resultados;
- Responder às questões formuladas anteriormente.

## BIBLIOGRAFIA

A lista agora apresentada é um aditamento à referida no Programa de 10º Ano.

### FÍSICA

#### Bibliografia específica de Física e Ensino da Física

##### Bibliografia essencial

- Faro, A. (1995) *A Peregrinação de um sinal*. Gradiva. Lisboa.  
Um excelente livro para o professor.
- French, A. P., *Vibrations and Waves*, Norton & Company Inc. New York, 1971.  
Um livro onde o professor pode actualizar os seus conhecimentos sobre fenómenos ondulatórios.
- Hecht, E. (1991). *Óptica*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.  
Um excelente livro onde o professor pode actualizar os seus conhecimentos de Óptica.
- Holton, G. e Brush, S. G. (2001) *Physics, the Human Adventure. From Copernicus to Einstein and Beyond* (3ª edição). Rutgers University Press. New Jersey.  
Um excelente livro sobre a evolução histórica dos conceitos e teorias físicas, bem como de reflexões sobre a importância da Física na Sociedade.
- Eisberg, R. M. and Lerner, L. S., (1982) *Física, Fundamentos e Aplicações*. McGraw-Hill.  
Um bom livro de Física Geral, onde o professor poderá encontrar uma abordagem acessível de fenómenos ondulatórios.
- Butlin, C. et al. (2000). *Salters Advanced Physics*. Oxford: Heinemann.  
Obra de orientação CTS, útil para professores e alunos (mais interessados).

##### Outra Bibliografia

- Agrawal, D.C. (2000). Terminal velocity of skydivers. *Physics Education*, 35 (4) 281-283.
- Ambrose, B. S., Heron, P. R. L., Vokos, S. e Mcdermott, L. C. (1999). Student understanding of light as an electromagnetic wave: relating the formalism to physical phenomena. *American Journal of Physics*, 67 (10) 891-898.
- Barbero, A., Manzanares, J. E Mafé, S. (1994). Induced EMF in a solenoid: a simple quantitative verification of Faraday's law. *Physics Education*, 29, 102-104.
- Barton, R. (1997). How do computers affect graphycal interpretation?. *School Science Review*, 79 (287), 55-60.
- Bauman, R. P. (1992). Physics that textbook writers usually get wrong - II Forces and vectors. *The Physics Teacher*, 30, 402.
- Beichner, R. (1994). Testing student interpretation of kinematic graphs. *American Journal of Physics*, 62 (8), 750-762.
- Biermann, M.L., e Nelson, N.A. (2000). Using the GPS to determine the size of earth, *The Physics Teacher*, 38, 360-361.
- Brown, D. E. (1989). Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353.
- Caldeira, M.H., Costa, M.E., Patrício, M.A., Pinto, A., Prata Pina, E.M., Ruivo, M.C. e Thomaz, M.F. (1991). Ideias dos alunos sobre o conceito de som. *Gazeta de Física*, 14 (1) 22-32.
- Champagne, A.B., Klopfer, L.E. and Anderson, J.H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074.

- Chaudry, S. e Morris, P. (2000). Optical fibres: have you seen the light. *Physics Education*, 35 (4) 226-231.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 166.
- Cornwall, M.G. (2000). Where on earth am I? The global positioning system. *Physics Education*, 35 (4) 232-239.
- Dias de Deus, J. (1986). *Ciência: Curiosidade e Maldição*, Gradiva.
- Dordick, H. S. (1986). *Understanding modern Telecommunications*. McGraw-Hill Book Company.
- Duzen, C. Nelson, J. e Nelson, J. (1992). Classifying motion. *The Physics Teacher*, 30, 414-419.
- Fischbein, E., Stavy, R. e Ma-Naim, H. (1989). The psychological structure of naïve impetus conceptions. *International Journal of Science Education*, 11 (1), 71-81.
- Galili, I. e Bar, V. (1992). Motion implies force: where to expect vestiges of the misconception?. *International Journal of Science Education*, 14, 63.
- Garrett, R., Satterly, D., Perez, D. e Martinez, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12 (1), 1-12.
- Goldberg, F. M. e Anderson, J. (1989). Student difficulties with graphycal representations of negative values of velocity. *The Physics Teacher*, April, 254-260.
- Grayson, D. J. (1996). Using education research to develop waves courseware. *Computers in Physics*, 10 (1) 30-37.
- Hellingman, C. (1992). Newton's third law revisited. *Physics Education*, 27 112.
- Hickey, R. e Schibeci, R. A. (1999). The attraction of magnetism. *Physics Education*, 34 (6) 383-388.
- Hoskins, J. e Lonney, L. (1983). A demonstration to show the independence of horizontal and vertical motion. *The Physics Teacher*, November, 525.
- Jacobs, F. (1985). Using an OHP to demonstrate wave motion. *Physics Education*, 20, 230-233.
- Killen, H. B. (1991). *Fiber Optic Communications*. Prentice-Hall International, Inc, Londres.
- Kluk, E. e Lopez, J. L. (1992). Don't use airtracks to measure gravity acceleration. *The Physics Teacher*, 30, 48-53.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. e Stein, M. (1990). Functions, graphs and graphing: tasks, learning and teaching. *Review of Educational research*, 60 (1), 1-61.
- Linder, C.J. (1992). Understanding sound: so what is the problem?. *Physics Education*, 27, 258-264.
- Linder, C.J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15 (6) 655-662.
- Linder, C.J. e Erikson, G.L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11, 491-501.
- Maia Alves, J. e Serra, J. M. (2000). *Sobre a medição de algumas características das ondas sonoras*. In J. M. Serra (Coord.). *Ensino Experimental das Ciências - Materiais Didáticos 2*. Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Mak, S. e Yip, D. (1999). A Low-cost design for studying rotational systems. *Physics Education*, 34 (1) 27-31.
- Maloney, D. P. (1990). Forces as interactions. *The Physics Teacher*, September, 386.
- Marioni, C. (1989). Aspects of student's understanding in classroom settings (age 10-17) :case study on motion and inertia. *Physics Education*, 24, 273.

- Maurines, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education*, 14 (3) 279-293.
- McClelland, J. A. G. (1985). Misconceptions in mechanics and how to avoid them. *Physics Education*, 20, 159.
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L. e van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55 (6), 503-513.
- Merino, J. M. (1998). Some difficulties in teaching properties of sounds. *Physics Education*, 33 (2) 101-104.
- Orton A. (ed.) (1985). *Studies in Mechanics Learning*. Centre for studies in Science and Mathematics Education. University of Leeds.
- Park, D. (1988). *The How and the Why. An Essay on the Origins and Development of Physical Theory*. Princeton University Press.
- Raggett, M. (2000). Teaching waves with a graphing calculator. *Physics Education*, 35 (3) 170-172.
- Redish, E., Saul, J. e Steinberg, R. (1997). On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *American Journal of Physics*, 65 (1), 45-54.
- Rogers, L. e Wild, P. (1994). The use of IT in practical science - a practical study in three schools. *School Science Review*, 75 (273) 21 -28.
- Rogers, L. T. (1995). The computer as an aid for exploring graphs. *School Science Review*, 76 (276) 31 -39.
- Rosenquist, M. e McDermott, L. C. (1987). A conceptual approach to teaching Kinematics. *American Journal of Physics*, 55 (5), 407-415.
- Sassi, E. (1996). Addressing some common learning-teaching difficulties in basic Physics courses through computer based activities. *GIREP - International Conference*, 162-178.
- Sheno, K. (1995). *Digital signal processing in Telecommunications*. Prentice Hall, New Jersey.
- Thornton, R. K. e Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58 (9) 858-867.
- Trowbridge, D. e McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48 (12), 1020-1028.
- Trowbridge, D. e McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49 (3), 242-253.
- Walton, A. J., Black, R. J. (1999). The global positioning system. *Physics Education*, 34 (1) 37-42.

## ENDEREÇOS DA INTERNET

### - Movimentos na Terra e no espaço

- <http://www.montana.edu/places/gps/understd.html>
- <http://celia.mehaffey.com/dale/usegps.htm>
- <http://nasm.edu/galleries/gps>
- <http://www.howstuffworks.com/gps>  
(GPS)
- <http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/physics/PCEP/www/PhysicsClassroom.html>
- <http://lhs.lps.org/staff/jwelker/precal/unit3a.htm>
- <http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/newtlaws/u2l1a.html>

- <http://www.mste.uiuc.edu/courses/summer99/407cter/pennisi/SppedLimitWebSite/InquiryBasedDynamics.html#dayone>
- <http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/default.htm>
- <http://www.batesville.k12.in.us/physics/PhyNet/Mechanics/Kinematics/KineOverview.html>
- [http://physicsstudio.indstate.edu/java/newtmech/m\\_hproj\\_h.html](http://physicsstudio.indstate.edu/java/newtmech/m_hproj_h.html)
- <http://library.marist.edu/sotm/physics.html>  
(atividades diversas de Cinemática e Dinâmica)
- <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>  
(atividades diversas de Cinemática e Dinâmica)

#### - Comunicações

- [http://www.tek.com/Measurement/App\\_Notes/XYZs/scope.html](http://www.tek.com/Measurement/App_Notes/XYZs/scope.html)  
(osciloscópio)
- <http://terra.com.br/fisicanet/cursos/electro5.pdf>
- <http://www.privateline.com/>
- <http://www.privateline.com/new/AlanJ.Rodgers.pdf>
- <http://www.howstuffworks.com/category.htm?cat=Space>
- <http://www.icp.pt/template13.jsp?categoryId=539>
- <http://www.cdcc.sc.usp.br-escolas-juliano-fibra-fibra.html>
- <http://www.geocities.com/delpinodavid/capitulo3/transmisioninalambrica.htm>
- <http://educar.sc.usp.br/youcan/upc/barcode.html>  
(leituras diversas sobre comunicações)

## QUÍMICA

### Bibliografia de Didáctica

#### Bibliografia essencial

- Furió, C., Domínguez, C., Azcona, R., Guisasola, J. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. Em F. J. Perales e P. Cañal (dir.), *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las Ciencias*, 421-448, Alcoy: Editorial Marfil.  
Neste texto descrevem-se algumas dificuldades evidenciadas pelos alunos do Ensino Secundário no estudo da Química fazendo-se o paralelismo com problemas históricos, em particular com aqueles cujas soluções representam saltos qualitativos importantes no avanço do conhecimento químico. Apresentam-se algumas estratégias didácticas capazes de superar dificuldades de aprendizagem. Texto muito importante para professores.
- Gil, D., Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.  
Artigo onde se defende a tese de uma alfabetização científica para todos os cidadãos que destaque em particular as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade, a qual é também a melhor forma de iniciar a preparação de futuros cientistas. Para que tal aconteça passam-se em revista alguns obstáculos que é preciso ultrapassar. Texto muito importante para professores.
- Griffiths, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on student's chemistry misconceptions. In Schmidt, H. J., (editor), *Problem solving and Misconceptions in Chemistry and Physics*, p 70-99, The International Council of Associations for Science Education (ICASE).  
Artigo onde se apresenta uma síntese e análise crítica das concepções alternativas em química. Texto importante para professores.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Em *Cadernos Didáticos de Ciências*, Volume 1, 79 - 97.

Artigo onde a autora discute formas de promover uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Apresenta-se uma breve resenha histórica sobre a utilização do trabalho laboratorial e clarifica-se a relação deste com trabalho prático, trabalho experimental e trabalho de campo. Questiona-se, de forma crítica a sua utilização (diferentes formatos), bem como adequação entre formatos do trabalho laboratorial e objectivos de aprendizagem. Texto muito importante para professores.

- Martins, A., Malaquias, I., Martins, D. R., Campos, A. C., Lopes, J. M., Fiúza, E. M., Silva, M. M. F., Neves, M., Soares, R. (2002). *Livro Branco da Física e da Química*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.

Livro relatando um estudo de âmbito nacional cujo objectivo foi fazer o diagnóstico, reportado ao ano 2000, da situação do ensino da Física e da Química no nosso país e elaborar um conjunto de recomendações capazes de as superar, a partir de 2002. Trata-se de um trabalho muito importante para professores, apresentando resultados envolvendo 1050 escolas e o posicionamento de 1472 professores.

- Monk, M., Osborne, J. (editors) (2000). *Good practice in science teaching*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

Livro no qual se apresenta uma súmula da principal investigação educacional no domínio da educação em ciências e implicações práticas para o ensino das ciências. Os autores que colaboram neste livro são cientistas da área, de reputação internacional. No final de cada capítulo existe uma lista avultada de referências. Livro muito importante para professores.

- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.

Livro onde se abordam problemas de aprendizagem das ciências pelos alunos, em particular da Física e da Química, e se propõem algumas orientações para o seu ensino. Livro muito importante para professores.

- Santos, M-E. (2001). *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares. O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte

Livro para aprofundamento da compreensão da educação científica de cariz CTS como via para a preparação para o exercício da cidadania. Discute-se o papel dos manuais escolares como reguladores das aprendizagens e apresentam-se as lacunas de muitos deles relativamente à *educação em ciências* e à *educação pela ciência*. Importante para professores.

### Outra Bibliografia

- Caamaño, A. (2001). Repensar el currículum de química en los inicios del siglo XXI. *Alambique*, 29, 43-52.
- 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.
- 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., Miyar, M. C., Artigue, M. B., Lozano, M. T., Markina, M. C., Mendizábal, A., Rodríguez, M. (2001). La integración del enfoque ciencia- tecnología- sociedad en la química de 2º 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 currículum de física y química en el Decreto de Humanidades, *Alambique*, 29, 95-102.

- Manassero Mas, M.A., Vázquez Alonso, A., Acevedo Díaz, J. A. (2001). *Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat*. Illes Balears: Conselleria d' Educació i Cultura del Govern.
- Martins, I. P. (1993). Conceções alternativas sobre A energia nas reacções químicas. Em F. Cachapuz (coord.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores*, nº2, 7-38.
- Millar, R., Leach, J., Osborne, J. (editors) (2000). *Improving Science education. The contribution of research*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Quílez-Pardo, J., Solaz-Portolés, J. 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.
- Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S., Baptista, J. M. (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. L., Schwenz, R. W. (1998), College physical chemistry student's conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160
- Thomsen, V. B. E. (2000). Le Chatelier's principle in the sciences. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 173-176
- Turner, T. (2000). The science curriculum: What is it for? In J. Sears, P. Sorensen (ed.) *Issues in Science Teaching*, 4-15. London, New York: Routledge Falmer.
- Tyson, L., Treagust, D. F. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554-558
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176
- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J. (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.

### Bibliografia específica de Química

#### Bibliografia essencial

- Atkins, P. W. (1995). *O Reino dos Elementos. Uma viagem através do País dos Elementos Químicos* (tradução J. Sarmiento, 2001). Lisboa: Rocco-Temas e Debates  
Livro sobre a Tabela Periódica como modelo de compreensão do mundo. Apresenta-se a história dos elementos químicos naturais e sintéticos e mostra-se como a pesquisa destes últimos poderá afinal não terminar. Livro importante para professores e alunos mais interessados.
- Ball, P. (2002). *H<sub>2</sub>O. Uma Biografia da Água* (tradução). Lisboa: Temas e Debates.  
Livro onde se discute a questão, ainda por solucionar, do que é a água e as interpretações controversas sobre o seu comportamento. Livro para professores e alunos mais interessados.

#### Outra Bibliografia

- Barraqué, B. (direction) (1995). *Les Politiques de L'eau en Europe*. Paris: Éditions La Découverte.
- Tal como o nome indica este livro apresenta a política nacional para cada um dos 15 países da Comunidade Europeia . É apresentado um conjunto de dados referentes a cada país.
- Beau, M., Bouguerra, M. L. (dir.) (1993). *Estado do Ambiente no Mundo* (Tradução de A. M. Morais, 1995), Lisboa: Instituto Piaget

- Branco, S. M. (1993). *Água - Origem, uso e preservação*, 4ª edição. São Paulo: Editora Moderna
- Chemical Manufacturers Association (1991). *Chemecology*, 20 (7) Outubro
- Chemical Manufacturers Association (1994). *Chemecology*, 23 (3) Maio
- Comissão Mundial Independente para os Oceanos (1998). *O Oceano nosso Futuro* (tradução). Lisboa: EXPO 98, Fundação Mário Soares.  
Relatório que reflecte a opinião dos Membros da Comissão Independente para os oceanos, abordando, de forma integrada, uma extensa gama de problemas que confrontam os nossos oceanos nas vésperas do século XXI. Embora não apresente uma abordagem técnica aprofundada é útil para professores e alunos.
- Costa, A. M. Amorim da (1994). Da Transmutabilidade e Simplicidade da Água. *Química - Boletim da SPQ*, 52, 16-23
- Defrancheschi, M. (1996). *L' Eau dans tous ses états*. Paris: Elipses.  
Livro muito interessante em francês simples, desenvolvido em quatro capítulos. Aborda as propriedades físicas da água, a química da água, a poluição da água e o tratamento da água destinada à distribuição pública. Excelente para professores e muito útil para consultas pontuais de alunos.
- Driel, J. H. V., 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. Em Barrère, M. (dir.) *Terra Património Comum*, p. 45-54, Lisboa: Instituto Piaget,
- Fernández González, M. (1999). Elementos frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. *Alambique*, 21, 59-66.
- Fraústo da Silva, J. J. (1994). A Poluição Ambiental - Questões de Ciência e Questões de Direito". Em Amaral, D. F. e Almeida, M. T. (coord.) *Direito do Ambiente*, p. 83-116, Oeiras: Instituto Nacional de Administração
- Gallagher, R. M. e Ingram, P. (1993). *Co-ordinated Science: Chemistry*. Oxford: Oxford University Press, 104-115
- García- Rodeja, E. (1999). La química de los elementos en la ESO. *Alambique*, 21, 79-87.
- Gaujous, D. (1995). *La Pollution des Milieux Aquatiques: Aide-mémoire*. Londres, Paris, New York: Technique e Documentation - Lavoisier.  
Livro que apresenta conhecimentos essenciais para a compreensão de problemas de poluição de meios aquáticos no domínio da Química e da Biologia, acessível a professores e alunos. Dirige-se a não especialistas, permitindo uma consulta rápida e sintética sobre a temática abordada.
- Gillet, P. (1993). L'Eau du Manteau Terrestre. *La Recherche*, 255, 676-685
- Graves, N. J. (ed.) (1987). *Land, Water and Mineral Resources in Science Education (Science and Technology Education and Future Human Needs, Volume 4)*. Oxford, New York: Pergamon Press, Caps. 1, 2, 6, 7, 8  
Livro aconselhado a todos os docentes que querem saber como orientar as suas aulas numa perspectiva CTSA com implicações noutras disciplinas, nomeadamente a Biologia e a Geologia. São apresentados vários dados referentes ao consumo de água / produção de minerais em alguns países e alguns dos temas são ilustrados com várias fichas de trabalho e modo de as explorar em sala de aula.
- Guimarães, M. (1994). Água - O Líquido dos Cifrões. *Forum Ambiente*, 4, 54-55
- Harrison, R. M. (editor.) (1994). *Understanding our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, Caps. 3 e 4.  
Livro técnico para professores. Apresenta vários "Case study" muito interessantes e relativamente simples de acompanhar. Está dividido em capítulos como "The atmosphere", "Freshwaters", "The Oceans", "Land Contamination and Reclamation", "Integrative Aspects of Pollutant Cycling" e outros.

- Holman, J. (1991). *The Material World*. Surrey: Thomas Nelson, 36-49
- ICSU (1994). *Science for understanding tomorrow's world: Global Change*. Paris: ICSU (International Council of Scientific Unions)
- INAMB (1991). *Água - Legislação* (D. L. nº 70/90, de 2 de Março). Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente
- INAMB (1992). *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento* (Versão Portuguesa, Junho 92). Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente
- Jensen, P. (2001). *Entrer en matière. Les atomes expliquent- ils le monde?*. Paris: Éditions du Seuil.
- Krauskopf, K. B., Bird, D. K. (1995). *Introduction to Geochemistry*. Third Edition, New York: McGraw - Hill International Editions, Earth Science and Geology Series.
- Leray, G. (1990) *Planeta Agua* (Tradução de D. Saurí, 1994). Barcelona: R.B.A. Editores, Colección Conocer la Ciencia  
Livro fundamental para se ter uma perspectiva transversal e alargada da importância da água no planeta e no desenvolvimento da sociedade humana, com um conjunto de imagens de qualidade superior. Além de uma introdução histórica da evolução da vida e da importância da água, de um pequeno estudo físico-químico de algumas propriedades da água são abordados alguns temas com grande pertinência: a "desigualdade e a solidariedade" no acesso e consumo da água bem como "água para amanhã".
- Llamas, M. R. (1992). A Água - Escassez ou mau uso?. *Colóquio/ Ciências*, 12, 52-68
- Lobo, V. M. M. e Araújo, M. (1994). A Qualidade das Águas de Mesa Portuguesas. *Química - Boletim da SPQ*, 55, 26-30
- Mackenzie, F.T. e Mackenzie, J.A. (1995). *Our Changing Planet - An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*. New Jersey: Prentice - Hall Caps. 3, 4, 8
- Marco Stiefel, B. (1999). Aproximación a la naturaleza de los elementos químicos. *Alambique*, 21, 67-77.
- Marsily, G. (1995). *L' Eau*. Paris: Dominos Flammarion.  
Livro acessível, de fácil leitura, onde aborda entre outros assuntos o ciclo da água e a utilização e armazenamento de água num futuro próximo. Livro aconselhado para os alunos que tenham que fazer um trabalho de pesquisa sobre este tema, ou um pouco mais de curiosidade.
- Pereira, A. (1995). Água. *Forum Ambiente*, 11, 18-31
- Pereira, M. P. B. A. (1990). *Equilíbrio Químico - Dificuldades de aprendizagem e Sugestões didácticas*, 2ª Edição revista e actualizada. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química
- Porrit, J. (1991). *Salvemos a Terra* (Tradução de W. Viegas e M. L. Cecílio, 1992). Lisboa: Civilização Editora, Cap. 5
- Robinson, S., Nelson, D., Higgins, S. e Brody, M. (1993). *Water - A Gift of Nature: The Story behind the scenery*. Las Vegas: KC Publications
- Rocha, I., Vieira, D. F. (1998). *Água. Legislação, contencioso contraordenacional, jurisprudência* (2ª edição). Porto: Porto Editora.
- Schmitt, R. (1995). Les doigts de sel dans le océans. *Pour la Science*, 231, 66-71
- Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., Silva, R.R. (1995). *O Azul do Planeta - Um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo: Editora Moderna
- Tudge, C. (1991). *Global Ecology*. London: The Natural History Museum, Cap. 2
- Ward, A. (1995). Projects about water - for science clubs and science fairs. *School Science Review*, 76 (276), 64-65

#### 4.3. Revistas de publicação periódica

- *Revista de Educación de las Ciencias* - publicação bianual da Universidade de Bogotá, Colômbia (<http://www.colciencias.gov.co/rec>).

#### 4.4. Bibliografia em suporte CD-ROM e Vídeo

- Cavaco, M. H., Carvalho, A., Castro, E., Falcão, I., Carvalho, J. M., Pina, V. F. (1997). *Água. Um tesouro a defender*. Lisboa: DECO (Livro e vídeo)
- IMAGEN, 85 y ASOCIADOS (1994), *Planeta Agua*, (Vídeo 60 min). Barcelona: R.B.A. Editores, SA
- UNESCO (1999). *Blue Gold - The Interactive Encyclopedia of Water*. CD-ROM / MAC-PC. Paris: STRASS Productions and UNESCO Publishing.  
Enciclopédia interactiva da água onde se podem escolher grandes temas como "Civilizações", "Água e vida", "Desafios e "Ambiente". Em inglês; simples e interessante.
- UNESCO (2000). *La Quête de l'Eau*. CD-ROM / MAC-PC. Paris: STRASS Productions and UNESCO Publishing.  
Filme interactivo em que se pode escolher 5 viagens em diferentes mundos da "água" Em francês; interessante e relativamente fácil de seguir.
- Wyeth, P. (1993). *Interactive Periodic Table*. CD-ROM. Oxford: Attica Cybernetics Ltd.  
Contém filmes, fotografias, poemas e canções acerca dos elementos. Em inglês; muito interessante para os alunos