

# MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

## Programa de Química

12º Ano

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias

### Autores

Isabel P. Martins (Coordenadora)

José Alberto L. Costa

José Manuel G. Lopes

Maria Otilde Simões

Paulo Ribeiro-Claro

Teresa Sobrinho Simões

Homologação

22/11/2004

## Índice

1. Introdução .....	2
2. Apresentação do Programa.....	2
2.1. Visão Geral do Programa.....	3
2.2. Orientações para a Organização do Ensino da Química.....	7
2.3. Finalidades da Disciplina de Química .....	10
2.4. Sugestões Metodológicas .....	10
2.5. Avaliação .....	13
Unidade 1 - Metais e Ligas Metálicas .....	15
Introdução .....	15
Objecto de Ensino.....	18
Objectivos de Aprendizagem .....	20
Actividades Práticas de Sala de Aula.....	25
Actividades Prático-Laboratoriais .....	26
Actividade de Projecto Laboratorial (APL).....	26
Unidade 2 - Combustíveis, Energia e Ambiente.....	38
Introdução .....	38
Objecto de Ensino.....	41
Objectivos de Aprendizagem .....	43
Actividades Práticas de Sala de Aula.....	48
Actividades Prático-Laboratoriais .....	49
Unidade 3: Plásticos, Vidros e Novos Materiais.....	56
Introdução .....	56
Objecto de Ensino.....	59
Objectivos de Aprendizagem .....	61
Actividades Práticas de Sala de Aula.....	64
Actividades Prático-Laboratoriais .....	65
Actividade de Projecto Laboratorial (APL).....	65
BIBLIOGRAFIA .....	75
1-Bibliografia Essencial.....	75
2- Bibliografia Complementar.....	78
3- Bibliografia de Didáctica.....	79
4- Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial - Segurança e Técnicas.....	82
5- Revistas de Publicação Periódica .....	83
6- Endereços d@ Internet .....	84
7- Outras Fontes de Informação .....	85

# PROGRAMA DE QUÍMICA

## 1. Introdução

A disciplina de *Química* é uma das disciplinas que integram o plano de estudos da componente de Formação Específica do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, no 12º Ano, e é de carácter opcional.

Trata-se, portanto, de uma disciplina terminal do Ensino Secundário que deve proporcionar uma visão actual de aspectos relevantes do conhecimento químico, estruturantes de uma forma científica de interpretar o mundo, e permitir prosseguir para interpretações mais aprofundadas, em estudos de nível superior.

De acordo com os princípios da Reforma do Ensino Secundário a disciplina de Química sucede à disciplina de Física e Química A, dos 10º e 11º Anos, e orienta-se por princípios comuns, em particular os relativos à componente de Química. O programa de carácter nacional, conforme estabelecido na estrutura curricular, permite, no entanto, a opção livre por tarefas, estratégias de exploração e metodologias de ensino conforme os interesses e desenvolvimento dos alunos, aspecto que pode ser encarado como uma forma de flexibilização com vista a uma melhor adequação aos interesses dos alunos e factor despoletador de motivação pelo estudo da Química. De facto, aquilo que se pretende nesta etapa final do Ensino Secundário é que muitos dos alunos que optaram por aceder à disciplina se interessem por continuar estudos na área.

A disciplina de Química desenvolve-se ao longo do ano lectivo nas 33 semanas previstas, com uma carga semanal de 3 aulas a que corresponde um total de 99 aulas de 90 minutos cada. Destas, apenas 82 aulas estão contempladas no desenvolvimento programático proposto, ficando as restantes (17 aulas) para serem geridas pelo professor, tendo em conta as características da turma e/ou situações imprevistas.

Uma das sessões semanais deve assumir o formato de aula prático-laboratorial e ser conduzida no Laboratório equipado para o efeito. Para optimização do acompanhamento do trabalho dos alunos pelo professor, a turma deverá ser desdobrada conforme o estipulado no Despacho nº 13765/2004, de 8 de Junho.

## 2. Apresentação do Programa

A disciplina de *Química* aqui apresentada procura inserir-se na orientação científico-humanista do ensino das ciências, a qual tem vindo a ser defendida por um número crescente de investigadores e associações científicas de educação em ciência, entendida como aquela que permite aos alunos compreender fenómenos de cariz científico-tecnológico onde a construção do conhecimento é enquadrada num leque vasto de competências, atitudes e valores importantes e, por isso, úteis para o crescimento pessoal, social e profissional de cada aluno e para a consolidação de princípios próprios da democracia.

Tal como nos Programas dos 10º e 11º anos, considera-se como imprescindível para a boa concretização do Programa o envolvimento activo dos alunos (tarefas práticas e, em especial, do tipo laboratorial), a existência de meios (instalações, equipamentos, recursos didácticos e apoio técnico) e professores com formação adequada à concepção, realização e avaliação de estratégias didáctico-pedagógicas apropriadas a cada turma (e daí a necessidade de as instituições e associações de formação de professores organizarem

programas de formação inicial e continuada que promovam a confiança dos professores para prosseguirem caminhos de inovação no ensino da Química).

## 2.1. Visão Geral do Programa

O Programa está organizado em três Unidades, cada uma delas sobre um tema próprio, mas todas subordinadas à temática geral "Materiais, sua estrutura, aplicações e implicações da sua produção e utilização". A escolha do tipo de Materiais a abordar em cada Unidade teve em conta critérios de pertinência social (hábitos de consumo e estilos de vida), económica (indústrias associadas e seu valor acrescentado), cultural (característicos de diferentes épocas), histórica (motores de desenvolvimento tecnológico), ambiental (esgotamento de recursos e implicações para a qualidade do ambiente), ética (valores susceptíveis de serem desenvolvidos, por exemplo políticas contra o sobre-consumo) e científico (conceitos químicos centrais que permitem desenvolver). Os temas escolhidos são os seguintes:

Unidade 1 - Metais e Ligas Metálicas;

Unidade 2 - Combustíveis, Energia e Ambiente;

Unidade 3 - Plásticos, Vidros e Novos Materiais.

Embora sobre tipos de materiais diferentes, todas as Unidades seguem princípios idênticos explicitados a seguir (Secção 2.2) e foram organizadas internamente tendo em conta os critérios atrás referidos, de modo a relevar a integração das perspectivas social, tecnológica e científica do conhecimento, de acordo com a orientação CTS seguida nos Programas dos 10º e 11º Anos. Os princípios então enunciados continuam a ser defendidos, escolhendo-se agora temas e contextos que se julgam pertinentes para alunos que concluem uma formação (por nós entendida como educação) em Química de nível secundário, a qual deverá proporcionar uma interpretação razoável e actual da diversidade e complexidade dos materiais que nos cercam. Mais ainda, a interpretação alcançada deverá ser útil como base para o prosseguimento de estudos em Química de nível superior.

As Unidades têm extensões diferentes conforme a pertinência que lhes é atribuída na formação dos alunos, o que se reflecte nos objectos de ensino e nos objectivos de aprendizagem. A apresentação geral do tema de cada Unidade é feita no início de cada uma, pelo que, por razões de extensão, prescindimos de o fazer neste momento.

A concepção de um programa de Química implica sempre uma posição sobre uma imagem social da Química e do seu ensino para o nível de escolaridade em causa. O que se segue pretende apresentar essas posições.

### **Química, Tecnologia e Sociedade**

As ciências químicas mudaram substancialmente nos últimos tempos. Das divisões clássicas como química analítica, química inorgânica, química orgânica, química física, química teórica ou bioquímica evoluiu-se para domínios mais específicos como, por exemplo, nanotecnologia, ciência dos materiais, química computacional. Também a ligação entre química e engenharia química é tida como cada vez mais aprofundada dada a procura de soluções para problemas novos e/ou a capacidade de criar novos produtos, os quais passam a constituir-se como necessidades reais da sociedade. É, pois, neste enquadramento que podemos referir (National Research Council of the National Academies dos Estados

Unidos, 2003) alguns dos grandes desafios que actualmente se colocam aos químicos e engenheiros químicos:

1. Sintetizar e produzir novas substâncias com interesse científico ou prático, através de processos altamente selectivos para o produto desejado, com baixo consumo de energia e ambientalmente não agressivos.
2. Desenvolver novos materiais e sistemas de identificação altamente sensíveis para substâncias perigosas potencialmente utilizáveis em actos de terrorismo, atentados militares, acidentes, crimes e doenças.
3. Compreender e controlar como as moléculas reagem em processos de grande escala ou a nível individual de modo a incrementar as aplicações práticas.
4. Conceber e produzir novas substâncias com propriedades determinadas para fins específicos.
5. Compreender a química dos sistemas vivos, em particular as interacções a nível celular.
6. Desenvolver medicamentos e terapias para tratamento de doenças ainda incuráveis.
7. Compreender a complexa química da Terra, incluindo o solo, o mar, a atmosfera e a biosfera, de modo a evitar intervenções que ponham em risco a sustentabilidade do Planeta.
8. Desenvolver processos de produção, armazenamento e transporte de energia que não ponham em causa as reservas energéticas.
9. Projectar e desenvolver sistemas de produção optimizados para a produção de substâncias desejadas.

Por outras palavras, pode dizer-se que os químicos procuram compreender qual é a relação entre a estrutura e as propriedades físicas, químicas e biológicas das substâncias, sejam elas naturais ou sintéticas, com vista a inventar novas substâncias para fins específicos, para o que será também necessário desenvolver processos de síntese laboratorial e de produção industrial. Mas a síntese de novas substâncias não ocorre apenas para dar resposta a questões de ordem prática; também se procuram sintetizar substâncias para comprovar/testar teorias. Estimava-se em 1996 que deveriam existir  $10^{200}$  moléculas com propriedades de interesse para a medicina.

O interesse pela síntese química estende-se também às substâncias naturais com vista a poder encontrar-se alternativas mais económicas ou de mais fácil acesso. Foi o que aconteceu com a síntese da penicilina quando se descobriram as suas propriedades farmacológicas.

Mas o interesse pela síntese não acontece apenas com moléculas. A pesquisa com vista à síntese de novos átomos continua em progresso, pese embora não seja de prever que eles tenham aplicações práticas.

Em todos os casos de síntese procuram-se métodos que conjuguem o menor número de passos, a maior eficiência no processo e a produção mínima de produtos secundários. A indústria química transformadora procura conciliar o aumento do rendimento dos processos com a redução de custos dos materiais, da mão-de-obra, da energia, sem pôr em causa a qualidade, a segurança e o impacte ambiental mínimo. De facto, muitas das matérias-primas usadas, em particular as derivadas do petróleo, do gás natural e de alguns animais e plantas estão a ser exploradas e consumidas a um ritmo muito superior ao da capacidade da sua reposição. Existe também preocupação com os intermediários dos processos químicos, solventes e catalisadores que devem ser não tóxicos, recuperáveis (recicláveis) após o uso ou biodegradáveis. Espera-se que no futuro seja possível usar mais matérias-primas renováveis como o dióxido de carbono, saís, alcatrão e lamas, que são actualmente consideradas como desperdícios sem valor.

Parece, assim, que o grande desafio das ciências químicas e de engenharia é criar novas moléculas e sistemas químicos, ampliando o universo químico, e aumentar as capacidades futuras, em particular no campo da medicina.

Mas, para que a síntese química possa prosseguir, é fundamental a compreensão, em profundidade, da estrutura molecular e atômica das substâncias conhecidas: distribuição espacial, distâncias interatômicas, ângulos de ligação, natureza das interações intra- e intermoleculares são requisitos indispensáveis para o "desenho" de novas moléculas. A Química estrutural e as técnicas de análise associadas são, assim, uma ferramenta imprescindível para o avanço da síntese de novas substâncias.

Em sentido inverso, quando nos confrontamos com um material novo, a questão mais fundamental que poderemos colocar é "Que moléculas (ou iões, etc.) ele contém e em que quantidade?". Para um cientista químico, isto significa descobrir a composição molecular das substâncias constituintes, a composição quantitativa e o modo como se distribuem entre si. O contexto de tal descoberta pode ser muito diverso: o nosso próprio corpo, o pântano das redondezas, o ar no cume de uma montanha, o pó branco dentro de um envelope, o planeta mais próximo ou uma galáxia distante. Precisamos, pois, de detectar e medir, duas operações que necessitam de instrumentos próprios, as quais, aliás, são essenciais na maioria das actividades humanas, tais como, a produção de bens, os cuidados sobre o ambiente, a saúde e os medicamentos, a agricultura ou a segurança nacional.

Um dos campos que tem vindo a ganhar uma importância crescente diz respeito à interface da Química com a Biologia e a Medicina. Com efeito, entre os maiores desafios que se podem colocar às ciências químicas está a invenção de medicamentos que permitam tratar e até prevenir doenças vitimadoras em grande escala como o cancro, a doença de Alzheimer, a demência ou a diabetes, bem como a invenção de materiais biocompatíveis que permitam substituir partes do próprio organismo. Numa meta mais longínqua estará a produção de sistemas químicos organizados capazes de imitar o funcionamento de células biológicas.

Conhecer a diversidade de materiais naturais é uma das grandes aspirações dos químicos a par da capacidade de produzir um material para um fim específico. Diz-se, por isso, que a investigação sobre síntese química se dirige hoje à procura de processos que viabilizem a construção de moléculas para um determinado fim. Entre as substâncias de síntese mais importantes no século XX estão os polímeros e os nanomateriais, uns e outros formando campos de conhecimento químico específicos: a química macromolecular e a nanoquímica. Embora não seja a única visão, podemos considerar como objecto de estudo das nanociências a preparação, caracterização e aplicação de moléculas com dimensões da ordem de 1 a 100 nm. Também no domínio da nanotecnologia existem avanços muito importantes envolvendo colóides, emulsões, polímeros, cerâmicos e semicondutores. Existe um interesse crescente nas propriedades eléctricas e ópticas de nanopartículas, ao ponto de se imaginar a concepção de máquinas minúsculas capazes de reproduzir processos próprios de sistemas biológicos celulares e se procurar desenvolver técnicas de fabrico de nano-estruturas importantíssimas para componentes de sistemas de micro-electrónica. A revolução na produção de novos materiais parece instalada: substituição do clássico silício na indústria electrónica por materiais orgânicos electrónicos e spintrónicos; exploração de moléculas individuais a nível electrónico de modo a compreender os limites à redução das dimensões de partículas; produção de materiais sofisticados biocompatíveis como os destinados a implantes, os ferromagnéticos orgânicos, os materiais com índice de refacção negativo, os nanoelectrónicos e os colóides funcionais.

Também no domínio da química de polímeros existe um vasto campo de problemas à procura de resposta: síntese de moléculas com estruturas de ordem superior, de materiais semicondutores que permitam a miniaturização de circuitos electrónicos para maior potência nos computadores por aumento da capacidade instalada num dado espaço, de compósitos e materiais híbridos, de biomateriais tubulares capazes de imitar aquilo que se passa num sistema biológico real, de materiais de base sustentada (eco-materiais e eco-tecnologia).

Aquilo que hoje é designado por ciência dos materiais é inseparável da química e da engenharia química, sendo a importância dos materiais ilustrada, preferencialmente, pelos efeitos que os mesmos podem ter na qualidade de vida humana. A lista dos vinte maiores feitos do século XX no domínio da engenharia, compilado pela National Academy of Engineering em 2000 (<http://www.greatachievements.org/>), contempla muitas entradas que dependem dos avanços na ciência e engenharia dos materiais e dentro do que é expectável para o Século XXI, o ritmo de crescimento desta importância irá aumentar muito mais.

Mas as preocupações de químicos e engenheiros químicos também se dirigem a uma melhor compreensão da composição química e comportamento de grandes sistemas como rios, lagos, oceanos, atmosfera e o próprio Planeta. Quais são as interacções de sistemas uns com os outros e como é que os seus efeitos se repercutem na actividade humana e na própria constituição e equilíbrio do Planeta? Preocupamo-nos hoje com a utilização de produtos em condições de segurança para nós próprios e para o ambiente. A segurança ambiental não é mais vista apenas como uma preocupação local. A legislação que regulamenta e fiscaliza as actividades industriais de produção, de transporte, de armazenamento e de consumo de bens tem por base conhecimento científico/químico de modo a antecipar, detectar e evitar riscos para as pessoas e para o ambiente, agora e no futuro. Para a identificação de fenómenos atmosféricos, reconhecidos como problemas ambientais à escala planetária, foi crucial o contributo das ciências químicas (destaca-se a degradação do ozono estratosférico e o aumento do efeito estufa). Associado à compreensão das causas de efeitos tão indesejados como estes para a qualidade de vida e segurança do planeta está o desenvolvimento da chamada "Química Verde", isto é, a concepção de produtos e respectivos processos de produção que gerem impacto mínimo sobre o ambiente (sentido lato). Esta é (deve ser!) a aspiração de quem produz conhecimento científico-tecnológico. No topo deste desígnio não podem deixar de estar os recursos e processos de obtenção de energia. A procura de alternativas viáveis aos combustíveis fósseis tem de ser uma preocupação de cientistas e engenheiros e as ciências químicas tem aí um papel fundamental. Encontrar novas formas de obtenção de energia e novos materiais condutores eléctricos (caso de polímeros condutores, descoberta que mereceu o Prémio Nobel da Química em 2000) é um campo de pesquisa do presente que não pode desenvolver-se sem conhecimento químico.

Mas é no domínio da segurança contra ataques militares, terroristas, criminosos ou catástrofes naturais e acidentais que importa desenvolver sistemas de protecção. No entanto, a complexidade dos problemas é tão vasta que será sempre necessário uma abordagem multidisciplinar, de modo a que possamos dispor de sistemas anti-armas nucleares, biológicas ou químicas. As ciências químicas serão sempre um domínio do conhecimento que não poderá ser ignorado.

## 2.2. Orientações para a Organização do Ensino da Química

Assume-se que a orientação do ensino da Química no 12º Ano deverá reger-se por princípios que promovam a literacia científica dos alunos, pese embora a dificuldade de acordo com os autores sobre um conceito único de literacia científica, e o carácter opcional da disciplina.

Importa, portanto, apresentar os princípios que do nosso ponto de vista justificam as opções programáticas, enquadradas por valores de sociedades democráticas onde o conhecimento será um valor a preservar em favor do desenvolvimento social e da paz.

No entanto, apesar das evidências da importância da Ciência e Tecnologia para a sociedade, não é irrelevante ponderar que finalidades, que objectivos, que conteúdos e que formas de ensino da Ciência e das Tecnologias, neste caso de Química, são as mais adequadas para a formação dos alunos.

Tomam-se como princípios para o ensino da Química perspectivas de educação em ciência preconizadas nos Programas dos 10º e 11º Anos e seguidas por muitos autores espalhados um pouco por todo o mundo. Todos os princípios enunciados se baseiam na democracia como um valor e, por isso, como um objectivo do desenvolvimento humano, e na ciência como um domínio que persegue ideais de bem para a Humanidade. É nesta perspectiva que muitos investigadores em desenvolvimento curricular vêm defendendo que a educação em Ciências deve perseguir ideais de cultura científica dos alunos, por oposição a uma lógica de mera instrução científica, que promovam o desenvolvimento pessoal dos alunos e lhes permitam alcançar uma participação social esclarecida. O modelo de ensino a usar deve assentar no recurso à inter- e transdisciplinaridade dos saberes, à abordagem de situações-problema retiradas de contextos reais, à utilização de estratégias de trabalho metodologicamente diversificadas e à necessidade de conduzir processos de avaliação conceptualmente concordantes.

São oito os princípios utilizados na concepção do Programa da disciplina:

### 1. *Ensinar Química como um dos pilares da cultura do mundo moderno.*

Os temas a desenvolver devem assentar em questões da actualidade onde se mobilizem conceitos químicos importantes na história das ideias em Química, pela sua centralidade. Aliás, desde meados do século XIX que se tem vindo a argumentar que todos os indivíduos cultos deveriam conhecer princípios que explicam como funciona o mundo, saber pensar de forma científica e interpretar correctamente a inter-relação Ciência-Sociedade.

A opção por temas da actualidade envolvendo materiais metálicos, combustíveis e plásticos pretende desenvolver conceitos químicos centrais (por exemplo, ligação química, estrutura atómica e molecular, oxidação-redução, termoquímica, Tabela Periódica), mas salientando a importância deste conhecimento para a interpretação de situações particulares. É o caso da interpretação da diferença de propriedades de substâncias com estruturas distintas, metais, hidrocarbonetos e polímeros (ligação química e grupos funcionais), da degradação dos metais e formas de a minorar, da origem da energia dos combustíveis e das diferenças energéticas de vários combustíveis, da relação entre tipo de substância elementar (metal ou não-metal) e posição do elemento na Tabela Periódica, da variedade de materiais poliméricos em função da reactividade dos respectivos monómeros.

### 2. *Ensinar Química para o dia-a-dia.*

O conhecimento químico deve ser útil para interpretar o que nos rodeia, como o mundo evolui e também como poderemos preservar os recursos existentes. Seleccionaram-se, por isso, conceitos e princípios que podem dar este contributo.



Sendo a diversidade de materiais algo muito valorizado nas sociedades de consumo actuais, importa ajudar a compreender que muitos recursos estão a ser gastos a um ritmo insustentável para o Planeta e que, por isso, há que encontrar formas de os poupar, de encontrar alternativas e/ou de os reciclar. É por esta razão que se incluem tópicos de processos de extracção e exploração de metais e de combustíveis, de recursos energéticos alternativos aos combustíveis fósseis, de fontes de matérias-primas não convencionais para a produção de polímeros, de reciclagem de metais, de materiais orgânicos, de vidros e de plásticos.

### **3. *Ensinar Química como forma de interpretar o mundo.***

O conhecimento científico subjaz à mais evoluída e válida explicação sobre a natureza e é absolutamente necessário que os alunos distingam ciência de outras formas de pensar, que reconheçam os limites da ciência (por exemplo, questões que podem e que não podem ter resposta em ciência), a validade dos dados e dos procedimentos usados para os obter. O ensino da Química, uma ciência, deve ter este enquadramento.

A opção por actividades práticas laboratoriais organizadas em torno de questões-problema procura ser uma aproximação à situação com que se confrontam os cientistas e engenheiros: procurar resposta a uma questão determinada, organizando um procedimento, recolhendo dados, analisando-os e ponderando sobre a conclusão a tirar.

### **4. *Ensinar Química para a cidadania.***

A educação em Química deve ajudar a lidar de forma informada com assuntos sociais, de modo a que os cidadãos possam actuar mais esclarecida e fundamentadamente em democracia. Seleccionar temas geradores de controvérsias para exploração nas aulas de Química, analisando argumentos a favor e contra, será uma via para desenvolver a capacidade de tomar decisões e, eventualmente, de exprimir opinião em debates sobre controvérsias em torno de temas sociais e descobertas científicas.

Todas as Unidades estão organizadas com esta lógica. Escolhidas classes de materiais específicos para cada uma delas, inclui-se sempre o estudo do impacte ambiental, seja da exploração de metais, seja do consumo dos combustíveis fósseis e do esgotamento destes recursos, seja da forma de aumentar a biodegradabilidade dos plásticos. Nas actividades práticas de Sala de Aula os alunos são envolvidos na pesquisa de dados a favor e/ou contra determinada temática controversa e são solicitados a ponderar as consequências de uns e de outros. Através destas actividades pretende-se ilustrar que uma decisão representa uma tomada de posição ponderando argumentos variados, sendo alguns deles de natureza científico-tecnológica. O conhecimento científico é uma componente imprescindível no exercício da cidadania.

### **5. *Ensinar Química para compreender a sua inter-relação com a tecnologia.***

A educação em Química deve ajudar a compreender as inter-relações Química-Tecnologia, em particular como o conhecimento científico influencia o desenvolvimento tecnológico e como o conhecimento tecnológico determina o desenvolvimento científico.

Sendo grande parte do conhecimento químico actual indissociável de aplicações práticas com enorme repercussão na sociedade, não é aceitável conduzir o ensino da Química à margem de uma indústria que disponibiliza bens que marcam o estilo das sociedades actuais, seja na melhoria da qualidade de vida (saúde, alimentação, transportes, vestuário, habitação, comunicações), seja no sobre-consumo de grupos mais favorecidos, aspecto que importa, aliás, discutir. É, por isso, relevante consciencializar os alunos da importância social da actividade industrial, dos produtos industriais que marcam cada época, dos impactes ambientais desses produtos, bem como dos processos que lhes deram origem. A

opção por um programa centrado em materiais implica que em todas as Unidades se refiram aspectos da tecnologia associada à sua obtenção e/ou transformação. Assim acontece no caso dos Metais, no caso dos Combustíveis, no caso dos Plásticos e Vidros. Mais ainda, pretende-se que a formação dos alunos neste domínio possa ser completada com uma visita a uma instalação industrial, de preferência num dos ramos referidos.

#### **6. Ensinar Química para melhorar atitudes face a esta Ciência.**

A educação em Química deve proporcionar aos alunos formas de melhorarem a sua atitude perante o conhecimento químico, em particular combaterem a imagem social negativa da indústria química.

A opção por um programa de Química focado em contextos reais e tendo como objecto de estudo produtos que todos utilizamos em actividades diárias, a maioria deles sem questionarmos a sua proveniência e o seu destino após o uso, permitirá discutir a importância económica e social da actividade industrial, neste caso envolvendo conhecimento químico. Compreender também que é o conhecimento químico que permitirá aumentar a eficácia dos processos (por exemplo, uso de catalisadores na indústria - Unidade 1), minimizar o impacto negativo para a saúde e ambiente (por exemplo, uso de aditivos oxigenados na gasolina para aumentar o índice de octano - Unidade 2) e encontrar materiais alternativos aos de origem biológica capazes de substituir partes do corpo humano em caso de doença ou de acidente (por exemplo, obtenção de biomateriais - Unidade 3).

#### **7. Ensinar Química por razões estéticas.**

O mundo natural apresenta-se com uma enorme beleza intelectual através do conhecimento científico que permite explicar a sua origem, diversidade e evolução. Promover a apropriação de saberes que permitam essa compreensão pode ser causa de deslumbramento intelectual. Compreender pode ser fonte de prazer, de beleza e de inspiração, aspecto fundamental para que os jovens se entusiasmem com o prosseguimento de carreiras científicas.

Embora sejam muito variados os factores que determinam as preferências individuais por áreas de conhecimento distintas e a Química no 12º Ano seja uma disciplina opcional, é previsível que os alunos que a ela acedem se sintam com motivação para avançarem no aprofundamento do conhecimento químico. No entanto, não é linear afirmar qual é o saber que desperta maior motivação. A opção por contextos reais, discutindo problemas actuais, muitos deles geradores de controvérsias, e onde o conhecimento científico surja como necessidade para alcançar resposta a algumas dessas questões poderá ser considerado interessante para os jovens e, eventualmente, estimulante para a procura de mais conhecimento nesse domínio.

#### **8. Ensinar Química para preparar escolhas profissionais.**

O ensino das ciências, e em particular da Química, deve proporcionar informação aos alunos sobre carreiras e actividades profissionais que utilizam conhecimento científico e técnico e sobre vias de estudos que confirmam habilitação específica. Ora é no 12º Ano que muitos tomam decisões sobre vias de estudos a prosseguir posteriormente. Por isso, o ensino da Química deve ser contextualizado em actividades reais. A escolha de materiais específicos, a ênfase na sua constituição e estrutura, nos processos de produção, nas suas propriedades e aplicações poderão constituir caminhos para os jovens se interessarem por carreiras profissionais ligadas às Ciências Químicas e às Tecnologias, por exemplo, Engenharias. Mas poderão também entusiasmar-se pelas Ciências da Saúde se preferirem compreender sistemas biológicos ou formas de neles intervir. Embora se tenham escolhido

classes de materiais específicos (não seria nunca possível esgotar todas as possibilidades), os tipos seleccionados permitem compreender que a química dos materiais é importante em praticamente todos os sectores da actividade humana (da saúde ao lazer, da construção à exploração do espaço, dos transportes à maquinaria industrial, da segurança ao combate ao terrorismo).

### 2.3. Finalidades da Disciplina de Química

A disciplina de Química tem como finalidade criar condições para que os alunos que a ela acedam, no final do Ensino Secundário, possam alargar o leque de competências que a disciplina de Física e Química, em particular a componente de Química, terá permitido desenvolver. Tomam-se como referência competências que autores contemporâneos e organizações como a OCDE consideram serem fundamentais para a promoção da literacia científica. São três as dimensões de competências a considerar: os saberes, as acções e os valores, as quais no caso da Química poderão ser as seguintes.

A *dimensão dos saberes* inclui:

- (1) competências de conteúdo (conhecimento declarativo e conceptual do domínio da Química);
- (2) competências epistemológicas (visão geral sobre o significado da Ciência, e da Química em particular, como forma de ver o mundo, distinta de outras interpretações).

A *dimensão das acções* inclui:

- (1) competências de aprendizagem (capacidade para usar diferentes estratégias de aprendizagem e modos de construção de conhecimento científico);
- (2) competências sociais (capacidade para cooperar em equipa de forma a recolher dados, executar procedimentos ou interpretar informação científica);
- (3) competências processuais (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar destrezas matemáticas; usar modelos; analisar criticamente situações particulares, gerar e testar hipóteses);
- (4) competências comunicativas (capacidade para usar e compreender linguagem científica, registar, ler e argumentar usando informação científica).

A *dimensão dos valores* diz respeito a competências éticas (conhecimento de normas e sua relatividade em contextos locais e ainda do seu carácter temporal).

### 2.4. Sugestões Metodológicas

Para a concretização das competências referidas no ponto anterior é fundamental ter especial atenção aos temas seleccionados e às metodologias de trabalho propostas. De facto, o ensino deve ser considerado um meio para o desenvolvimento do aluno em todas as suas potencialidades e não como um fim em si mesmo. Ora, a escolha dos temas e as questões colocadas (natureza e tipo aberto ou fechado) são determinantes para as opções didácticas em sala de aula. E estas devem ser orientadas para a autonomia do aluno na procura de informação, na sua organização, análise e sistematização.

É nesta perspectiva que se defende e propõe que as aprendizagens descritas nos Objectivos de cada Unidade sejam alcançadas através da realização de **Actividades Práticas de Sala de Aula ou de Laboratório**.

Em todos os casos será sempre necessário que os alunos saibam o que procuram, tomem consciência se a questão é ou não plausível de ter resposta em Ciência (Química), quais as vias possíveis para alcançar uma resposta, reflectam sobre as limitações das várias alternativas, e saibam explicitar a nova compreensão alcançada.

As Actividades Práticas de Sala de Aula apresentadas em cada Unidade deverão ser consideradas como sugestões/exemplos de actividades promotoras nos alunos de algumas das competências e saberes listados. A opção por estas propostas deverá ser ponderada pelo professor tendo em conta uma avaliação prévia da sua adequação ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, seus interesses e capacidade de gerar novas capacidades até então pouco exploradas.

No caso das Actividades Prático-Laboratoriais espera-se que os alunos tenham alcançado nos dois anos precedentes competências que lhes permitam, de forma mais autónoma, desenvolver as tarefas próprias da fase preparatória prévia (clarificação do tema, ideias prévias sobre o assunto, pesquisa de informação sobre técnicas, planeamento da experiência em todas as suas etapas), da fase de realização (selecção e manipulação de equipamentos com correcção e segurança, recolha, registo e organização de dados e elaboração de conclusões) e da fase posterior (análise crítica dos resultados obtidos, identificação das suas limitações e propostas de modos de as superar).

Quaisquer que sejam as Actividades Práticas a seleccionar, importa compreender que as suas implicações para o crescimento dos alunos dependerão do seu todo, isto é, as competências desenvolvem-se nos indivíduos através de processos múltiplos intra- e interpessoais. É nesta lógica que se defende a realização de tarefas em grupo onde a comunicação entre os indivíduos e destes com públicos exteriores seja promovida.

No entanto, as actividades práticas podem ser de tipo muito diferente consoante o grau de elaboração, o que depende dos objectivos que se pretendem alcançar através da sua realização. Aquilo que distingue as actividades práticas não é pois o fenómeno (actividades diferentes podem centrar-se sobre o mesmo fenómeno), mas o procedimento seguido, o que estará relacionado com a finalidade da mesma.

Tendo em conta o grau de elaboração crescente das tarefas a realizar, podem considerar-se quatro tipos de actividades práticas.

- 1) Experiências sensoriais baseadas na visão, no olfacto, no tacto, na audição.
- 2) Experiências de verificação/ilustração destinadas a ilustrar um princípio ou uma relação entre variáveis.
- 3) Exercícios práticos orientados para a aprendizagem de competências específicas, que podem ser de natureza laboratorial, cognitiva (interpretação, classificação, elaboração de hipóteses) e/ou comunicacional (planificação de uma experiência, apresentação dos resultados, elaboração de relatório escrito), ou ainda para a ilustração e verificação experimental de uma dada teoria. Assim, na categoria de Exercícios Práticos cabem as actividades que se destinam a aprender métodos e técnicas ou a ilustrar teorias. Conhece-se, portanto, à partida o resultado que deverá ser obtido.
- 4) Investigações ou actividades investigativas são aquelas que visam encontrar resposta para uma questão-problema e são por isso conduzidas na perspectiva de trabalho científico. Visam proporcionar ao aluno o desenvolvimento da compreensão de procedimentos próprios do questionamento e, através da sua aplicação, resolver problemas de índole mais teórica ou mais prática, neste caso normalmente emergentes de contextos reais que lhe são familiares.

No caso do Programa de Química para o 12º ano podem, tomar-se como exemplos de cada um dos tipos acima indicados as seguintes situações, todas elas com valor formativo:

<p><b><u>Experiências sensoriais</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Observar alterações em materiais diversos durante e após a ocorrência de reacções químicas (Várias Actividades)</li> <li>▪ Cheirar substâncias e materiais (com precaução!) com vista à sua identificação (Unid.3 - AL 3.4)</li> </ul>
<p><b><u>Experiências de verificação/ilustração</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar técnicas de crescimento de cristais (Unid. 3 - AL 3.3)</li> <li>▪ Verificar o efeito da vulcanização do látex na elasticidade do produto final (Unid.3 - AL 3.5)</li> </ul>
<p><b><u>Exercícios Práticos</u></b></p> <p>- <b>Competências laboratoriais</b></p> <p>- <b>Competências cognitivas</b></p> <p>- <b>Competências comunicativas</b></p> <p>- <b>Ilustração de uma teoria</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efectuar uma destilação fraccionada (Unid.2 - AL 2.1)</li> <li>▪ Efectuar a síntese de um éster (Unid.3 - AL 3.4)</li> <li>▪ Classificar objectos/exemplares formando grupos de acordo com critérios específicos</li> <li>▪ Formular uma questão</li> <li>▪ Fazer uma previsão de resultados (Várias Actividades)</li> <li>▪ Relatar uma observação</li> <li>▪ Elaborar um relatório</li> <li>▪ Descrever dificuldades sentidas na execução de uma actividade (Todas as Actividades)</li> <li>▪ Verificar o efeito da adição de uma substância não volátil e não iónica no ponto de fusão e de ebulição da água (Unid.2 - AL 2.2)</li> <li>▪ Identificar plásticos usando testes físico-químicos (Unid.3 - AL 3.1)</li> <li>▪ Determinar a concentração de uma solução corada pela intensidade da sua cor (Unid.1 - AL 1.5)</li> </ul>
<p><b><u>Investigações</u></b></p> <p>- <b>Teóricas</b></p> <p>- <b>Práticas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Qual a influência da posição do grupo OH e do comprimento da cadeia carbonada de álcoois na entalpia de combustão? (Unid.2 - AL 2.5)</li> <li>▪ Qual a relação entre a rapidez de uma reacção química catalisada e a temperatura de reacção? (Unid. 1 - AL 1.7)</li> <li>▪ Que factores afectam a corrosão de um metal? (Unid.1 - AL 1.3)</li> <li>▪ Será diferente o índice de refração de materiais transparentes distintos? (Unid.3 - AL 3.2)</li> <li>▪ Como funciona um sistema tampão? (Unid.1 - AL 1.6)</li> </ul>

Em todas as Unidades está prevista uma Actividade de Projecto Laboratorial, a desenvolver ao longo da Unidade, e para a qual se reservam duas a quatro aulas Prático-Laboratoriais, seguidas ou intercaladas consoante o professor considere mais adequado.

Neste Projecto pretende-se que o envolvimento dos alunos seja mais acentuado em todas as fases (preparação, desenvolvimento e avaliação). Trata-se, portanto, de um momento especial para o aluno testar o grau de desenvolvimento das suas próprias competências que outras actividades anteriores deverão ter ajudado a alcançar. Assim, e deste ponto de vista, este pequeno Projecto pode também funcionar como um instrumento para o aluno fazer a sua auto-avaliação, identificando aquilo que já é capaz de fazer e, sobretudo, aquilo onde necessita de maior investimento ao nível da formação e, portanto, de apoio por parte do professor. Dada a natureza dos temas propostos, os três Projectos permitirão, no seu conjunto, realizar actividades muito variadas em tipo e grau de abertura e, conseqüentemente, promoverão competências diversas. O desenvolvimento do pensamento crítico necessário à tomada de decisão terá aqui uma expressão muito acentuada.

## 2.5. Avaliação

A concepção do programa de uma disciplina, qualquer que seja o nível de escolaridade, deverá sempre ter associado um modelo, instrumentos e procedimentos adequados que permitam aos seus promotores e utilizadores ajuizar sobre a adequabilidade da proposta para o fim em vista. Assim, poder-se-á falar em avaliação do Programa (coerência interna na articulação de objectivos e propostas - avaliação interna; impacte junto dos seus destinatários, professores e alunos - avaliação externa), em avaliação de procedimentos e atitudes que induz, e em avaliação de aprendizagens que os alunos podem alcançar.

A avaliação que, neste momento, se pretende abordar no contexto do presente programa é a avaliação das aprendizagens que os alunos poderão alcançar, em particular os procedimentos a utilizar pelos professores.

Sabe-se que o desempenho dos alunos é fortemente influenciado pelas práticas de avaliação conduzidas pelos professores na sala de aula e que o tipo de *feedback* proporcionado ao aluno sobre as suas próprias aprendizagens, durante o processo de ensino, desempenha um papel crucial no ritmo e na qualidade das aprendizagens.

A avaliação é muito mais do que aplicação de testes. Trata-se de um processo contínuo e interpretativo por oposição a uma série de acontecimentos esporádicos e independentes, o qual deve servir ao aluno como orientação para aspectos aos quais necessita de prestar especial atenção - a avaliação formativa. Deste ponto de vista, a avaliação é reconhecida como parte do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, o conceito mais corrente de avaliação refere-se à medição das aprendizagens evidenciadas pelos alunos, segundo uma escala pré-estabelecida, com vista à atribuição de uma classificação. Conhecer a filosofia da avaliação, os instrumentos a utilizar, o tipo de aprendizagens que valoriza é algo que condiciona fortemente aquilo que se faz na sala de aula, pelo que tais condicionantes deverão estar perfeitamente sintonizados e articulados com a filosofia do Programa e as competências que procura promover nos alunos. Assim, importa sistematizar três ideias fundamentais que o presente Programa preconiza:

1. A avaliação dos alunos é um processo basilar para a actividade de ensino. A avaliação não é algo que vem depois do ensino mas faz parte integral do processo, pois permite ao professor apropriar-se de informações para fazer ajustamentos de objectivos de aprendizagem e metodologias de ensino.

2. A avaliação deve ser centrada no aluno de modo a que constitua, efectivamente, uma via para ajudar o aluno a aperceber-se daquilo que ainda não é capaz de fazer. Assume-se, assim, a importância da avaliação como uma actividade formativa.
3. Os professores têm a responsabilidade de disponibilizar aos alunos informações correctas e justificadas sobre o tipo de aprendizagens alcançadas, que não ponham em causa o entusiasmo e auto-confiança de cada estudante relativamente a aprendizagens posteriores. A avaliação compreensiva envolve o uso de fontes diversas e diz respeito a aprendizagens específicas.

Os instrumentos de recolha de dados para avaliação deverão ser adequados às aprendizagens em apreciação e deverão permitir ajuizar sobre o grau/nível da competência que tal aprendizagem terá permitido alcançar.

Por exemplo, as competências de natureza laboratorial, não podem ser avaliadas através de testes de papel e lápis; é necessário apreciar o que o aluno faz e o modo como o faz, conhecer as razões que o levaram a proceder de determinada forma, analisar o modo como discute dados e resultados parcelares, como elabora conclusões e também como as apresenta a outros. O recurso a grelhas de verificação a preencher pelo professor, previamente discutidas com os alunos, poderá ser uma via adequada a tal fim. Também as sugestões de avaliação propostas no final de cada Actividade Prático-Laboratorial poderão ser usadas para proceder à avaliação formativa das aprendizagens alcançadas pelos alunos.

Salienta-se, no entanto, que as tarefas propostas ao longo do Programa são muito diversificadas, pelo que as técnicas de recolha de dados para avaliação também o deverão ser. Entre elas estarão: relatórios de actividades, planos de experiências, questões formuladas, respostas orais ou por escrito a questões colocadas, análise crítica de notícias com formulação de opinião, confrontação de argumentos, registos ocasionais, *portfolios*...

Importa ainda salientar que um programa de orientação CTS implica que a avaliação se estenda a todas as três dimensões: a dimensão dos saberes, a dimensão das acções e a dimensão dos valores, e incida sobre objectivos direccionados para a Ciência (Química), para a Tecnologia e para a Sociedade.

## Unidade 1 - Metais e Ligas Metálicas

### Introdução

Apesar de a idade dos metais se ter iniciado cerca de 8000 a. C., não se pode apontar um fim para este período que mudou radicalmente a civilização, ao colocar termo à idade da pedra. Tudo começou com a exploração do cobre, o primeiro metal a ser transformado pelo ser humano. Rapidamente se fez a descoberta de que o estanho adicionado ao cobre, originava um material mais tenaz e duradouro, criando-se assim a primeira liga, o bronze, que iria dominar a civilização nos 2000 anos seguintes, até ao aparecimento da idade do ferro. A tecnologia do ser humano primitivo foi-se desenvolvendo e, progressivamente, os metais e as ligas metálicas transformados em artefactos cada vez mais sofisticados, foram sendo marcos da civilização: o fabrico de armas e ferramentas transformou aldeias em cidades, conduziu os povos a guerras pela conquista de territórios ricos em metais. O ouro e a prata, metais nativos e raros, tornaram-se o símbolo da riqueza de uma civilização tendo sido utilizados no fabrico de jóias e moedas. A tal ponto se fez a eleição do ouro como o símbolo do poder e da riqueza que, no túmulo de Tutankhamon, falecido cerca de 1400 a. C., foi encontrado mais ouro do que o contido no Banco Real do Egipto à data da sua descoberta, em 1922!

O ferro, utilizado pela primeira vez no Mediterrâneo oriental, cerca de 1500 a. C., somente 900 anos mais tarde, deu início à sua era na Europa Ocidental e na China. Rapidamente se descobriu que era possível endurecer o ferro aquecendo-o em contacto com o carvão e mergulhando-o ainda quente em água: o aço fez assim a sua primeira aparição. Actualmente, não se pode falar de aço como um único material, já que existem várias ligas de ferro e carbono com uma grande variedade de outras substâncias incorporadas.

Os metais foram assim progressivamente extraídos da crosta terrestre, transformados e utilizados de tal forma que nos é impossível pensar na vida quotidiana sem metais, quer eles sejam usados na sua forma pura, em ligas ou na constituição de sais. De acordo com as propriedades de cada um destes materiais, os seus usos são incomensuráveis e nas áreas mais diversificadas: na condução de corrente eléctrica, em joalheria, no fabrico de utensílios domésticos, de mobiliário, de armas, na aeronáutica, na construção civil e obras públicas, como supercondutores, em computadores e na comunicação, nos transportes, em células fotoeléctricas, em aplicações biomédicas e cirúrgicas, na actual produção dos chamados metais com memória de forma e dos compósitos de matriz metálica.

No entanto, o uso em larga escala dos materiais metálicos acarreta problemas para a humanidade: a medalha tem o seu reverso. Por um lado, a escassez dos recursos naturais, que torna premente a necessidade da sua reciclagem e revalorização; por outro lado, as consequências nefastas da sua degradação, quer para a sociedade em geral, quer para o ambiente em particular e que obrigam ao tratamento e protecção de forma a inviabilizar a corrosão que deles é apanágio.

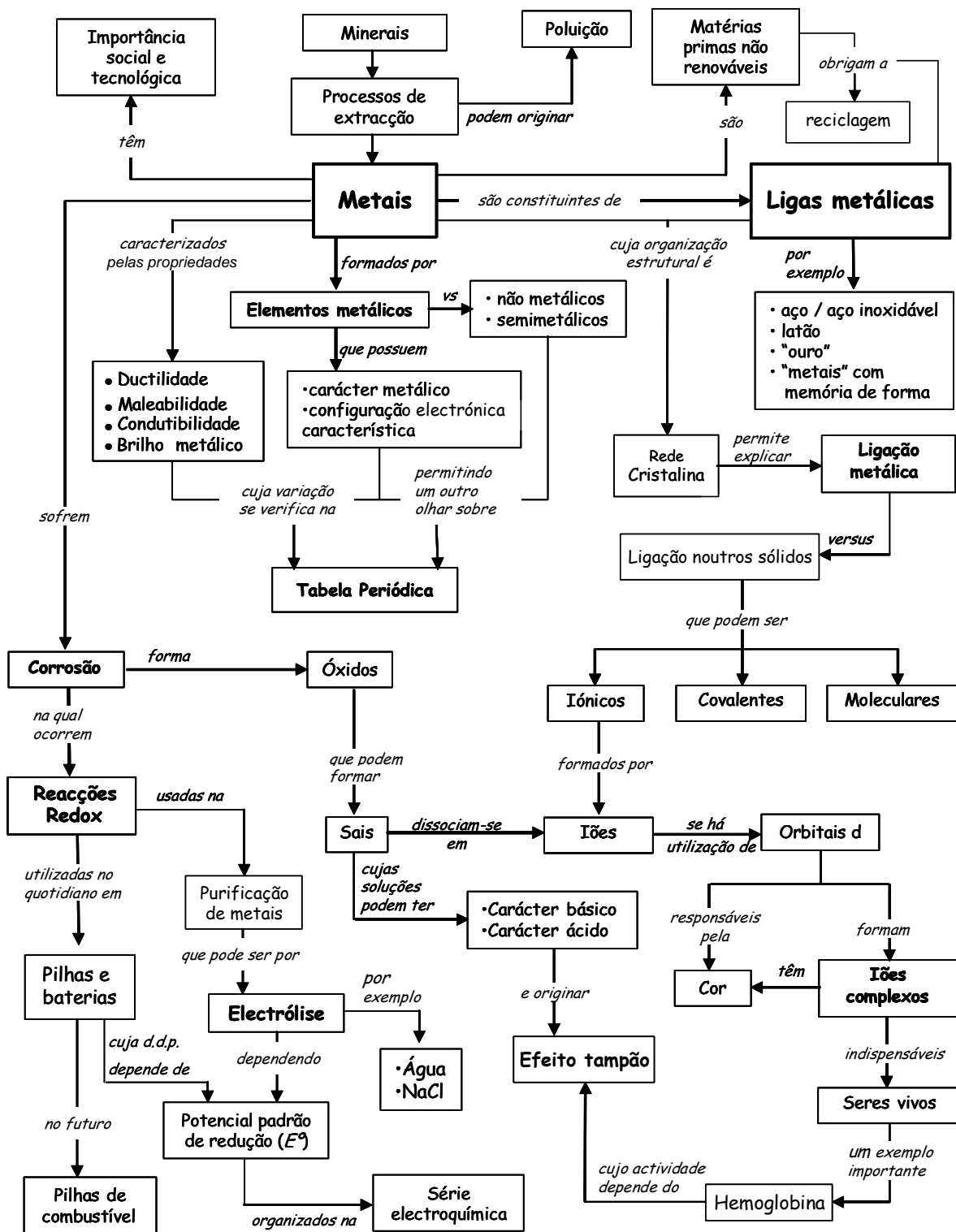
Afinal, a importância destes materiais na vida contemporânea revela-se tão grande quanto o era no início da era dos metais, fazendo-nos crer que, com o avanço da ciência e da tecnologia, a imensa variedade das ligas desenhadas para oferecerem propriedades para fins cada vez mais específicos, engrossará a lista dos seus usos e aplicações, tornando-os matéria-prima de procura possivelmente eterna. A melhoria das características do desempenho destes materiais assegura simultaneamente uma economia de matéria-prima e de energia, dado permitir a utilização de menor quantidade de material para satisfazer uma



dada aplicação, garantindo deste modo aos detentores do "melhor saber-fazer", um acréscimo de produtividade.

Este contexto afigura-se pertinente para o estudo de um grande manancial de tópicos de Química, como os que respeitam à ligação metálica, às propriedades dos metais, em geral e dos metais de transição em particular, às reacções de oxidação-redução que ocorrem na corrosão e nas pilhas, na protecção de metais, à electrólise, à reactividade dos óxidos metálicos, aos iões complexos e à catálise por metais. A abordagem destes tópicos deseje-se de cariz interdisciplinar, com forte ênfase na tecnologia e evidenciando o enorme impacto que os materiais metálicos têm na melhoria da qualidade de vida das sociedades actuais, permitindo assim que os alunos aprendam sobre ciência e através dela.

A Unidade está prevista para 30 aulas de 90 minutos (45 horas), incluindo as de índole prático-laboratorial e a Actividade de Projecto Laboratorial (APL).



## Objecto de Ensino

### 1.1 Metais e Ligas Metálicas

#### 1.1.1. A importância dos metais na sociedade actual

- Perspectiva histórica da utilização dos metais: era do cobre, era do bronze e era do ferro; a "era" do aço e a "era" dos novos materiais
- Algumas aplicações dos metais no presente e no futuro próximo
- Metais: matérias-primas não renováveis
- Composição de uma liga metálica - **AL 1.1**

#### 1.1.2. Um outro olhar sobre a Tabela Periódica dos elementos

- Os elementos metálicos na Tabela Periódica (blocos s, p, d, f)
- Os Metais de Transição: a especificidade das orbitais d
- Os Metais de Transição Interna e as orbitais f

#### 1.1.3. Estrutura e propriedades dos metais

- A ligação metálica
- Propriedades características dos metais como substâncias ou materiais: brilho, maleabilidade, ductibilidade, condutibilidade térmica e eléctrica
- Sólidos metálicos versus outros tipos de sólidos (iónicos, covalentes, moleculares)
- Ligas metálicas: aço e aço inoxidável, bronze, "ouro", "prata de lei", amálgamas, estanho, latão, constantan, cuproníquel, solda, "metais" com memória de forma
- A reciclagem de metais
- Um ciclo de Cobre - **AL 1.2**

### 1.2. Degradação dos Metais

#### 1.2.1. Corrosão: uma oxidação indesejada

- A corrosão como uma reacção de oxidação-redução
- A importância do meio nas reacções de oxidação-redução

#### 1.2.2. Pilhas e baterias: uma oxidação útil

- As pilhas como fonte de energia
- A reactividade dos metais e o Potencial Padrão de eléctrodo
- A espontaneidade das reacções redox
- As pilhas no quotidiano: pilhas alcalinas, pilhas recarregáveis, baterias e acumuladores
- As pilhas do futuro: pilhas de combustível ou a combustão à distância

#### 1.2.3. Protecção de metais

- As ligas metálicas e a resistência à corrosão
- A protecção catódica
- Protecção de superfície: galvanoplastia e anodização
- Corrosão e protecção de metais - **AL 1.3**
- Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada - **APL**

### 1.3. Metais, Ambiente e Vida

#### 1.3.1. Dos minerais aos materiais metálicos

- Os minerais como fonte de metais: óxidos e sulfuretos
- A exploração mineira e seu impacto ambiental
- Processos mais utilizados de extracção de metais
- Extracção por redução: métodos químicos e electrolíticos
- A electrolise: uma reacção química forçada

#### 1.3.2. Metais, complexos e cor

- Complexos e compostos de coordenação

- O caso dos detergentes com EDTA
- Estabilidade de complexos: constantes de formação
- Determinação do  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  em alimentos por formação de complexos - **AL 1.4**
- A cor nos complexos
- A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos - **AL 1.5**

### **1.3.3. Os metais no organismo humano**

- Metais essenciais e metais tóxicos
- A hemoglobina e o transporte de gases no sangue
- O caso do  $\text{CO}_2$  indispensável: efeito tampão
- Funcionamento de um sistema tampão - **AL 1.6**

### **1.3.4. Os metais como catalisadores**

- A importância dos catalisadores na vida e na indústria
- Catalisadores de automóveis e poluição
- Catalisadores industriais e economia
- Catalisadores biológicos: enzimas e a química da vida
- Catálise enzimática:
  - efeito da temperatura e de um inibidor sobre uma reacção bioquímica - **AL 1.7**
  - Catálise homogénea e catálise heterogénea
  - Mecanismos de catálise: estado de transição e energia de activação
  - Os metais em catálise

## Objectivos de Aprendizagem

### 1.1. Metais e Ligas Metálicas

5 aulas + 2 AL

#### 1.1.1. A importância dos metais na sociedade actual

- Reconhecer a importância fundamental dos metais na evolução das sociedades ao longo dos séculos: as eras do cobre, do bronze e do ferro, a "era" do aço e a era dos novos materiais
- Reconhecer a importância dos metais em situações muito diversificadas da vida diária e das actividades profissionais

#### 1.1.2. Um outro olhar sobre a Tabela Periódica dos elementos

- Reconhecer a predominância de elementos metálicos na Tabela Periódica em relação aos elementos não-metálicos
- Comparar os elementos metálicos e não-metálicos pelo tipo de iões que predominantemente formam
- Identificar os elementos metálicos como aqueles que apresentam baixa energia de ionização e os não-metálicos como aqueles que apresentam elevada afinidade electrónica
- Associar afinidade electrónica à energia envolvida na captação de uma mole electrões por uma mole de átomos no estado fundamental, estando a substância no estado gasoso
- Identificar as posições dos elementos metálicos (metais, metais de transição e metais de transição interna) na Tabela Periódica com as características das configurações electrónicas dos respectivos átomos
- Identificar os elementos semi-metálicos como aqueles que apresentam simultaneamente propriedades características de elementos metálicos e de elementos não metálicos
- Caracterizar as orbitais d e f quanto ao número

#### 1.1.3. Estrutura e propriedades dos metais

- Interpretar a ligação metálica como o resultado da interacção electrostática entre os iões "metálicos" (positivos) da rede cristalina tridimensional e os electrões nela dispersos
- Associar a ocorrência de ligação metálica entre átomos que apresentam, simultaneamente, baixa energia de ionização, várias orbitais de valência vazias e um número de electrões de valência menor que o número de orbitais de valência
- Interpretar a maleabilidade, a ductilidade e a condutibilidade eléctrica que caracterizam um material metálico com base na respectiva ligação química e estrutura
- Distinguir entre metais e outros tipos de sólidos (iónicos, moleculares e covalentes), correspondentes a diferentes tipos de ligações entre as suas unidades estruturais
- Interpretar a estabilidade de um cristal iónico como resultado do efeito cumulativo das interacções ao longo do cristal, designado por "energia da rede cristalina"
- Reconhecer que um cristal covalente pode ser descrito como uma "molécula" macroscópica
- Associar a dureza do diamante à sua estrutura de sólido covalente tridimensional
- Identificar os sólidos moleculares como uma associação de moléculas que não perdem individualidade e se mantêm unidas por interacções de natureza electrostática, designadas por "interacções intermoleculares"
- Caracterizar uma liga metálica como uma solução sólida: mistura homogénea de um metal com um ou mais elementos, metálicos ou não metálicos, a partir da mistura dos componentes fundidos e posteriormente arrefecidos
- Identificar os metais do bloco d da Tabela Periódica dos elementos como os metais predominantes nas ligas metálicas

- Reconhecer a importância das ligas metálicas em determinadas utilizações, pelo facto de se poder controlar a sua composição e, conseqüentemente, "desenhar" as suas propriedades
- Identificar a composição de algumas ligas e conhecer domínios de aplicação: bronze, estanho, latão, constantan, cuproníquel, solda, amálgama
- Reconhecer a importância especial dos materiais designados por aços na sociedade industrializada actual, explicitando algumas aplicações
- Interpretar o significado de alguns termos usados vulgarmente: "ouro de lei" e "prata de lei", e "ouro de 18K" e "ouro de 24K", "ouro branco"
- Referir a cada vez maior importância tecnológica das ligas com memória de forma
- Interpretar o efeito da memória de forma como resultado de um rearranjo da posição dos átomos na rede cristalina, provocado por variação de temperatura ou deformação mecânica
- Referir exemplos de ligas que têm memória de forma: ouro-cádmio, cobre-alumínio, cobre-alumínio-níquel e níquel-titânio (vulgarmente conhecido por NiTinol) e suas aplicações mais comuns (ortodontia, cirurgia, optometria e óptica)
- Relacionar a importância da reciclagem e da revalorização dos objectos e equipamentos metálicos com a limitação de recursos naturais e a diminuição de resíduos e de consumos energéticos
- Relacionar a eficiência dos processos de reciclagem repetidos e sucessivos com a não-degradação da estrutura metálica

## 1.2. Degradação dos Metais

8 aulas + 1 AL

### 1.2.1. Corrosão: uma oxidação indesejada

- Reconhecer que a maioria dos Metais de Transição tem número de oxidação variável
- Relacionar o número de oxidação variável com a configuração electrónica dos átomos respectivos (orbitais d)
- Relacionar a corrosão dos metais com um processo de deterioração por via electroquímica: formação de óxidos, hidróxidos e sulfuretos (ferrugem, verdetes e "patine")
- Interpretar a sequência de processos físico-químicos que estão na origem da formação de ferrugem
- Interpretar o aumento da corrosão dos metais pela presença de humidade, de ácidos ou bases e de poluentes como, por exemplo,  $\text{SO}_2$  e  $\text{Cl}^-$
- Interpretar o efeito do pH do meio nas reacções de oxidação dos metais
- Interpretar o significado do acerto de equações relativas a reacções de oxidação-redução em meio ácido e em meio alcalino

### 1.2.2. Pilhas e baterias: uma oxidação útil

- Identificar os componentes de uma pilha (ou célula galvânica)
- Interpretar a reacção da pilha em termos de duas semi-reacções
- Interpretar a função da ponte salina como componente de algumas pilhas
- Relacionar o ânodo de uma pilha com o local onde ocorre a oxidação e o cátodo com o local onde ocorre a redução
- Descrever e interpretar o sentido do fluxo dos electrões no circuito que liga os eléctrodos e o sentido dos iões na ponte salina
- Associar o conceito de potencial padrão à diferença de potencial medida numa pilha quando as soluções têm concentração  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  e todos os gases estão à pressão de  $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$

- Identificar o eléctrodo de hidrogénio como o padrão de comparação de potenciais de redução
- Interpretar o conceito de eléctrodo inerte como um eléctrodo que proporciona uma superfície de contacto para a ocorrência de uma oxidação ou redução, mas não participa na reacção electroquímica
- Associar os conceitos de semi-pilha e de potenciais padrão de redução
- Interpretar a ordenação das espécies químicas na série electroquímica, usando o conceito de potenciais padrão de redução,  $E^\circ$
- Relacionar o sinal de  $E^\circ$  com a tendência para a reacção ocorrer, espontaneamente, num determinado sentido
- Seleccionar a partir de uma tabela de potenciais de redução padrão, os componentes adequados para a construção de uma determinada pilha
- Prever o valor de  $E$  de uma pilha conhecendo as concentrações das soluções
- Relacionar o "esgotamento" de uma pilha com o estado de equilíbrio do sistema
- Relacionar o valor de  $E^\circ$  com a constante de equilíbrio da reacção
- Descrever e interpretar o funcionamento de uma pilha comercial
- Identificar os componentes de uma pilha comercial (de mercúrio; salinas; alcalinas; de lítio)
- Associar a necessidade de se reduzir a utilização de pilhas com os perigos de poluição que decorrem do não tratamento/reciclagem das pilhas usadas
- Identificar uma pilha recarregável como aquela cuja reacção é reversível por aplicação de uma diferença de potencial
- Compreender as reacções que ocorrem durante a carga e a descarga de uma bateria
- Caracterizar o funcionamento de uma pilha de combustível em termos de uma reacção de combustão realizada directamente por meios electroquímicos
- Associar o elevado rendimento de uma pilha de combustível, relativamente à queima do mesmo combustível, com a redução das perdas de calor para o exterior

### 1.2.3. Protecção de metais

- Identificar algumas ligas metálicas com elevada resistência à corrosão
- Interpretar o processo de protecção catódica e o papel do "ânodo de sacrifício" e suas aplicações correntes (protecção de "pipelines" (oleadutos), termoacumuladores e navios)
- Identificar a galvanoplastia como técnica de conservação e revestimento de metais e interpretar o processo a partir da série electroquímica
- Identificar a anodização do alumínio como um processo que aproveita o facto de o alumínio ser naturalmente protegido da oxidação pela formação de uma camada de óxido de alumínio

## 1.3. Metais, Ambiente e Vida

8 aulas + 3 AL

### 1.3.1. Dos minerais aos materiais metálicos

- Reconhecer que a maior parte dos metais ocorre na natureza combinado com outros elementos, formando minerais
- Relacionar a predominância de óxidos (minerais mais recentes) e sulfuretos (minerais mais antigos) com a composição da atmosfera primitiva e recente
- Distinguir minério de um mineral em termos da abundância suficiente de metal que, no primeiro, permite a sua exploração económica
- Conhecer a evolução de alguns processos de extracção mineira e das condições de segurança, bem como dos impactes ambientais associados (durante e após a extracção)

- Identificar alguns problemas de poluição directamente associados à extracção de metais, em particular a chuva ácida (minas em actividade) e as águas de lixiviação (minas desactivadas)
- Relacionar metalurgia com a ciência e a tecnologia de produção de metais a partir dos seus minérios e ainda a produção de ligas metálicas
- Reconhecer os metais como materiais de síntese, na sua maioria (excepto os metais nativos)
- Associar a transformação de um composto metálico em metal a um processo de oxidação-redução, com redução dos iões metálicos correspondentes
- Associar a "redução química" ao processo em que se utiliza o metal mais electropositivo como agente redutor
- Interpretar a utilização preferencial de carvão para extracção de metais por redução química por razões de economia industrial
- Interpretar a inclusão do carbono na a série electroquímica utilizada em metalurgia (Pt Au Ag Cu (H) Pb Sn Fe Zn (C) Al Mg Ca Na K) com objectivos operacionais
- Reconhecer que a redução electrolítica é apropriada para metais à direita do carbono na série electroquímica, isto é, mais facilmente oxidáveis (mais electropositivos)
- Interpretar a electrólise como um processo para forçar uma reacção química de oxidação-redução, caracterizando as semi-reacções correspondentes (casos  $H_2O(l)$ ,  $NaCl(aq)$ ,  $NaCl(l)$ )
- Reconhecer a electrólise do cloreto de sódio fundido como o processo mais comum de obtenção de sódio metálico

### 1.3.2. Metais, complexos e cor

- Caracterizar um complexo em termos da sua estrutura de ião metálico central rodeado de aniões ou moléculas neutras, designadas por ligandos
- Reconhecer como característica dos ligandos a presença de pelo menos um par de electrões não partilhado
- Interpretar a ligação de coordenação em termos de interacção electrostática entre o centro positivo e os pares de electrões não partilhados dos ligandos
- Distinguir complexo de composto de coordenação, em que este último é uma espécie neutra que contém pelo menos um complexo
- Utilizar a constante de formação de um complexo para prever quantitativamente a sua presença numa solução
- Interpretar o papel da formação de complexos em equilíbrios de solubilidade
- Reconhecer o papel dos complexos em diversas áreas, como a metalurgia (extracção de ouro e prata com cianetos), aplicações terapêuticas anti-cancerígenas (complexos de platina), imagem médica (complexos de gadolínio), sistemas luminescentes (complexos de európio)
- Caracterizar ligando polidentado como um ligando que pode coordenar-se ao ião metálico central por mais de um par de electrões (exemplos: EDTA e DOTA - imagem médica)
- Identificar os números de coordenação mais comuns (2, 4, 6) e as geometrias dos complexos associados
- Associar a cor dos complexos com a absorção de radiação em zonas específicas do espectro visível devido a transições electrónicas entre orbitais d, cuja separação é determinada pelas características do ligando
- Utilizar a relação entre a intensidade de radiação absorvida por uma solução corada e a concentração da substância corada, em determinações quantitativas (lei de Lambert-Beer)



### 1.3.3. Os metais no organismo humano

- Discutir a "ambivalência dos metais": metais essenciais e metais tóxicos
- Reconhecer a importância de alguns metais essenciais à vida (Fe; Mg; Ca; K; Na;...) e sua função
- Relacionar a toxicidade de alguns metais (Pb; Cr; Hg;...) com os efeitos sobre o Homem e sobre o ambiente
- Identificar o grupo *heme* da hemoglobina como um complexo de ferro
- Relacionar o transporte de gases pelo sangue ( $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ) com a afinidade à hemoglobina e sua dependência do pH do meio
- Caracterizar a importância do  $CO_2$  como "amortecedor" ou tampão do sangue
- Relacionar o efeito tampão de uma solução com a sua composição
- Explicitar o significado de grau de ionização ou de dissociação de ácidos e bases
- Relacionar  $K_a$  e  $K_b$  com o grau de ionização /dissociação
- Associar as propriedades básicas ou ácidas de uma solução de um sal à hidrólise dos seus iões constituintes, isto é, à reacção entre os iões do sal e a água, relacionando-as com o valor de  $K_a$  ou  $K_b$  dos iões do sal
- Interpretar a variação de pH ao longo de uma titulação de ácido fraco - base forte, de base fraca -ácido forte e ácido forte - base forte

### 1.3.4. Os metais como catalisadores

- Apresentar razões para a importância económica dos catalisadores na actividade industrial
- Discutir 2 exemplos clássicos de catálise industrial: síntese do amoníaco (processo de Haber) e síntese do ácido nítrico (processo de Ostwald)
- Explicitar a importância do conversor catalítico no controlo/redução de gases de escape em motores de automóvel
- Associar a importância dos catalisadores enzimáticos (enzimas) nas reacções biológicas vitais com as baixas temperaturas e concentração dos constituintes celulares nos organismos biológicos
- Identificar os catalisadores como agentes que actuam apenas sobre a rapidez da reacção
- Distinguir catálise homogénea e heterogénea em termos do estado físico dos reagentes e do catalisador
- Associar energia de activação à energia mínima necessária a uma colisão eficaz
- Interpretar um diagrama de "Energia Potencial" vs. "Progressão da reacção" identificando a energia dos produtos, dos reagentes e do estado de transição
- Determinar a partir do diagrama, a variação de energia da reacção, a energia de activação da reacção directa e a energia de activação da reacção inversa
- Reconhecer a predominância dos metais de transição nos catalisadores usados nos processos industriais e integrantes dos processos biológicos
- Relacionar a actividade catalítica dos metais de transição e seus compostos com os estados de oxidação variáveis

**Actividade de Projecto Laboratorial**

**3 aulas**

## Actividades Práticas de Sala de Aula

Sugere-se a realização das seguintes Actividades Práticas de Sala de Aula:

1. Efectuar uma pesquisa documental sobre a importância dos metais na sociedade actual, utilizando várias fontes de informação (livros, revistas, jornais, internet ...).
2. Conceber um diagrama explicativo dos processos de reciclagem de metais em Portugal e no mundo.
3. Pesquisar, utilizando as TIC e outras fontes, sobre:
  - a. exploração mineira em Portugal e no mundo;
  - b. exploração mineira e o impacte ambiental.
4. Resolução de exercícios de configuração electrónica em elementos do bloco d.
5. Pesquisa sobre a importância e utilização dos metais de transição em situações do quotidiano.
6. Ficha de trabalho sobre a composição e utilização de algumas ligas.
7. Demonstração do processo de corrosão do ferro, utilizando uma solução de fenolftaleína e  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ . Uma gota da solução-problema sobre placa de ferro permite observar a evolução da reacção de corrosão num período muito curto (5-10 minutos). A produção de  $\text{OH}^-$  ocorre preferencialmente na periferia da gota (contacto mais fácil com o oxigénio do ar), enquanto a formação de  $\text{Fe}^{2+}$  ocorre no centro da gota (menor exposição ao oxigénio do ar). A formação destas espécies é detectada pela coloração carmim (fenolftaleína) e azul (azul da Prússia).  
[<http://www.corrosion-doctors.org/Training/HighSchool-rusting.htm>]
8. Pesquisa documental sobre tipos de pilhas e baterias e problemas ambientais decorrentes da utilização de certos tipos de pilhas.
9. Comparação de métodos para prevenir a ferrugem, considerando a exposição da peça metálica, o tempo de vida útil, e a relação qualidade/preço dos métodos a utilizar.
10. Ficha de trabalho sobre a poluição com metais pesados em Portugal ou na região.
11. Ficha de trabalho sobre a variação do carácter químico dos óxidos metálicos.
12. Realizar a electrólise da água numa placa de Petri sobre retroprojector, com uma pilha de 9 V, dois lápis (de grafite) e fios de ligação. Comparar com a electrólise de uma solução de NaCl e observar a acção descolorante do cloro gasoso formado (por exemplo, adicionando à solução um corante alimentar). Relacionar as observações com os potenciais padrão de redução das espécies química presentes em cada solução.  
[<http://www.drugstats.org/tt/v1i2/electrolysis.html>]
13. Discutir as propriedades de uma solução tampão, por comparação com água pura: Preparar uma solução tampão, uma solução HCl, uma solução NaOH (em frascos com conta-gotas). Colocar a solução tampão num disco de Petri, com uma gota de indicador alaranjado de metilo e outra de azul de bromotimol. Num outro disco de Petri, colocar água com os 2 indicadores. Usando as soluções de NaOH e HCl, demonstrar as propriedades da solução tampão.  
[<http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/demosheets/17.4.html>]

14. Espectroscopia na Sala de Aula: utilizar uma fonte de luz branca e um prisma ou uma rede de difracção para projectar o espectro visível na parede da sala ou na tela do retroprojector. Colocando soluções coradas (ex: complexos de Cu) entre a lâmpada e o prisma ou a rede de difracção obtém-se o espectro de absorção da solução.
15. Trabalho de investigação (extra-aula) sobre "Os metais no organismo humano".
16. Trabalho de investigação sobre a utilização de metais como catalisadores.
17. Pesquisa sobre o funcionamento do conversor catalítico do escape dos automóveis (extra-aula).

### Actividades Prático-Laboratoriais

Nesta Unidade incluem-se sete Actividades Laboratoriais e uma Actividade de Projecto Laboratorial (APL). Das sete actividades laboratoriais, três são de carácter obrigatório e das restantes quatro devem ser seleccionadas duas, pelo menos, atendendo às características dos alunos, às condições logísticas da escola, à conveniência da sua realização para a aprendizagem de tópicos específicos.

Definição da actividade	Actividades	Aulas previstas	Observações
Actividade de Projecto Laboratorial (APL)	Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada	3	A planificar e a realizar ao longo desta Unidade.
Actividades Laboratoriais (AL)	AL 1.2 - Um Ciclo de Cobre	2	Obrigatórias
	AL 1.5 - A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos	1	
	AL 1.6 - Funcionamento de um sistema tampão	1	
	AL 1.1 - Composição de uma liga metálica AL 1.3 - Corrosão e protecção de metais AL 1.4 - Determinação do $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$ em alimentos por formação de complexos AL 1.7 - Catálise enzimática: efeito da temperatura e de um inibidor sobre uma reacção bioquímica	3	Seleccionar pelo menos duas

### Actividade de Projecto Laboratorial (APL)

#### Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada

A Actividade de Projecto Laboratorial pretende proporcionar a ocasião para os alunos efectuarem um trabalho prático que se afasta do modelo "execução do protocolo" e se aproxime do modelo "projecto de investigação", com pesquisa de soluções para o

problema proposto, determinação de variáveis a controlar e ensaios laboratoriais para verificar hipóteses. Como exemplo de um trabalho para esta actividade, sugere-se a construção de uma pilha com diferença de potencial determinada - observada no momento em que se fecha o circuito -, com objectivo específico (construção de uma pilha com diferença de potencial de  $x$  V necessários ao funcionamento do aparelho Y).

### Objecto de ensino

- Pilhas electroquímicas

### Objectivos de aprendizagem

- Identificar os constituintes de uma pilha electroquímica
- Prever a diferença de potencial de uma pilha electroquímica conhecendo os eléctrodos (condições padrão)
- Identificar a relação entre a diferença de potencial e o "quociente de reacção"
- "Determinar" experimentalmente a Equação de Nernst
- Concluir, a partir da observação, sobre a necessidade de utilização de dois metais diferentes (ou o mesmo metal mergulhado em soluções de concentração diferente)

### Sugestões metodológicas

1- Organizar uma discussão com os alunos sobre tópicos centrais na temática em questão como, por exemplo:

- significados de pilha electroquímica
- processos correctos de manuseamento de produtos químicos/bioquímicos (uso de luvas; lavagem das mãos e as unhas em profundidade após manuseamento)

2- Os alunos devem seleccionar previamente o par redox a utilizar, com base na diferença de potencial pretendida (a partir da tabelas de potenciais padrão de redução) e na análise da exequibilidade do seu uso (nomeadamente, considerando o custo e a toxicidade dos reagentes e produtos)

3- Para o desenvolvimento da actividade os alunos devem verificar a reprodução da diferença de potencial prevista e testar o efeito da variação da concentração das soluções

4- Os alunos devem tentar obter uma relação empírica entre a concentração das soluções (quociente de reacção) e a diferença de potencial obtida. No final deverão comparar a relação observada com a equação de Nernst

5- A actividade poderá ser organizada de modo a que os diferentes grupos de alunos controlem diferentes variáveis.

### Material e reagentes

Voltímetro

(Reagentes a determinar no decurso da actividade)

### Sugestões para avaliação

Como actividades de avaliação sugerem-se:

- A apresentação e discussão dos resultados obtidos
- Cuidados de segurança a respeitar no trabalho laboratorial
- O registo de medições, na forma da tabela
- Os gráficos elaborados
- Previsão do valor ideal de concentração das soluções dos electrólitos
- Crítica dos erros e da sua importância relativa
- Identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e aquelas que ajudaram a minimizá-los

## AL 1.1 - Composição de uma liga metálica

### Como determinar a composição de uma liga metálica?

#### Objecto de ensino

- Composição de uma liga metálica usada num objecto do dia-a-dia
- Análise qualitativa de catiões
- Reactividade de catiões metálicos

#### Objectivos de aprendizagem

- Utilizar métodos químicos para análise qualitativa de catiões metálicos
- Aplicar métodos de análise quantitativa e/ou de separação de iões
- Caracterizar a reactividade de catiões metálicos

#### Sugestões metodológicas

As ligas metálicas presentes em objectos do dia-a-dia variam grandemente na sua composição, de acordo com os objectivos pretendidos. Por exemplo, o latão, denominação tradicionalmente aplicada às ligas do sistema cobre-zinco, tem teores de zinco que variam entre 5 e 40%, pode ter 1% de estanho para aumentar a resistência à corrosão; nos vulgares "clips", uma percentagem inferior a 1% de manganês é adicionada ao aço para aumentar a dureza da liga.

A presença dos diferentes metais pode ser verificada após conversão da liga numa solução de iões metálicos, por acção de ácido nítrico (ver as precauções de segurança mencionadas na actividade anterior). Os catiões metálicos presentes na solução obtida podem ser identificados qualitativamente por testes específicos, separados por precipitação selectiva ou determinados quantitativamente por métodos apropriados (por exemplo, titulação ou colorimetria).

1 - A análise qualitativa de catiões pode ser efectuada através de reacções específicas, designadas por "spot tests" (análise de toque, em português). A "análise de toque" permite uma discussão perene sobre a reactividade dos catiões (incluindo equilíbrios de solubilidade, de oxidação-redução, de ácido-base e de complexação) com as vantagens da micro-escala (a maioria dos testes são efectuados por adição de uma gota de reagente a 1 gota de solução problema, sobre papel de filtro, sendo os iões identificados pelo aparecimento de uma mancha colorida).

2 - A precipitação selectiva de catiões metálicos pode ser utilizada como método de análise quantitativa (análise gravimétrica), ou como processo auxiliar (nomeadamente, para retirar da solução iões interferentes). No entanto, recomenda-se que a sua utilização seja sempre associada à sua importância prática em processos de descontaminação e de recuperação de resíduos metálicos.

3 - Os métodos de titulação redox ou complexométricos podem constituir uma opção privilegiada por respeitarem a uma técnica conhecida e com pouca exigência de material (apenas material de vidro). No entanto, devem ser tidos em conta os problemas decorrentes das baixas concentrações das espécies minoritárias em algumas ligas e de possíveis interferências entre os iões presentes na solução.

4 - Os métodos colorimétricos são adequados para a determinação de componentes de baixa concentração em solução. Este é o caso, por exemplo, da determinação do manganês presente num "clip" (os iões  $Mn^{2+}(aq)$  - solução incolor - são convertidos a  $MnO_4^-(aq)$  - solução violeta - com periodato de potássio). O desenvolvimento do método colorimétrico, incluindo a discussão da Lei de Lambert-Beer e o traçado de curvas de calibração está previsto para uma actividade laboratorial posterior, pelo que se recomenda uma abordagem simplificada nesta actividade: em soluções suficientemente diluídas, a absorvência ( $A$ ) de uma solução é directamente proporcional à concentração da substância corada,  $C$ , ou seja,  $A = aC$ , sendo  $a$  a constante de proporcionalidade. Esta constante de proporcionalidade ( $a$ ) é determinada com auxílio de uma solução de concentração conhecida.

### Material e reagentes

Dependendo da metodologia escolhida, podem ser necessários:

Solução  $HNO_3$  16 mol  $dm^{-3}$

Reagentes para "análise de toque"

Centrífuga

Colorímetro ou espectrofotómetro

### Sugestões para avaliação

Dependendo da metodologia escolhida, sugerem-se alguns elementos de avaliação:

- Selecção de variáveis a controlar e do material adequado
- Identificação das reacções químicas envolvidas na determinação dos catiões presentes em solução
- Justificação da escolha do método de determinação quantitativa
- Identificação das fontes de erro na determinação quantitativa e formas de os minimizar
- Comparação dos resultados obtidos com os resultados expectáveis a partir da informação existente sobre a composição das ligas comumente utilizadas

## Al 1.2 - Um Ciclo de Cobre

### Como reciclar um metal usando processos químicos?

#### Objecto de ensino

- Reactividade de um elemento metálico
- Exploração da química do Cobre
  - Reacções de oxidação-redução
  - Reacções de ácido-base
  - Reacções de precipitação

#### Objectivos de aprendizagem

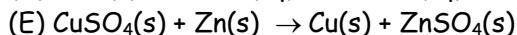
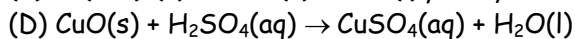
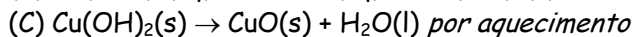
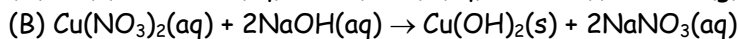
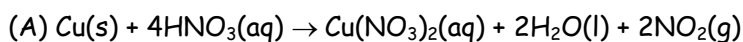
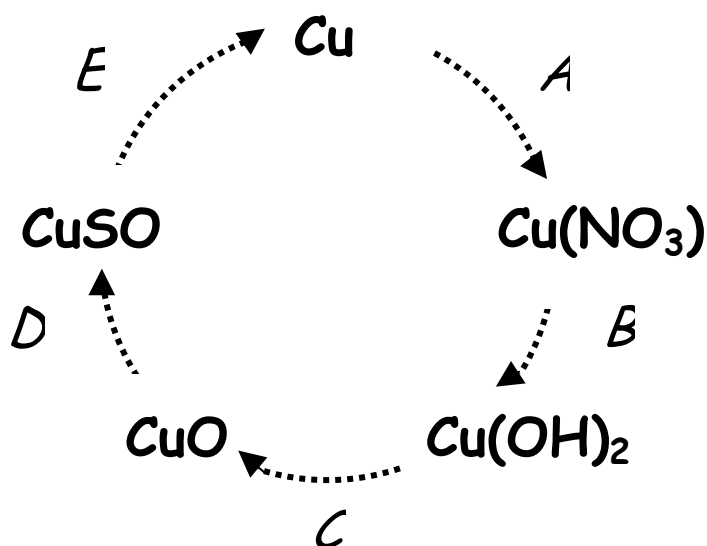
- Caracterizar a reactividade de elementos metálicos, tendo como exemplo a reactividade do cobre
- Reconhecer a importância da reciclagem do cobre e as potencialidades da reciclagem dos metais em geral
- Identificar alguns problemas de poluição relacionados com a reciclagem do cobre

### Sugestões metodológicas

Este trabalho consiste na realização e observação de uma sequência de reacções envolvendo o elemento cobre. Existem diversas variantes de trabalhos laboratoriais com compostos de cobre, que por terem o mesmo composto como reagente inicial e produto final de um conjunto de reacções sucessivas, são designadas por "ciclo de cobre". Estes ciclos podem ser encontrados na bibliografia apresentada ou por pesquisa na Internet com as palavras-chave "Copper Cycle", ou mesmo "Ciclo do Cobre". No entanto, alguns destes ciclos são limitados a reacções de um só tipo (por exemplo, reacções de complexação) ou não incluem o sólido metálico. Tendo em consideração os objectivos de aprendizagem previstos, é importante que o trabalho seja executado pelos alunos com o grau de elaboração proposto.

Recomenda-se a utilização da primeira aula para clarificação dos objectivos, dos procedimentos (atenção à segurança) e das reacções químicas envolvidas.

O ciclo de reacções proposto transforma o cobre de acordo com o seguinte esquema:



### SEGURANÇA

Tendo em conta o tipo de reagentes e a sua concentração, deve ser dada uma ênfase especial ao aspecto da segurança no laboratório. A execução do trabalho com amostras de pequenas dimensões (aprox. 0,3 g de cobre) permite a minimização dos riscos de segurança.

— O ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , é muito **corrosivo!** Se for concentrado, os seus vapores são irritantes para os pulmões. Usar óculos de segurança e luvas de borracha, e trabalhar no nicho de fumos!

– *As soluções de NaOH e HCl são corrosivas para a pele e muito perigosas se respingarem para os olhos: usar óculos de segurança e luvas de borracha!*

Deve ser exigida a consulta das fichas de segurança (MSDS) destes produtos antes da realização do trabalho prático.

**Ponto de partida: cobre metálico**

- 1- Cortar um fio de cobre de modo a obter uma amostra de 0,3 g.
- 2- Se o fio não estiver limpo e brilhante, mergulhá-lo numa solução de ácido, lavá-lo com álcool e secá-lo com papel.
- 3- Pesá-lo até ao centígrama, e registar esse valor. Enrolar o fio e colocá-lo no fundo de um copo de 250 cm<sup>3</sup>.

**Reacção A: de Cu(s) a Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq)**

- 4- Adicionar 4,0 cm<sup>3</sup> de HNO<sub>3</sub> concentrado (16 mol dm<sup>-3</sup>) e agitar suavemente até dissolução completa. Observar e registar as alterações. Adicionar cerca de 100 cm<sup>3</sup> de água.

**Reacção B: de Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq) a Cu(OH)<sub>2</sub>(s)**

- 5- Adicionar, agitando sempre com uma vareta de vidro, 30 cm<sup>3</sup> de NaOH 3 mol dm<sup>-3</sup> para promover a precipitação de Cu(OH)<sub>2</sub>. Registar todas as observações efectuadas.

**Reacção C: de Cu(OH)<sub>2</sub>(s) a CuO(s)**

- 6- Aquecer a solução quase até à ebulição, agitando sempre para uniformizar o aquecimento da solução.
- 7- Quando a reacção estiver completa, retirar o aquecimento e continuar a agitar por um ou dois minutos.
- 8- Deixar repousar o óxido de cobre e decantar o líquido cuidadosamente para não perder CuO. Adicionar cerca de 200 cm<sup>3</sup> de água destilada e decantar uma vez mais.

**Reacção D: de CuO(s) a CuSO<sub>4</sub>(s)**

- 9- Adicionar, agitando sempre, 15 cm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 mol dm<sup>-3</sup>.

Registar as alterações observadas.

**Reacção E: de CuSO<sub>4</sub>(s) a Cu(s)**

- 10- No nicho de fumos, adicionar, de uma só vez, 1,3 g de zinco em pó, agitando até que o líquido sobrenadante fique incolor. Registar as observações verificadas.
- 11- Quando a libertação de gás for muito pouco intensa, decantar o líquido sobrenadante e despejar no recipiente apropriado (recolha de resíduos).
- 12- Se ainda houver zinco por reagir, adicionar 10 cm<sup>3</sup> de HCl 6 mol dm<sup>-3</sup> e aquecer ligeiramente a solução.
- 13- Quando não se observar libertação de gás, decantar o líquido. Lavar com cerca de 10 cm<sup>3</sup> de água destilada, deixar repousar e decantar o líquido. Repetir este procedimento mais duas vezes, pelo menos.
- 14- Com a ajuda de uma espátula, transferir o cobre para um vidro de relógio. Fazer uma lavagem com acetona e secar na estufa.
- 15- Transferir o cobre seco para um copo previamente pesado e pesar até ao centígrama. Calcular a massa de cobre obtido.

**Material e reagentes**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 mol dm<sup>-3</sup>

HCl 6 mol dm<sup>-3</sup>

Placa de aquecimento

NaOH 3 mol dm<sup>-3</sup>

Zinco (em pó)

HNO<sub>3</sub> 16 mol dm<sup>-3</sup>

Cobre (em fio)



## Sugestões para avaliação

Como elementos de avaliação sugerem-se:

- Resposta a um questionário simples acerca do procedimento experimental (avaliação da compreensão do procedimento experimental)  
Exemplo de questões:  
Porque deve o fio de cobre estar "limpo e brilhante" (Passo 2)?  
Indique **duas** razões para executar o passo 4 no nicho.  
O que é removido no processo de decantação do passo 8?  
Qual o gás a cuja libertação se refere o passo 11?  
Porque é necessário recolher o sobrenadante como resíduo no passo 11 (e não no passo 8)?
- Rendimento final do ciclo (avaliação da qualidade da execução experimental)
- Discussão de resultados face aos objectivos

## AL 1.3 - Corrosão e protecção de metais

### Que factores afectam a corrosão de um metal?

#### Objecto de ensino

- Efeito das condições ambientais na corrosão
- Efeito da forma e estado de conservação da peça na corrosão
- Métodos de protecção de metais contra a corrosão

#### Objectivos de aprendizagem

- Interpretar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis na realização dos ensaios
- Saber como elaborar tabelas de registo de dados
- Interpretar tabelas dos resultados obtidos

#### Sugestões metodológicas

Os trabalhos práticos laboratoriais acerca de corrosão e protecção de metais contra a corrosão são abundantes na literatura e na Internet. A descrição de experiências diversas relativas à corrosão de ferro e outros metais podem ser encontradas na bibliografia indicada ou por pesquisa em motores de busca usando as palavras-chave "Corrosão"/"Ferrugem" ou "Corrosion"/"Rusting". Essas experiências podem ser utilizadas como alternativa ou complemento às sugestões abaixo apresentadas, mantendo os objectivos definidos:

- 1- Escolher um conjunto de amostras de ferro de origens distintas
- 2- Preparar um conjunto de amostras idênticas (por exemplo, pregos) em diferentes condições:
  - a) Pregos intactos
  - b) Pregos dobrados
  - c) Pregos com riscos à superfície
  - d) Pregos pintados, com e sem danificação da pintura
  - e) Pregos em contacto com outros metais (por exemplo, enrolados com fio de cobre e fita de zinco)
- 3- Preparar um conjunto de meios distintos:
  - a) Água destilada

- b) Água fervida (ausência de oxigénio dissolvido)
  - c) Água do mar (ou solução de NaCl equivalente)
  - d) Solução ácida
  - e) Solução básica
  - f) Óleo alimentar ou parafina líquida
  - g) Caixa de sílica (ou sacos de sílica utilizados no acondicionamento de equipamentos sensíveis à humidade)
- 4- Mergulhar as amostras de ferro anteriormente preparadas nos meios escolhidos e registar a evolução das características superficiais. Recomenda-se a utilização de tubos "Eppendorf" (e peças metálicas de dimensão adequada) sempre que possível, como forma de evitar problemas com o espaço de armazenamento de amostras.
- 5- O efeito da corrosão pode ser evidenciado de uma forma visualmente mais rica se algumas amostras forem imersas num gel de agar-agar com fenoltaleína e/ou  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ . As zonas onde ocorre a redução adquirem a coloração rosa-carmim da fenoltaleína (devido à libertação de  $\text{OH}^-$  para o meio), enquanto as zonas onde ocorre oxidação do ferro adquirem a cor azul da Prússia (indicando a presença de  $\text{Fe}^{2+}$ ). O efeito é particularmente interessante na comparação entre pregos intactos e pregos dobrados.

**Material e reagentes**

Tubos "Eppendorf"

Solução  $0,1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ;  $0,1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ;  $0,1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaCl}$ **Sugestões para avaliação**

- Selecção do conjunto de experiências adequado para responder a uma das questões enunciadas, ou qualquer questão análoga proposta pelo professor
- Elaboração de uma tabela de resultados esperados, com justificação sumária
- Elaboração de uma tabela de resultados observados
- Comparação das tabelas "resultados esperados" vs. "resultados obtidos" e sua justificação (por exemplo, validade das hipóteses, erros de procedimento)
- Planificação de novas experiências que permitam ajuizar sobre a validade da justificação

**AL 1.4 - Determinação do  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  em alimentos por formação de complexos**

**Como determinar a quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  presente num alimento usando um equilíbrio de complexação?**

**Objecto de ensino**

Determinar experimentalmente a quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{Mg}^{2+}$  num alimento, por titulação complexométrica e de retorno

**Objectivos de aprendizagem**

- Realizar uma titulação complexométrica e de retorno
- Aplicar a técnica de titulação de retorno

- Identificar as reacções químicas associadas ao funcionamento do indicador numa titulação complexométrica
- Efectuar os cálculos estequiométricos envolvendo os equilíbrios de complexação

#### Sugestões metodológicas

O procedimento experimental envolvido neste trabalho encontra-se amplamente descrito na bibliografia apresentada no final.

#### Sugestões para avaliação

Elaborar um relatório de que constem:

- 1 - Cuidados de segurança a respeitar no trabalho laboratorial
- 2- Selecção de materiais e variáveis a observar
- 3 - O registo de observações
- 3 - Os resultados obtidos
- 4 - Crítica dos erros e da sua importância relativa
- 5 - Identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e aquelas que ajudaram a minimizá-los

### AL 1.5 - A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos

**Como determinar a concentração de uma solução corada pela intensidade da sua cor?**

#### Objecto de ensino

Determinar experimentalmente a composição quantitativa de uma solução de um determinado ião complexo corado, utilizando um espectrofotómetro

#### Objectivos de aprendizagem

- Aplicar a lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de um ião complexo corado
- Traçar uma curva de calibração (Absorvência em função de Concentração)
- Verificar desvios à proporcionalidade descrita pela lei de Lambert-Beer para soluções muito concentradas
- Avaliação dos erros presentes em determinações colorimétricas

#### Sugestões metodológicas

- 1- Tendo em consideração os objectivos de aprendizagem acima descritos, a escolha da solução problema é bastante flexível, podendo utilizar-se uma solução preparada laboratorialmente para o efeito. No entanto, recomenda-se a aplicação do método a um caso de interesse prático, como, por exemplo, a determinação do ferro(III) numa água férrica (complexo com 1,10-ortofenantrolina,  $\lambda_{\max} = 510 \text{ nm}$ )
- 2- A recolha do espectro de absorção da amostra pode ser uma operação muito morosa (dependendo do equipamento disponível). Nesta situação, é preferível que o espectro de absorção UV-Vis do complexo seja fornecido ou obtido previamente através da Internet, por exemplo, em:

<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

[http://spectra.galactic.com/SpectraOnline/Default\\_ie.htm](http://spectra.galactic.com/SpectraOnline/Default_ie.htm)

<http://wwwchem.uwimona.edu/jm:1104/spectra/UVIndex.html>

- 3- Preparar um conjunto de 10-12 soluções de concentrações distintas, num intervalo adequado para o traçado da curva de calibração. Este conjunto de soluções deve incluir um "branco" (solução sem substância corada) e 1-2 soluções de concentração elevada que permitam observar os desvios à lei de Lambert-Beer.
- 4- Medir a absorvência das soluções para o comprimento de onda escolhido, utilizando sempre a mesma célula espectrofotométrica (e o mesmo espectrofotómetro) em todas as medições.
- 5- Determinar a concentração da solução problema a partir da sua absorvência e da curva de calibração.

**Material e reagentes**

Espectrofotómetro ou colorímetro

**Sugestões para avaliação**

- Registo de observações, sob a forma de tabela.
- Qualidade da curva de calibração elaborada.
- Aplicação da curva de calibração para determinação da concentração da solução problema.
- Estimativa do erro da determinação a partir da qualidade da curva
- Discussão da importância do ponto 4 das sugestões metodológicas.

**AL 1.6 - Funcionamento de um sistema tampão****Como simular o efeito tampão do sangue face a variações de pH ?****Objecto de ensino**

Determinar experimentalmente o efeito de um sistema tampão

**Objectivos de aprendizagem**

- Realizar uma titulação ácido forte - base fraca
- Elaborar tabelas para registo de resultados
- Explicar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis
- Interpretar tabelas dos resultados obtidos

**Sugestões metodológicas**

Os trabalhos prático-laboratoriais sobre titulações de carbonato com ácido forte são abundantes na literatura e na Internet. Para os alunos verificarem o efeito tampão recomenda-se a utilização de um sensor ou um medidor de pH.

**Reagentes e material**

HCl 0,10 mol dm<sup>-3</sup>

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1 mol dm<sup>-3</sup>

Sensores/medidores de pH

**Sugestões para avaliação**

- Elaborar um relatório de que constem:
  - 1- Selecção de materiais e variáveis a controlar
  - 2 - O registo de observações, na forma da tabela

- 3 - Crítica dos erros e da sua importância relativa
- 4 - Identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e aquelas que ajudaram a minimizá-los
- 5- Resposta a questões específicas sobre o trabalho, por exemplo: Quantas "zonas" tampão se observa no gráfico da titulação?
- 6- Com base nos resultados obtidos, elaborar uma possível explicação para o funcionamento do sistema tampão do sangue

### AL 1.7 - Catálise enzimática: efeito da temperatura e de um inibidor sobre uma reacção bioquímica

**A velocidade de uma reacção química catalisada por uma enzima pode ser alterada por acção da temperatura ou de um inibidor?**

#### Objecto de ensino

Determinar experimentalmente a variação da rapidez de uma reacção química catalisada por variação da temperatura

Determinar experimentalmente a variação da rapidez de uma reacção química catalisada por adição de um inibidor

#### Objectivos de aprendizagem

- Explicar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis
- Traçar um gráfico de rapidez da reacção química em função da temperatura
- Traçar um gráfico de rapidez da reacção química em função da quantidade de inibidor
- Interpretar os gráficos obtidos
- Elaborar tabelas para registo de resultados

#### Sugestões metodológicas

Tendo em consideração os objectivos de aprendizagem acima descritos, podem-se utilizar duas fontes de catalase: batata crua ou fígado cru.

Para se obter catalase a partir de batata, triturar uma batata crua descascada com uma trituradora, adicionar 25 cm<sup>3</sup> de água e deixar em repouso cerca de 25 minutos. Depois filtra-se a mistura com gaze e recolhe-se a fase aquosa.

Os alunos deverão propor protocolos, tendo em conta quais as variáveis a controlar (por exemplo, tempo e volume de oxigénio libertado) e o material disponível no laboratório.

Como inibidor pode utilizar-se o ião Cu<sup>2+</sup>.

#### Material e Reagentes

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% ou superior;                      Catalase;                      Inibidor: CuSO<sub>4</sub> (aq) 0,1 mol dm<sup>-3</sup>;  
Cronómetro                                      Montagem para recolha de gases:  
(tubo de ensaio; rolha furada, tubo de borracha ou plástico; tina ou copo grande; proveta);

#### Sugestões para avaliação

- 1 - Selecção de variáveis a controlar e do material adequado
- 2 - O registo de medições, na forma da tabela
- 3 - A qualidade do gráfico elaborado
- 4 - Uso do gráfico para prever o valor ideal de temperatura para a maior rapidez de reacção

6 - Crítica dos erros e da sua importância relativa

7 - Identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e aquelas que ajudaram a minimizá-los

## Unidade 2 - Combustíveis, Energia e Ambiente

### Introdução

Na história recente, regista-se o dealbar do século XX como um marco para o uso do petróleo refinado, até então utilizado predominantemente para iluminação. Este uso foi rapidamente ultrapassado pelas necessidades emergentes do aparecimento dos automóveis e da aviação, tornando o petróleo um combustível mais relevante do que o carvão, até então o mais largamente utilizado. O petróleo líquido apresentava-se então como mais fácil de transportar e era uma forma mais concentrada e flexível de combustível do que qualquer outra anteriormente disponível. De imediato, a dependência do crude tornou-o uma matéria-prima de imenso valor económico e de enorme poder político internacional. Os produtos da sua refinação deram origem ao início da indústria petroquímica, produzindo inovações de grande impacto no mercado, como plásticos, medicamentos, fibras sintéticas, fertilizantes, pesticidas, materiais de construção e cosméticos, entre outros. Os combustíveis derivados do petróleo transformaram igualmente a paisagem à superfície da Terra, já que vieram incrementar a produtividade agrícola, providenciando a distribuição de produtos industriais e agrícolas em larga escala. Pode mesmo dizer-se que a tecnologia do século XX tem como imagem a mobilidade das populações, tornada possível a nível individual pela invenção de veículos utilizando combustíveis derivados do petróleo.

O mundo acordou, porém, para uma realidade amarga: o impacto da indústria petrolífera no ambiente. Mais uma vez a ciência e a tecnologia fornecem soluções para dessulfurizar a gasolina, eliminar o chumbo, reduzir efluentes gasosos e, através da introdução de aditivos como o etanol, torná-la mais "limpa".

A refinação do petróleo tornou-se uma das indústrias mais estritamente regulamentadas, gastando uma grande porção dos seus recursos na protecção ambiental.

Os combustíveis actualmente utilizados são, ainda, fósseis: o que natureza produziu em 300 milhões de anos, os humanos consomem/consumirão em cerca de 300-350 anos. Apesar do desenvolvimento económico que estes recursos nos trouxeram, há um reverso da medalha: os combustíveis fósseis não são renováveis! A sua origem advém da matéria orgânica que se decompôs e se depositou no interior da Terra há milhões de anos. Formações geológicas favoráveis conservaram estes depósitos longe do contacto com a atmosfera, protegendo-os da oxidação. Os valores elevados de pressão e temperatura exercidas sobre essa matéria orgânica causaram reacções químicas complexas de que resultou o precioso líquido que é o petróleo, associado a outros recursos como é o gás natural (metano e etano).

Face à inexorável extinção dos recursos naturais e aos problemas ambientais suscitados pelo seu uso desmesurado, a ciência e a tecnologia investem fortemente em combustíveis alternativos como o biogás e nas alternativas aos combustíveis, como as pilhas de combustível, as energias nuclear, eólica, das marés e geotérmica, na busca de um futuro sustentável para a espécie humana.

Mas a história da utilização do petróleo, outrora conhecido por nomes tão diversos como betume, azeite, asfalto, lama, múmia, óleo de rocha..., vem de épocas bem remotas, quando aflorava naturalmente à superfície: no Egipto, foi utilizado na iluminação nocturna, na impermeabilização das casas, na construção das pirâmides e até no embalsamamento das múmias. Alexandre o Grande ficava maravilhado com o fogo que emanava de forma inextinguível na região de Kirkuk, actual Iraque, zona de crescente exploração petrolífera,

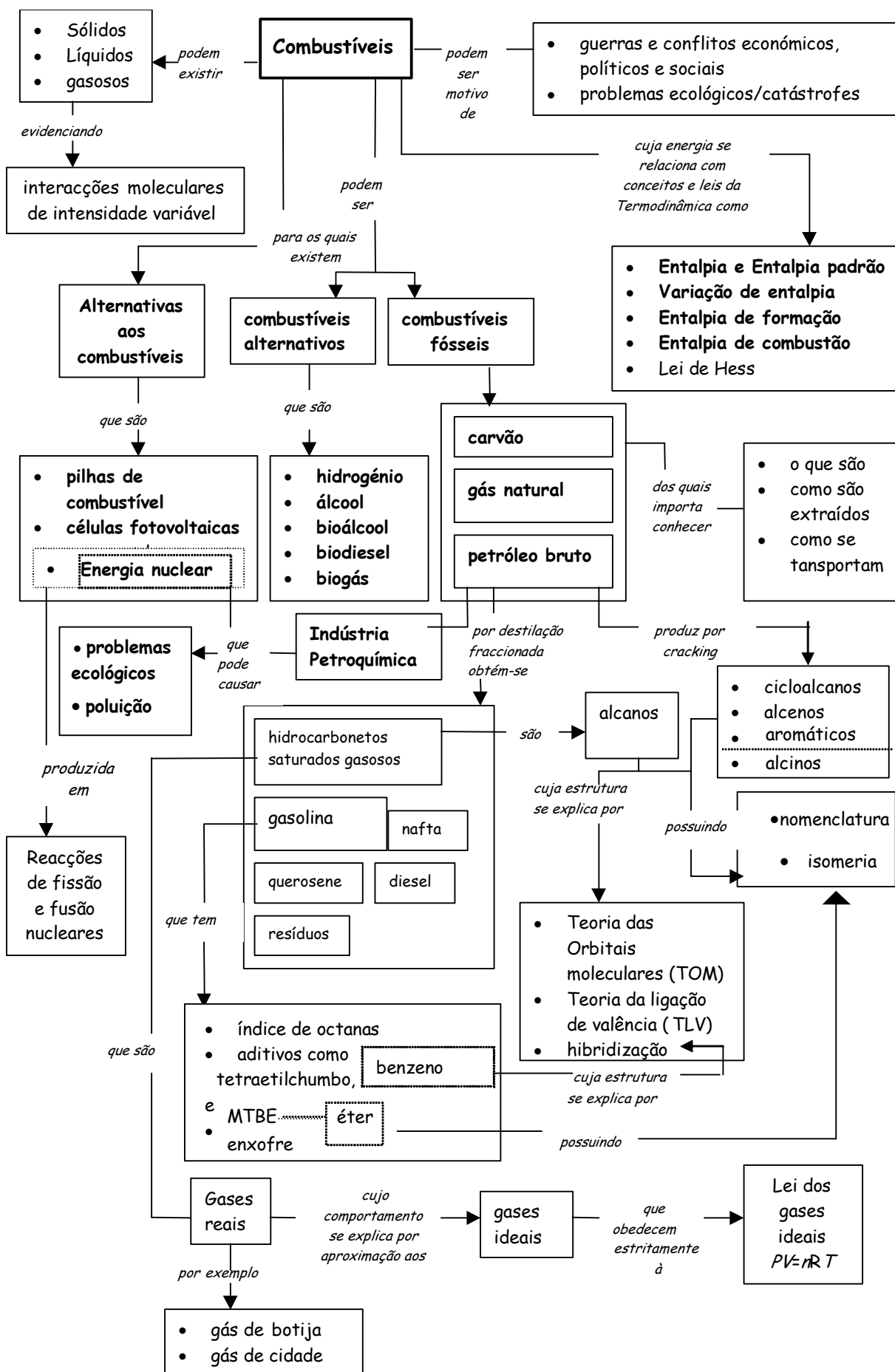
palco de graves conflitos políticos e civilizacionais, cuja causa última reside na disputa daquele precioso recurso.

Mas a história do petróleo é ainda muito recente, já que foi apenas no século XIX, nos Estados Unidos da América, que o petróleo teve o seu marco na indústria moderna, graças à iniciativa do americano Edwin L. Drake que, após várias tentativas de perfuração, encontrou o "ouro negro" da era contemporânea.

Este contexto revela-se, assim, extremamente adequado para o estudo de um grande manancial de tópicos de Química, como os que respeitam à energia envolvida nas reacções químicas e nas reacções nucleares, aos modelos interpretativos da formação de moléculas e de interacções que entre elas se exercem nos diferentes estados da matéria e ainda a um amplo domínio da química orgânica, particularmente interessante para abordagens interdisciplinares, fortemente propiciadoras do desenvolvimento de competências de índole científica, tecnológica e social, contribuindo para que o aluno se torne um cidadão mais atento ao mundo em que se insere e seja capaz de estabelecer interacções que o impliquem socialmente.

A Unidade está prevista para 30 aulas de 90 minutos (45 horas), sendo cinco (7,5 horas) de índole prático-laboratorial e quatro (6 horas) para a realização de uma actividade de cariz investigativo, Actividade de Projecto Laboratorial (APL).





## Objecto de Ensino

### 2.1. Combustíveis fósseis: o carvão, o crude e o gás natural

- O papel dos combustíveis fósseis no desenvolvimento mundial: problemas políticos, económicos e sociais
- Os combustíveis fósseis: o carvão, o crude (petróleo bruto) e o gás natural
- O que são
- Como são extraídos
- Como se transportam

#### 2.1.1. Do crude ao GPL e aos fuéis: destilação fraccionada e *cracking* do petróleo

- Destilação fraccionada (destilação a pressão atmosférica e a pressão reduzida) do crude: GPL, gasolina e nafta, querosene, gasóleo e resíduos (fuéis)
- Gasolina de Verão e de Inverno: quais as diferenças
- Destilação fraccionada de uma mistura de 3 componentes - **AL 2.1**
- *Cracking* catalítico
- Cicloalcanos e alcenos: nomenclatura e isomeria
- Isomeria de cadeia e de posição nos alcanos e nos álcoois
- Isomeria de grupo funcional entre álcoois e éteres
- Outras famílias de hidrocarbonetos: alcinos e aromáticos
- Isomeria geométrica em alcenos
- Uso de zeólitos como catalisadores nas reacções de isomerização e de *cracking*
- Estrutura dos alcanos, alcenos e alcinos: teoria da ligação de valência (TLV) hibridizações  $sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp$  e teoria das orbitais moleculares (TOM)
- Os aditivos da gasolina: do tetra-etil-chumbo ao álcool e ao MTBE
- O significado de "índice de octano" da gasolina e os processos de o aumentar
- Nomenclatura IUPAC dos álcoois e dos éteres
- Outras substâncias indesejáveis da gasolina: o enxofre, o benzeno e outros hidrocarbonetos aromáticos
- O benzeno e outros hidrocarbonetos aromáticos
- Estrutura do benzeno: um híbrido de ressonância
- Electronegatividade e a polaridade de ligações e de moléculas
- Verificação do efeito da adição de uma substância não volátil e não iónica nos pontos de fusão e de ebulição da água - **AL 2.2**

#### 2.1.2. Os combustíveis gasosos, líquidos e sólidos: compreender as diferenças

- Gás das botijas e o gás de cidade como gases reais
- Gases reais *versus* gases ideais
- A equação dos gases ideais
- Combustíveis líquidos e sólidos: evidência da existência de forças intermoleculares
- Tipo de forças intermoleculares em diferentes interacções "moleculares"
- As forças intermoleculares e os estados físicos das substâncias
- Como variam as propriedades físicas dos alcanos em função da cadeia carbonada

#### 2.1.3. Impacte ambiental da Indústria Petroquímica

- Problemas ecológicos: marés negras
- Produtos da combustão dos combustíveis e poluição atmosférica
- Conversores catalíticos

### 2.1.4. Combustíveis alternativos e algumas alternativas aos combustíveis

- Problema do limite dos recursos naturais
- A energia dos combustíveis: a eficiência no uso, a necessidade de a economizar e as implicações ambientais da sua utilização
- Combustíveis alternativos: hidrogénio, álcool, bioálcool, biodiesel e biogás
- Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados - **APL**
- A reciclagem de materiais orgânicos como fonte de obtenção de combustíveis
- O trabalho dos químicos no melhoramento dos combustíveis e na procura de um fuel do futuro: a economia no uso de oxigenados e de hidrogénio
- Vantagens e inconvenientes da utilização de combustíveis alternativos
- Alternativas aos combustíveis: metas e recursos
- As células de combustível, células fotovoltaicas e aerogeradores
- A energia nuclear

## 2.2. De onde vem a energia dos combustíveis

### 2.2.1. Energia, calor, entalpia e variação de entalpia

- Entalpia  $H$  e variação de entalpia de uma reacção
- Variações de entalpia de reacção  $\Delta_r H$ : convenção de sinais e condições padrão: entalpia - padrão
- Diagrama de energia associado a uma reacção química
- Variações de entalpia associadas a diferentes tipos de reacções: Entalpia padrão de combustão  $\Delta_c H^\circ$  e Entalpia-padrão de formação  $\Delta_f H^\circ$
- Determinação da entalpia de neutralização da reacção  $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)}$ - **AL 2.3**
- Cálculo da entalpia de uma reacção a partir das entalpias de formação: Lei de Hess: ou da aditividade das entalpias-padrão de reacção
- A energia dos combustíveis e a entalpia de combustão
- Determinação da entalpia de combustão de diferentes combustíveis líquidos (hexano, hexanol) - **AL 2.4**
- Percentagem de oxigénio na molécula de um combustível *versus* energia libertada na combustão.
- "Poder calorífico" de um combustível em função do número de átomos de carbono da cadeia e da posição da função álcool
- Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois: metanol, etanol, propan-1-ol, propan-2-ol e butan-1-ol e comparação dos valores obtidos com os valores tabelados - **AL 2.5**
- A reciclagem de materiais orgânicos como fonte de obtenção de combustíveis

### 2.2.2. Equivalência massa-energia: um assunto nuclear

- Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos
- A estabilidade/instabilidade nuclear e o decaimento radioactivo
- Emissões radioactivas: partículas alfa e beta e radiações gama
- Período de decaimento ou tempo de meia vida
- Fontes naturais e artificiais de radioactividade
- Datação e radioactividade
- Medidores (detectores) de radioactividade
- Reacções nucleares: a fusão nuclear e a fissão (cisão) nuclear
- Equivalência massa-energia e as reacções nucleares

## Objectivos de Aprendizagem

### 2.1 Combustíveis fósseis: o carvão, o crude, e o gás natural 11 aulas + 2 AL

- Reconhecer a importância primordial do carvão mineral desde o século XVIII, com a Revolução Industrial, até meados do séc. XX quando foi superado pelo petróleo
- Relacionar a exploração e a utilização do carvão com a revolução na indústria, nos transportes (navegação e comboios a vapor) e na produção da energia eléctrica (centrais termoeléctricas)
- Relacionar o "poder" energético crescente dos diferentes estádios do carvão com o aumento do teor em carbono
- Associar diferentes técnicas de extracção do carvão com as diferentes formações geológicas da região onde é extraído
- Associar a formação dos combustíveis fósseis, carvão, crude e gás natural, a diferentes transformações em diversos ambientes sob condições especiais de pressão, de temperatura e de processos bacterianos
- Caracterizar as alterações sofridas pela indústria, transportes e produção de energia com a utilização massiva do petróleo e os seus impactes sociais
- Relacionar a localização de jazidas petrolíferas e de gás natural com o potencial desenvolvimento dos países onde foram encontrados
- Discutir a existência de jazidas de combustíveis fósseis em países menos desenvolvidos e situações de precariedade social e de conflitos abertos
- Reconhecer o aparecimento de petróleo em profundidades que variam desde algumas dezenas até centenas ou milhares de metros
- Associar a baixa densidade do gás natural, à sua posição relativa nas jazidas de petróleo e de carvão
- Relacionar a profundidade a que se encontra o petróleo e gás natural com a necessidade de utilizar alta tecnologia na perfuração dos poços e na bombagem para efectuar a extracção propriamente dita tanto em *on-shore* (em terra) como em *off-shore* (no mar)
- Identificar as vias de transporte utilizáveis para a distribuição do crude, do carvão e do gás natural
- Interpretar a chamada "crise de energia" como uma questão não só de escassez de recursos, mas também de escassez de investimento em fontes alternativas e de tecnologias de rentabilização dos processos, de modo a diminuir e a recuperar a energia degradada

#### 2.1.1. Do crude ao GPL e aos fuéis: destilação fraccionada e *cracking* do petróleo

- Caracterizar as principais fracções obtidas na destilação fraccionada do crude de acordo com o intervalo de temperatura de recolha e com o tamanho da cadeia carbonada: hidrocarbonetos saturados gasosos (GPL), gasolina e nafta, querosene, diesel e resíduos
- Justificar as vantagens de diferentes composições das gasolinas em função da estação do ano em que vão ser utilizadas
- Identificar o *cracking* do petróleo como um processo de quebra de ligações nos hidrocarbonetos de cadeias longas para a formação, por exemplo de cicloalcanos e alcenos e hidrocarbonetos aromáticos
- Identificar os aluminossilicatos (zeólitos) como um dos tipos de catalisadores actualmente mais utilizados no *cracking catalítico* do petróleo
- Reconhecer a existência de outros hidrocarbonetos derivados do petróleo: de cadeia aberta (alcenos) e de cadeia fechada (cicloalcanos)

- Usar as regras de Nomenclatura IUPAC de compostos orgânicos, para atribuir nomes e escrever fórmulas de estrutura de alcenos, alcinos, cicloalcanos, cicloalcinos
- Reconhecer a insuficiência da notação de Lewis e da regra do octeto para a interpretação ou previsão das estruturas das moléculas dos hidrocarbonetos a que se referem, nomeadamente no que respeita a comprimentos e ângulos de ligação
- Reconhecer a capacidade do modelo da Repulsão dos Pares de Electrões de Valência (RPEV) e da Teoria da Ligação de Valência (TLV) para ultrapassar as insuficiências da notação de Lewis e da regra do octeto
- Reconhecer a necessidade de introduzir o conceito de orbitais híbridas ou hibridação para compatibilizar a TLV com a geometria observada, o que não é possível com orbitais atómicas puras
- Verificar que as geometrias moleculares do metano e do etano, do eteno e do etino, determinadas por critérios de energia mínima, permitem seleccionar as orbitais híbridas dos átomos de carbono mais adequadas a uma deslocalização mínima:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$
- Reconhecer a limitação da TLV+hibridação para descrever as propriedades magnéticas (de  $O_2$ , por exemplo) e espécies com número impar de electrões em geral
- Reconhecer a Teoria das Orbitais Moleculares (TOM) como alternativa à TLV+ hibridação
- Interpretar a estrutura de moléculas segundo a Teoria das Orbitais Moleculares (TOM) em moléculas simples como  $H_2$  e outras moléculas diatómicas homonucleares de elementos do 2º Período da TP, em termos da formação das orbitais moleculares (OM)  $\sigma$  e  $\pi$  ligantes e antiligantes por sobreposição de orbitais atómicas de valência dos tipos s e p
- Reconhecer a regra da igualdade do número de orbitais atómicas e moleculares
- Estabelecer a configuração electrónica no estado fundamental de moléculas diatómicas homonucleares de elementos do 2º Período da T P, tendo em consideração a ordem relativa das energias das diferentes OM
- Interpretar diagramas de energia de OM em moléculas diatómicas homonucleares
- Associar ordem de uma ligação à semi-diferença entre o número de electrões ligantes e antiligantes envolvidos na ligação dos dois átomos que a formam
- Verificar a instabilidade de uma possível molécula  $He_2$ , usando a TOM
- Associar o "índice de octano" a uma escala que atribui o valor **100** ao isoctano e o valor **0** ao heptano e que está relacionado com a capacidade do combustível provocar a auto-ignição
- Interpretar a adição de aditivos oxigenados à gasolina como processos de aumento do índice de octano, e de diminuição da poluição atmosférica
- Reconhecer o metanol, o etanol e o MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether, de acordo com o termo técnico da Indústria petrolífera,) como alguns dos aditivos actuais da gasolina
- Usar as regras de Nomenclatura da IUPAC para compostos orgânicos, para atribuir nomes e escrever fórmulas de estrutura dos compostos com os grupos funcionais álcool e éter
- Associar o conceito de isómeros a compostos com diferentes identidades, com a mesma fórmula molecular, mas com diferentes arranjos dos átomos na molécula, diferentes propriedades físicas e muitas vezes diferentes propriedades químicas
- Diferenciar isomeria constitucional de estereoisomeria
- Distinguir, na isomeria constitucional os três tipos: isomeria de cadeia, isomeria de posição e isomeria de grupo funcional
- Interpretar a existência de isomeria de cadeia e de isomeria de posição nos alcanos e nos álcoois
- Reconhecer a existência de isomeria de grupo funcional entre álcoois e éteres
- Reconhecer nos alcenos, a possibilidade de existência de isomeria geométrica, como um tipo de estereoisomeria

- Reconhecer que as gasolinas possuem um teor limitado por lei em hidrocarbonetos aromáticos e, particularmente, em benzeno
- Identificar outras famílias de hidrocarbonetos: os hidrocarbonetos aromáticos
- Usar as regras da Nomenclatura IUPAC para atribuir nomes e escrever a fórmulas de alguns hidrocarbonetos aromáticos
- Interpretar a estrutura da molécula do benzeno utilizando o conceito de hibridação  $sp^2$
- Interpretar os conceitos de ressonância e de deslocalização electrónica em termos das estruturas de Kekulé para o benzeno
- Aplicar o conceito de ressonância para interpretar a igualdade dos comprimentos de ligação C-C na molécula de benzeno e S-O na molécula de dióxido de enxofre e O-O na molécula de ozono
- Associar ligação polar à ligação em que os electrões da ligação não são igualmente atraídos pelos dois núcleos dos átomos envolvidos, criando um dipolo
- Associar ligação apolar à ligação em que os electrões da ligação são igualmente atraídos pelos dois núcleos dos átomos envolvidos
- Associar, para uma ligação covalente polar, momento dipolar  $\vec{\mu}$ , a um vector com a direcção da linha que une as cargas parciais do dipolo, sentido do polo positivo para o polo negativo e intensidade dada pelo produto do módulo da carga parcial do dipolo pela distância que as separa
- Identificar a unidade de momento dipolar como debye (D)
- Associar a electronegatividade e a capacidade dos seus átomos para atraírem para si os electrões da ligação em que estão envolvidos
- Interpretar a variação da electronegatividade dos elementos químicos na Tabela Periódica, utilizando a escala numérica criada por Linus Pauling
- Associar o maior ou menor grau de polaridade de uma ligação à maior ou menor diferença de electronegatividades dos elementos dos átomos envolvidos na ligação
- Associar o conceito de molécula poliatómica polar/apolar àquela em que o vector momento dipolar resultante é diferente de vector nulo/ igual ao vector nulo
- Atribuir polaridade às moléculas de alcanos, alcenos, alcinos, cicloalcanos, benzeno, alcoóis e éteres

### 2.1.2. Os combustíveis gasosos, líquidos e sólidos: compreender as diferenças

- Associar a designação de "combustíveis gasosos" aos combustíveis liquefeitos sob pressão e armazenados em garrafas ou tanques e ao gás de cidade que, quando gases, têm comportamento de gases reais
- Concluir que, para interpretar o comportamento dos gases, é necessário saber como se relacionam as quatro variáveis pressão ( $P$ ), volume ( $V$ ), temperatura ( $T$ ) e quantidade de substância ( $n$ )
- Explicitar o significado a lei dos gases ideais (equação de estado dos gases ideais)  $PV = nRT$
- Reconhecer que, nas condições padrão de pressão e temperatura ( $1,01 \times 10^5$  Pa, 298,15 K), o volume molar determinado pela equação dos gases ideais é de  $24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  e nas condições normais ( $1,01 \times 10^5$  Pa e 273,15 K) é de  $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$
- Identificar a unidade de pressão do SI, o pascal (Pa) e outras unidades de uso corrente como o torr (Torr), a atmosfera (atm) e o bar (bar)
- Reconhecer o interesse histórico dos contributos do trabalho experimental de Robert Boyle e de Mariotte, de Jacques A. C. Charles e de Joseph Louis Gay-Lussac para a interpretação do comportamento dos gases

- Associar o conceito de gás ideal ao gás que obedece estritamente à relação  $PV = nRT$  e de gás real ao gás que, não obedecendo estritamente àquela relação, se aproxima de um gás ideal à medida que a pressão baixa ou a temperatura aumenta
- Reconhecer o interesse da equação de estado dos gases ideais para a determinação da massa molar de um gás, um contributo para a sua identificação
- Discutir que, apesar das grandes diferenças nas propriedades químicas, os gases obedecem de uma maneira geral, ao mesmo conjunto de propriedades físicas determinadas pela relação  $PV = nRT$
- Reconhecer que nos estados condensados da matéria (líquido e sólido) é impossível desprezar como se faz nos gases, o tamanho relativo das unidades estruturais e a interação entre estas partículas, com vista à determinação das suas propriedades
- Distinguir entre interações "intermoleculares" e "intramoleculares"
- Associar o termo interações "moleculares" às interações atractivas/repulsivas de van der Waals que ocorrem entre partículas vizinhas em sólidos líquidos e gases (excepto para o caso ião - ião)
- Caracterizar os três tipos de interações de van der Waals: interações de London (de dispersão), atracções dipolo permanente - dipolo permanente e dipolo permanente -dipolo induzido
- Identificar as ligações de hidrogénio como um caso particular de interacção dipolo permanente -dipolo permanente
- Relacionar as propriedades físicas dos hidrocarbonetos, com a intensidade das acções intermoleculares
- Interpretar as atracções ião-dipolo, dipolo permanente-dipolo induzido e dipolo instantâneo-dipolo induzido
- Seriar as intensidades das diferentes interações intermoleculares e das interações ião-ião, comparando-as com a intensidade da ligação covalente, em casos concretos
- Interpretar a variação de algumas propriedades físicas dos alcanos como o estado e os pontos de ebulição e de fusão, como função do tamanho e da forma das moléculas que os constituem e da intensidade das acções intermoleculares que ocorrem

### 2.1.3. Impacte ambiental da Indústria Petroquímica

- Identificar problemas ecológicos provocados pelo derrame de crude, transportado por navios - marés negras
- Salientar a necessidade de legislação adequada, de actuação profilática em cada país para o transporte do crude, trânsito nas águas territoriais e formas de actuação efectivas em caso de acidente
- Identificar problemas ambientais de poluição atmosférica, nomeadamente relacionados com as alterações climáticas, provocados pela indústria petrolífera e pela queima dos combustíveis: matéria particulada, emissões de  $SO_x$ ,  $NO_x$  e  $CO_x$  e reacções químicas que lhes deram origem
- Identificar os potenciais problemas ambientais associados à produção, ao transporte e à utilização do petróleo e seus derivados
- Identificar alguns dos mais graves acidentes ambientais da era industrializada, como o "Exxon Valdez", na costa sudeste do Alasca em 1989, e o naufrágio do navio petroleiro "Prestige", em 2002, na costa noroeste da Espanha
- Avaliar a gravidade de tais acidentes, pela sua extensão, pelo tempo de permanência dos contaminantes e pela dificuldade em minorar os seus efeitos nos ecossistemas
- Identificar algumas implicações sociais decorrentes deste tipo de catástrofes
- Referir que seja na forma de acidentes ou como parte inevitável da rotina da cadeia produtiva, os eventuais danos ambientais da indústria petrolífera são diagnosticados e

monitorizados através da detecção no meio ambiente de substâncias emanadas do petróleo e dos seus derivados.

- Identificar alguns dos agentes de poluição, provocada pelo petróleo e seus derivados
- Referir, de entre os principais meios de intervenção disponíveis, a existência de legislação sobre o transporte, limites de qualidade do ar ambiente, licenciamento das fontes poluidoras, incentivos à utilização de novas tecnologias

#### 2.1.4. Combustíveis alternativos e algumas alternativas aos combustíveis 3 aulas

- Associar uma maior eficiência na utilização de combustíveis fósseis à redução de gastos e de poluição associada
- Identificar diferentes tipos de combustíveis alternativos ao petróleo e ao carvão como álcoois (metanol e etanol), o hidrogénio e o metano
- Interpretar a adição de álcool etílico à gasolina como uma tentativa de redução da poluição e do uso do petróleo, levada a cabo em muitos países e a intenção futura da adição de biodiesel, com o mesmo propósito
- Associar a formação dos recursos alcoóis, biodiesel e biogás à custa de fontes renováveis
- Reconhecer a existência de alternativas aos combustíveis fósseis como as pilhas de combustível, as células fotovoltaicas, os aerogeradores e a energia nuclear
- Analisar as vantagens e desvantagens destes processos alternativos às centrais eléctricas convencionais

#### 2.2. De onde vem a energia dos combustíveis 7 aulas + 3 AL

##### 2.2.1. Energia, calor, entalpia e variação de entalpia

- Identificar a entalpia  $H$  como uma propriedade cuja variação só depende dos estados inicial e final do sistema e que se define como  $H = U + PV$
- Associar variação (mensurável) de entalpia  $\Delta H$  ao calor absorvido/libertado por um sistema, a pressão constante
- Associar valores negativos/positivos de  $\Delta H$  a reacções exotérmicas/endotérmicas em que a entalpia dos reagentes é superior/inferior à entalpia dos produtos de reacção
- Interpretar diagramas de variação de entalpia
- Reconhecer que as variações de entalpia são normalmente referidas a processos que ocorrem sob um conjunto de condições padrão, estabelecidas pela IUPAC: pressão de 1 bar (gases), estado puro para líquidos e sólidos, concentração molar  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  para soluções e forma alotrópica mais estável a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  para elementos
- Identificar entalpia padrão de reacção  $\Delta_r H^\ominus$  como a variação de entalpia de uma reacção que ocorre sob as condições padrão e por mole de reacção
- Identificar a existência de vários valores de entalpias padrão associadas a diferentes transformações como, por exemplo, entalpia padrão de formação  $\Delta_f H^\ominus$ , entalpia padrão de combustão  $\Delta_c H^\ominus$ , entalpia padrão de hidratação  $\Delta_{\text{hid}} H^\ominus$ , entalpia padrão de solução  $\Delta_{\text{sol}} H^\ominus$ .
- Reconhecer a importância da entalpia padrão de combustão  $\Delta_c H^\ominus$  para a determinação do "poder energético" dos combustíveis, por traduzir a entalpia padrão para a oxidação completa de um combustível.
- Determinar a entalpia padrão de uma reacção a partir dos valores tabelados para as entalpias padrão de formação dos reagentes e produtos da reacção
- Reconhecer que a entalpia padrão de uma reacção pode ser obtida por combinação de entalpias padrão de reacções individuais: lei de Hess
- Interpretar a razão de, como regra geral, combustíveis oxigenados como alcoóis e éteres terem menor poder energético (menor  $\Delta_c H^\ominus$ ) que os combustíveis de hidrocarbonetos



- Interpretar a influência do tamanho da cadeia carbonada e do tipo de ligação nas moléculas dos combustíveis com o seu poder energético ( $\Delta_c H^\ominus$ )
- Reconhecer a necessidade de se produzir combustíveis alternativos pela reciclagem de materiais orgânicos diversos como óleos alimentares e outros óleos e do lixo

### 2.2.2. Equivalência massa-energia: um assunto nuclear

- Associar o início da ciência nuclear a Albert Einstein quando reconheceu a equivalência da massa e da energia através da relação matemática  $E = mc^2$
- Identificar diferentes tipos de transformações nucleares
- Relacionar a instabilidade de um núcleo de um átomo com a relação entre o número de neutrões e o número de protões desse núcleo
- Interpretar decaimento nuclear como a transformação de um núcleo noutra núcleo por emissão de partículas  $\alpha$  ou  $\beta$  e radiação  $\gamma$
- Associar a emissão de partículas  $\beta$  aos núcleos que contêm muito maior número de neutrões do que protões e a emissão de partículas  $\alpha$  aos núcleos que contêm relações próximas do número de neutrões e de protões
- Associar "tempo de meia vida" ao intervalo de tempo necessário para que, numa dada amostra, o número de partículas da espécie radioactiva, se reduza a metade
- Referir que o tempo de meia vida para o carbono-14 é cerca de seis mil anos e que o produto do decaimento é o azoto-14
- Reconhecer que a propriedade do carbono-14 decair lentamente é utilizada na datação de objectos arqueológicos
- Interpretar a grande quantidade de energia envolvida numa reacção nuclear (fusão ou fissão), em termos da variação de massa nela envolvida, de acordo com a expressão  $\Delta E = \Delta m c^2$
- Reconhecer que o conhecimento sobre radioactividade trouxe enormes benefícios a par de enormes preocupações, resultantes da sua utilização para fins não pacíficos e da ocorrência de acidentes

### Actividade de Projecto Laboratorial

4 aulas

### Actividades Práticas de Sala de Aula

Sugere-se a realização de Actividades Práticas de Sala de Aula que permitam aos alunos:

1. Utilizando uma ficha de trabalho,
  - a) indicar o significado da organização OPEP e seriar os diferentes produtores de petróleo por ordem crescente/decrescente da sua importância
  - b) fazer a análise crítica de:
    - gráficos de utilização do petróleo e do carvão ao longo dos tempos, identificando temporalmente situações de crise energética, alterações de comportamentos sociais,...
    - gráficos de reservas de carvão, petróleo e gás natural ao longo dos tempos e compará-los com os gráficos anteriores, de forma a relacionar as variações mais importantes
2. Para cada um dos grupos de gasolinas indicados, estabelecer as diferenças e apresentar a justificação dessas diferenças:
  - Gasolinas de Verão e de Inverno

- Gasolinas com índices de octano diferentes
  - Gasolinas com diferentes aditivos
3. Investigação de como variam as propriedades físicas dos alcanos, segundo o comprimento da cadeia carbonada e apresentação dos dados em tabelas
  4. A partir de um texto com notícias de derrame de crude e/ou incêndios em instalações de indústria Petroquímica, explorar:
    - Impactes ambientais e sociais
    - Situações de segurança
    - Modos de recuperação do acidente
  5. Pesquisa com relatório de uma página da pesquisa desenvolvida, sobre:
    - Problemas ambientais decorrentes das emissões gasosas na circulação rodoviária
    - Utilização de conversores catalíticos (zeólitos)
  6. Conceber um diagrama explicativo da produção de energia eléctrica numa central nuclear
  7. Encenar um debate de argumentos do tipo "prós e contras" da energia nuclear, com papéis bem definidos para cada aluno interveniente
  8. Consultar o endereço interactivo para o estudo comparativo do comportamento de gases reais e gases ideais <http://zebu.uoregon.edu/nsf/piston.html>
  9. Dar resposta à questão-problema: por que é que os hidrocarbonetos são solúveis uns nos outros?
  10. Aplicar a lei de Hess na resolução de exercícios

### Actividades Prático-Laboratoriais

Nesta Unidade incluem-se cinco Actividades Laboratoriais e uma Actividade de Projecto Laboratorial (APL), todas de carácter obrigatório

Tipo de actividade	Designação da actividade	Aulas previstas	Observações
Actividade de Projecto Laboratorial (APL)	Produção de biodiesel de óleos alimentares usados	4	A planificar e a realizar ao longo desta unidade
Actividades Laboratoriais (AL)	AL 2.1 - Destilação fraccionada de uma mistura de três componentes	1	Obrigatória
	AL 2.2- Verificação do efeito da adição de uma substância não volátil e não iónica nos pontos de fusão e de ebulição da água	1	Obrigatória
	AL 2.3 - Determinação da entalpia de neutralização da reacção NaOH(aq) + HCl(aq)	1	Obrigatória
	AL 2.4 - Determinação da entalpia de combustão de diferentes combustíveis líquidos	1	Obrigatória
	AL 2.5 - Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois	1	Obrigatória

## AL 2.1 - Destilação fraccionada de uma mistura de três componentes

*Por que razão é possível obter do petróleo fracções distintas, através de uma destilação fraccionada?*

### Objecto de ensino

Destilação fraccionada de uma mistura de três componentes

### Objectivos de aprendizagem

- Efectuar uma destilação fraccionada de uma mistura de composição desconhecida com três componentes
- Traçar um gráfico de temperatura em função do volume de destilado, para a destilação realizada
- Interpretar o gráfico, identificando os componentes da mistura, através de consulta de tabelas de p.e. e da determinação de outras propriedades físicas como a densidade, índice de refração ...

### Notas:

- 1 - ter em atenção que os componentes não deverão formar misturas azeotrópicas
- 2 - a elaboração do gráfico pode ser feita manualmente (papel milimétrico) ou, preferencialmente, de forma instrumental, utilizando sensores, com interface para computador ou com adaptação a máquina calculadora gráfica.

### Material e reagentes

Adaptadores de termómetro	Condensadores (de Liebig ou outros)
Alongas	Mantas de aquecimento
Balões de fundo redondo	Proveta para recolha de destilado
Cabeças de destilação	Termómetro ou sensor de temperatura
Calculadora gráfica ou computador (facultativo)	
Mistura de três componentes como, por exemplo, metanol, acetona e água destilada	

### Sugestões para avaliação

Realização de registos, em caderno de laboratório, por exemplo, onde constem

- 1 - Cuidados de segurança a respeitar no presente trabalho
- 2 - Elaboração e interpretação do gráfico  $t = f(V/\text{destilado})$
- 3 - Identificação das substâncias componentes da mistura, com indicação de todas as propriedades físicas e químicas utilizadas para a sua completa identificação
- 4 - Interpretação do papel da coluna de fraccionamento
- 5 - Identificação da zona de uma refinaria de petróleo, que corresponde à coluna de fraccionamento utilizada laboratorialmente
- 6 - Resposta ao problema inicial

AL 2.2 - Verificação do efeito da adição de uma substância não volátil e não iónica no ponto de fusão e no ponto de ebulição da água

*Porque se espalha sal no(a) gelo/neve existente nas estradas em dias de temperaturas muito baixas?*

*Porque se adiciona anticongelante à água de arrefecimento do motor de um carro, nos climas frios?*

Esta actividade surge como uma situação paralela à que se passa com os combustíveis, no que respeita aos aditivos: o seu uso altera as propriedades físicas da mistura. Deste modo, pretende-se que os alunos verifiquem experimentalmente o efeito nas propriedades ponto de fusão e ponto de ebulição, da adição de um soluto não volátil a um solvente e, ainda, investigar qual a relação entre os valores das variações nessas propriedades e as proporções de combinação soluto/solvente.

### Objecto de ensino

- Verificação experimental do abaixamento do ponto de fusão e da elevação do ponto de ebulição da água por adição de um soluto não volátil
- Investigação da relação de dependência de  $\Delta T_f$  e  $\Delta T_e$  e a proporção de combinação soluto/solvente

### Objectivos de aprendizagem

- Utilizar os conceitos de ponto de fusão e de ponto de ebulição
- Interpretar diagramas de fases para um solvente puro (água) e para uma solução aquosa de um soluto não volátil
- Verificar que a adição de um soluto não volátil à água aumenta o ponto de ebulição e diminui o ponto de fusão daquele solvente
- Estabelecer a relação de dependência entre os valores de  $\Delta T_f$  e  $\Delta T_e$  e a proporção de combinação soluto/solvente

### Sugestões metodológicas

A actividade deve ser realizada do seguinte modo:

1 - Metade dos alunos de um turno desenvolve toda actividade para o abaixamento crioscópico; a outra metade, desenvolve-a para a elevação ebulioscópica.

2 - Os alunos deverão:

2.1. Usar sempre o mesmo par soluto/solvente, em quantidades diferentes, para cada experiência, por exemplo, 1% (m/v), 5% (m/v), 10% (m/v) e 15% (m/v).

2.3. Determinar os pontos de fusão (solidificação) e de ebulição de misturas de água e de um soluto não volátil em proporções variáveis, usando para o primeiro uma mistura frigorífica de sal e gelo e, para o segundo, um banho de aquecimento de parafina líquida.

2.4. Verificar a elevação ebulioscópica e a depressão crioscópica da água, por dissolução de um soluto não volátil

2.5. Preencher uma tabela como a seguinte:

	Relação (1)	Relação (2)	Relação (3)	Relação (4)
$\Delta T_f$ (ou $\Delta T_e$ )	$n_{\text{soluto}}/V_{\text{solução}}$	$m_{\text{soluto}}/V_{\text{solução}}$	$n_{\text{soluto}}/\text{massa}_{\text{solução}}$	$n_{\text{soluto}}/\text{massa}_{\text{solvente}}$
$\Delta T_1$				
$\Delta T_2$				
$\Delta T_3$				
$\Delta T_4$				
$\Delta T_5$				

2. 6. Concluir qual a relação (1), (2), (3) ou (4) que tem com  $\Delta T_f$  (ou  $\Delta T_e$ ) proporcionalidade directa
- 2.7. Traçar o gráfico (de preferência em computador ou em máquina de calcular gráfica) que traduz essa proporcionalidade

### Material e reagentes

Agitador	Equipamento de determinação de p.f.
Balança de precisão $\pm 0,01g$	Equipamento de determinação de p.e.
Calculadora gráfica ou computador (facultativo)	(tradicional ou automático)
Copos de 150 mL	Pipetas volumétricas de $50\text{ cm}^3$ e $100\text{ cm}^3$
	Termómetro ou sensor de temperatura

Pares solvente/soluto: água destilada/sacarose, água destilada/etilenoglicol; mistura frigorífica (gelo e sal); parafina líquida

### Sugestões para avaliação

- 1 - Elaboração de registos em caderno de laboratório, onde constem:
  - cuidados de segurança observados durante o presente trabalho laboratorial
  - registo de medições
  - grelha preenchida e os respectivos cálculos
  - gráfico de  $\Delta T_f$  (ou  $\Delta T_e$ ) = f(relação x)
- 2- Apresentação dos resultados obtidos por metade dos alunos de um turno à outra metade e discussão dos mesmos
- 3- Resposta às questões-problema colocadas no início da actividade

## AL 2.3- Determinação da entalpia de neutralização da reacção NaOH (aq) + HCl (aq)

*Como se pode medir a energia libertada numa reacção química?*

### Objecto de ensino

Determinação da variação de entalpia na reacção de neutralização de soluções aquosas de hidróxido de sódio e de ácido clorídrico

### Objectivos de aprendizagem

- Realizar uma reacção de neutralização termométrica
- Efectuar cálculos estequiométricos envolvendo o conceito de entalpia de reacção
- Elaborar um gráfico de temperatura em função do volume de titulante adicionado
- Verificar que o ponto de equivalência corresponde à temperatura mais elevada registada no decorrer da reacção

### Notas:

- 1 - o registo de temperatura pode ser feito com termómetro ou com sensor de temperatura

- 2 - a elaboração do gráfico pode ser feita manualmente (papel milimétrico) ou, preferencialmente, em computador ou com a máquina de calcular gráfica ligada ao sensor
- 3 - o valor da entalpia padrão de neutralização da reacção  $\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  é  $\Delta_r H^\circ (298 \text{ K}) = 57,1 \text{ kJ mol}^{-1}$  de reacção

### Material e reagentes

Balões de Erlenmayer de  $100 \text{ cm}^3$   
 Bureta de  $25 \text{ cm}^3$   
 Calculadora gráfica ou computador (facultativo)  
 Suporte para o termómetro ou para o sensor  
 Suporte universal com garras e nozes  
 Termómetro ou sensor de temperatura  
 HCl (aq) para titular; NaOH (aq) padrão; indicador (fenolftaleína ou azul de bromotimol)

### Sugestões para avaliação

Realização de registos em caderno de laboratório onde constem:

- 1 - os cuidados de segurança a respeitar no presente trabalho
- 2 - a elaboração e interpretação do gráfico
- 3 - os cálculos para a determinação da entalpia de reacção
- 4 - o cálculo do erro relativo em percentagem
- 5 - a crítica dos resultados obtidos

## AL 2.4. - Determinação da entalpia de combustão de diferentes combustíveis líquidos (hexano, hexan-1-ol)

*Por que razão diferem as entalpias de combustão de combustíveis com oxigénio e sem oxigénio na sua molécula?*

### Objecto de ensino

Variação de entalpia na combustão de combustíveis que diferem na entre si pelo facto de terem ou não oxigénio na sua molécula

### Objectivos de aprendizagem

- Elaborar uma tabela para registo de resultados
- Escrever as equações de combustão dos diferentes combustíveis
- Interpretar a diferença de valores de  $\Delta_c H$  encontrados

### Material e reagentes:

Agitador de vidro	Balança de precisão $\pm 0,01 \text{ g}$
Calorímetro de metal (cobre)	Invólucro isolante (esferovite)
Lamparina (vazia)	Proveta de $250 \text{ cm}^3$
Suporte para o calorímetro e para o termómetro ou sensor	
Termómetro ou sensor de temperatura	
água destilada, hexano, hexan-1-ol	

**Procedimento**

1. Colocar 200 cm<sup>3</sup> de água destilada no calorímetro e anotar a temperatura
2. Encher a lamparina com hexano **longe de fontes de ignição** e avaliar a massa
3. Colocar a lamparina no fundo do recipiente isolante e, sobre ela, o calorímetro devidamente preso no suporte
4. Introduzir o termómetro na água do calorímetro e prender ao suporte
5. Acender a lamparina e aquecer, agitando, até a temperatura atingir um valor entre 15-20 °C.
6. Suspende o aquecimento, continuando a agitar
7. Anotar a temperatura mais elevada alcançada pela água
8. Pesar de novo a lamparina para calcular a massa de combustível gasta
9. Repetir o processo para o hexan-1-ol
10. Calcular, em J, a energia transferida para a água pela queima do combustível ( $E = m c \Delta t$ )
11. Calcular a entalpia de combustão em kJ/mol de combustível

**Sugestões para avaliação**

Elaborar registos, em caderno de laboratório, de que constem:

- 1 - Os cuidados de segurança a respeitar no presente trabalho laboratorial
- 2 - O registo de medições, na forma da tabela
- 3 - Os cálculos efectuados para as diferentes entalpias e para os erros relativos das medições, considerando os valores tabelados para aquelas entalpias
- 4 - A crítica dos erros e da sua importância relativa:
  - identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e se cada fonte de erro conduziu a um valor por excesso ou por defeito
  - identificação das fontes de erro que tiveram maior impacto na exactidão dos resultados
  - sugestões para uma maior exactidão no processo
- 5 - A interpretação dos resultados para dar resposta à questão-problema

**AL. 2. 5- Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois**

*Qual a influência da posição do grupo OH e do comprimento da cadeia carbonada de álcoois na energia libertada na sua combustão?*

**Objecto de ensino**

Variação de entalpia na combustão de álcoois que diferem na cadeia carbonada e na posição do grupo OH: metanol, etanol, propan-1-ol, propan-2-ol, butan-1-ol

**Objectivos de ensino**

- Explicar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis
- Traçar um gráfico de  $\Delta_c H$  em função do número de átomos de carbono da cadeia carbonada dos álcoois
- Interpretar o gráfico obtido
- Elaborar uma tabela para registo de resultados

**Sugestões metodológicas**

As mesmas da actividade AL 2. 4

**Reagentes**

Água destilada, metanol, etanol, propan-1-ol, propan-2-ol, butan-1-ol

**Sugestões para avaliação**

Elaborar registos em caderno de laboratório de que constem:

- 1 - Os cuidados de segurança a respeitar no presente trabalho laboratorial
- 2 - O registo de medições, na forma de tabela
- 3 - Os cálculos efectuados e os erros relativos das medições
- 4 - O gráfico elaborado
- 5 - O uso do gráfico para:
  - prever o valor de  $\Delta_c H$  para o pentan-1-ol
  - indicar o significado da intersecção do gráfico com o eixo dos YY
- 6 - A crítica dos erros e da sua importância relativa
- 7 - A identificação das partes do procedimento que conduziram a erros e aquelas que ajudaram a minimizá-los

**Actividade de Projecto Laboratorial (APL)**

4 aulas

**Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados**

Este trabalho de índole investigativa destina-se a ser realizado por grupos de dois alunos, em três aulas prático-laboratoriais. A sua realização compreende várias fases:

- 1- Recolha de óleos de cozinha usados, em casa e/ou na cantina da escola, em recipientes apropriados
- 2- Pesquisa do método de obtenção deste biodiesel
- 3- Identificação das diferentes fases do processo, com elaboração de um diagrama sequencial das operações a realizar
- 4- Identificação das operações unitárias envolvidas, das transformações químicas e escrita das respectivas equações, quer para o produto principal, o biodiesel, quer para um subproduto (sabão)
- 5- Planificação do trabalho laboratorial, incluindo material, equipamento, reagentes e segurança
- 6- Realização da parte laboratorial, com obtenção do produto final e do subproduto

**Sugestões para avaliação**

Todas as fases do processo deverão ser alvo de avaliação. Para o efeito:

- cada grupo deverá elaborar registos de todas as etapas do trabalho, por exemplo na forma de um *portfolio*;
- cada aluno deverá registar em fichas de auto-avaliação, *check-lists* ..., o modo como avalia o seu desempenho à medida que a actividade se desenvolve
- o Professor(a) deverá usar grelhas de observação e outros instrumentos de avaliação diversificados, por forma a recolher o máximo de dados para a avaliação do trabalho

O trabalho, o produto final e o subproduto deverão ser alvo de exposição/apresentação a nível de escola.



## Unidade 3: Plásticos, Vidros e Novos Materiais

### Introdução

Os materiais cerâmicos e os vidros foram usados pelo ser humano desde há milhares de anos até aos nossos dias. As inúmeras e diversificadas peças descobertas vão revelando o nosso passado. Desde a pré-história, e depois da descoberta do fogo, que se reparou que a terra argilosa ficava semelhante à pedra quando se fazia fogo sobre ela. Mais tarde, e provavelmente de um modo accidental, um grupo de nómadas terá acendido uma fogueira sobre a areia da praia. Repararam que na manhã seguinte um novo material brilhante aparecia por entre as cinzas. As condições necessárias estavam reunidas: a sílica (areia), o sal (cloreto de sódio), restos de ossos (óxido de cálcio) e a acção do fogo que permitiu elevar a temperatura da mistura reaccional até provocar a fusão e originar o vidro. A abundância de matérias-primas, resultantes de transformações físico-químicas de rochas, e o baixo custo de extracção potencializaram a evolução tecnológica. Desde ossos artificiais, fibras ópticas, vidros e materiais de laboratório, componentes eléctricos e electrónicos, no revestimento de naves aeroespaciais até aplicações mais comuns como são, por exemplo, os vidros, pavimentos, a porcelana e a faiança.

O século XX foi a "era dos plásticos". Embora actualmente também se usem muitas outras espécies de materiais, desde as fibras de origem animal e vegetal, metais, materiais cerâmicos até aos mais recentes materiais semicondutores como o silício, usado na electrónica, os plásticos detêm um lugar de destaque: a quantidade de plásticos é enorme e crescente e, pela sua enorme versatilidade, desempenham um papel importante na nossa vida, quer tenhamos ou não consciência desse facto.

Em muitos casos, os plásticos substituíram a madeira, a rocha, a cerâmica, o vidro, o couro, as fibras naturais e os metais nos seus usos tradicionais; as propriedades que apresentam torna-os vantajosos face àqueles materiais: são pouco densos, resistentes, duráveis e, em geral, fáceis de fabricar e de transportar. Mas a sua principal vantagem é a capacidade de poderem ser quimicamente "desenhados" para responderem a necessidades funcionais muito específicas dos consumidores. A engenharia dos plásticos trabalha para produzir cada vez mais com menos material, para criar novos artefactos que venham resolver problemas e melhorar a qualidade de vida, como é o caso das próteses, antes inconcebíveis no domínio da cirurgia, materiais para comunicações, cada vez mais abrangentes e céleres, materiais para construção e transportes de todos os tipos, incluindo os espaciais ou ainda na pesquisa de plásticos condutores da corrente eléctrica à semelhança dos metais e dos semicondutores... Deste modo, os plásticos tornam a vida, em certos aspectos, mais segura, mais fácil na execução de certas tarefas e de melhor qualidade.

Os plásticos incluem-se numa família de materiais mais ampla, os polímeros, constituídos por moléculas gigantes ou macromoléculas, algumas das quais existem na natureza: a celulose que depois de transformada produz o polímero artificial *rayon*, a borracha extraída do látex natural que foi "copiada" para produzir a borracha sintética... Os químicos aprenderam a interpretar a natureza e estenderam depois esse conhecimento para conseguir novas sínteses.

Actualmente, a produção de novos materiais, através de novos processos de fabrico, preocupa-se também com a preservação do ambiente e simultaneamente torna-se o motor das transformações tecnológicas, visando uma melhor qualidade de vida para operadores e utilizadores. É neste quadro de preocupações que se defende que os materiais deverão ser recicláveis, bio- e fotodegradáveis e os processos de fabrico geradores de poluição mínima. Materiais como plásticos, vidros e cerâmicos podem ser reciclados em larga escala e, alguns deles, apresentam elevada inertividade química, o que os torna especiais. No entanto, apesar de alguns serem resistentes

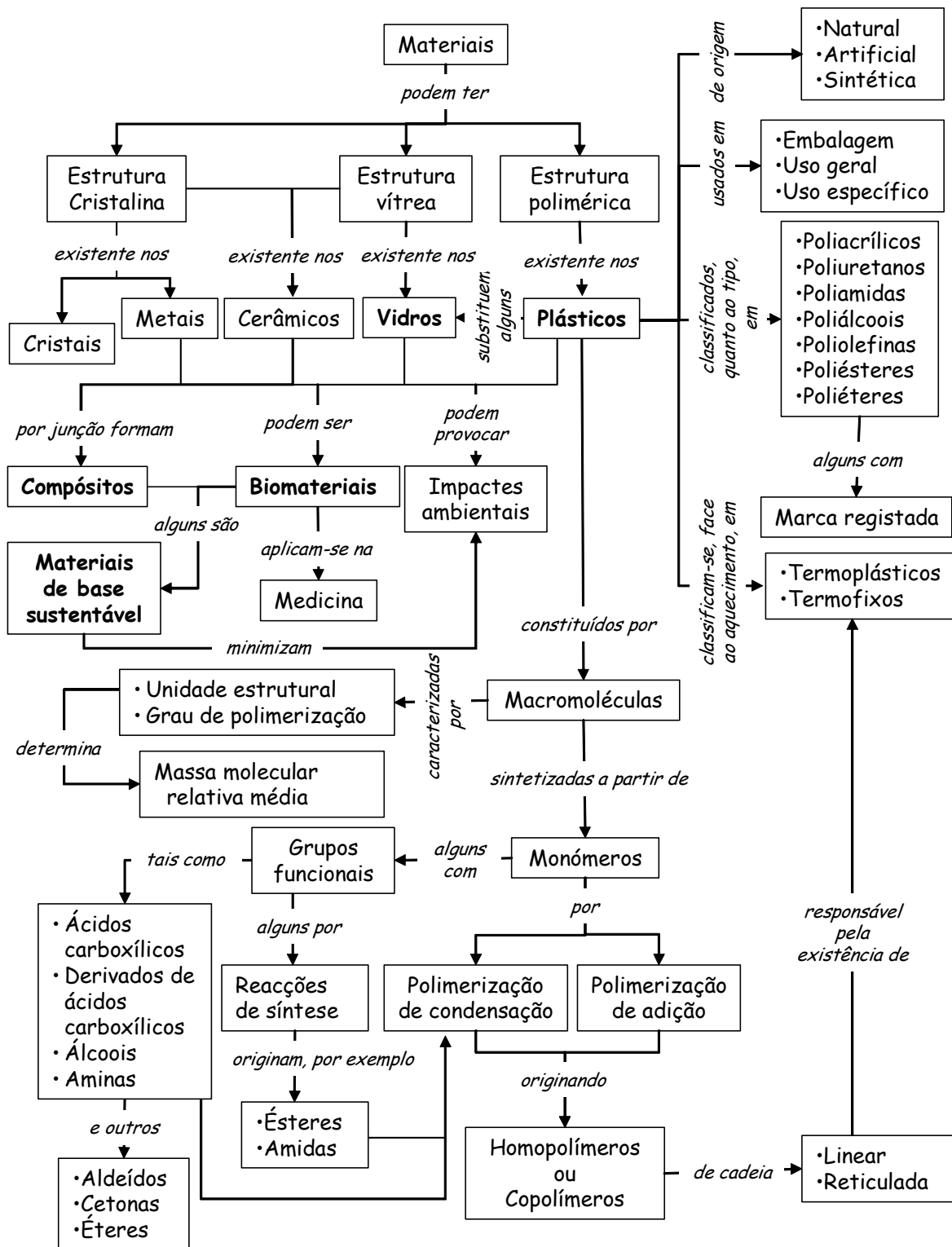
térmica e quimicamente, são quebradiços. A procura de melhoria das suas propriedades, incorporando outros materiais, traduziu-se no aparecimento de compósitos.

A indústria dos polímeros é considerada um dos maiores alicerces da economia global, tal é a variedade e extensão das aplicações dos materiais poliméricos: das embalagens aos contentores, da indústria alimentar à dos cosméticos e, mais recentemente, a área dos biomateriais. Será difícil de imaginar uma actividade humana que dispense a utilização de polímeros.

Em Portugal, existe produção de polímeros (em particular de polietileno e de politereftalato de etileno (PET), de poliuretanos e de policloreto de vinilo), em indústrias de grande, média e pequena dimensão que se estendem por todo o país. De destacar o facto de Portugal ser também um dos principais fabricantes europeus de moldes para a produção de polímeros termoplásticos. Este dado aponta para a sua importância que, em contexto escolar, deve ser dada na compreensão da sua natureza (conhecimento químico), das suas propriedades e aplicações (conhecimento tecnológico) e do impacto do seu uso (conhecimento sócio-cultural).

O que se propõe nesta Unidade é a interpretação da estrutura química de materiais com estrutura "gigante" (vítrea, cristalina e polimérica), com especial destaque para os plásticos. Não pretendemos, no entanto, fazer um aprofundamento do conhecimento químico associado aos novos materiais mas, apenas, proporcionar oportunidade para discutir questões novas que a produção de novos materiais sempre acarreta e a necessidade de promover a investigação sobre a sua produção, devido ao esgotamento de matérias-primas tradicionais e à procura de soluções para novas situações. A síntese de "materiais por medida" é uma exemplificação de como as questões sociais pressionam a investigação científica (procura de materiais mais adequados, ambientalmente mais compatíveis e economicamente mais viáveis).

A Unidade está prevista para 22 aulas de 90 minutos (33 horas), incluindo as de índole prático-laboratorial e a Actividade de Projecto Laboratorial (APL).



## Objecto de Ensino

### 3.1. Os plásticos e os estilos de vida das sociedades actuais

- Plásticos, ambiente e desenvolvimento económico
- Vantagens e desvantagens dos plásticos face a outros materiais
- A Indústria de plásticos em Portugal: perspectiva histórica e importância socioeconómica

### 3.2. Os plásticos e os materiais poliméricos

- O que são materiais plásticos
- O que são polímeros: macromolécula e cadeia polimérica
- Aplicações dos polímeros e polímeros para fins específicos (mobiliário, equipamentos eléctricos, próteses cirúrgicas, transportes, equipamentos desportivos e domésticos, tintas e revestimentos de superfícies, têxteis, embalagens ...)
- Termoplásticos e plásticos termofixos (comportamento perante o aquecimento e sua relação com a estrutura)
- Polímeros naturais, artificiais e sintéticos (matérias primas e suas fontes)
- Código de identificação de plásticos (origem e implicações)
- Identificação de plásticos por testes físico-químicos - **AL 3.1**

### 3.3. Os plásticos como substitutos de vidros

- Propriedades de plásticos e propriedades de vidros: semelhanças e diferenças
- O que são vidros: composição e estrutura (óxido de silício/sílica.....)
- Alguns tipos de vidros comercializados (vidro-janela, *pyrex*, vidro-cristal, laboratório, vidro óptico, fibra de vidro, ...)
- Índice de refração de materiais transparentes à luz (vidros, plásticos, ar e água) - **AL 3.2**
- Estrutura polimérica, estrutura vítrea e estrutura cristalina
- Plásticos substitutos de vidros: caso do *Perspex* (transparência); plásticos resistentes ao aquecimento (substitutos do *Pyrex*); outros ...
- Reciclagem de vidros: condicionantes do processo e características do produto final
- A indústria vidreira em Portugal: perspectiva histórica, matérias-primas e "cargas"
- Acção dos fundentes (catiões metálicos) na ruptura de ligações químicas Si-O-Si e na diminuição da temperatura de fusão
- Cristais e vidros- **AL 3.3**

### 3.4. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

- Obtenção de polímeros sintéticos: monómeros e reacções de polimerização
- Homopolímeros e co-polímeros
- Monómeros e grupos funcionais: álcoois, ácidos carboxílicos, cloretos de ácido, aminas, amidas, éteres, ésteres, aldeídos e cetonas
- Reacções de síntese: formação de poliésteres e de poliamidas (estudo de casos particulares) - **AL 3.4**
- Polímeros de condensação: poliésteres, poliamidas e poliálcoois
- Reacções de polimerização de condensação (iniciação, propagação e finalização)
- Polímeros de adição
- Reacções de polimerização de adição (iniciação, propagação e finalização)
- Borracha natural, sintética e vulcanizada - **AL 3.5**
- Grau de polimerização e massa molecular relativa média
- Polímeros lineares e reticulados

- Família de polímeros e marcas registradas
- A indústria dos plásticos na sociedade contemporânea (destacar produtos, marcas e utilizações para fins específicos no contexto mundial)
- A reciclagem de plásticos (plásticos recicláveis e plásticos reciclados - vantagens e limitações dos processos e dos produtos; degradação das cadeias poliméricas)
- Síntese de polímeros (poliamida - nylon 6.6, poliuretano, poliacrílica - polimetacrilato de metilo e poliácido láctico) - **AL 3.6**
- Visita a uma instalação industrial (vidros e/ou plásticos) - **APL**

### **3.5. Novos materiais: os biomateriais, os compósitos e os materiais de base sustentada**

- O que são biomateriais e suas aplicações
- Tipos de biomateriais: bioplásticos, plásticos biodegradáveis e plásticos de origem biológica
- Os compósitos
- Processos e conceitos de modificação de polímeros: a degradação, a biodegradação, a mineralização, a biodegradabilidade e polímeros biodegradáveis
- Plásticos biodegradáveis e sua obtenção
- O que são materiais de base sustentável

## Objectivos de Aprendizagem

### 3.1. Os plásticos e os estilos de vida das sociedades actuais 1 Aula

- Reconhecer a importância dos plásticos na alteração do estilo de vida das sociedades: pelo baixo preço, pelos diferentes *designs* e pelos variados campos de utilização (têxteis, construção, transportes, indústria farmacêutica, mobiliário, embalagens, electrodomésticos, comunicações, ...)
- Identificar contextos da vida diária onde se utilizam materiais plásticos
- Confrontar vantagens e desvantagens da utilização dos plásticos em relação ao vidro e a outros materiais: durabilidade, custo, higiene e segurança, *design* e poluição
- Estabelecer comparações no modo de realizar tarefas e tipos de actividades recorrendo a materiais plásticos ou a outros materiais, fazendo um balanço custo-benefício
- Conhecer alguns marcos importantes da história dos polímeros
- Relacionar o fim da 2ª Guerra Mundial, em particular o contexto sócio-económico, com o grande incremento na indústria dos plásticos
- Discutir a dependência do petróleo que a indústria dos polímeros sintéticos apresenta, como matéria-prima primeira para o fabrico dos monómeros
- Caracterizar a situação da indústria de plásticos em Portugal, referindo a sua importância económica (principais unidades instaladas e sua localização, tipo de empresas e produção a que se dedicam, destino da produção)
- Caracterizar um processo de reciclagem como aquele onde se obtém o material de objectos usados com a finalidade de produção de novos objectos para o mesmo ou outros usos

### 3.2. Os plásticos e os materiais poliméricos 2 Aulas + 1 AL

- Caracterizar um material plástico como um material que, sendo polimérico, é susceptível de poder ser modelado na forma de filamentos e de películas finíssimas
- Caracterizar um polímero como uma "substância" representada por macromoléculas
- Distinguir macromolécula de outras moléculas com número elevado de átomos pela existência de uma unidade estrutural que se repete ao longo da cadeia molecular
- Interpretar uma macromolécula como uma molécula constituída por uma cadeia principal formada por milhares de átomos organizados segundo conjuntos que se repetem
- Classificar um polímero em natural, artificial e sintético, articulando a sua classificação com matérias-primas que lhe dão origem
- Distinguir plásticos quanto ao efeito do calor sobre eles (termoplásticos aqueles que se deformam por aumento de temperatura e termofixos aqueles que não se deformam por aumento de temperatura) e relacionar este comportamento com a estrutura linear ou reticulada da cadeia polimérica
- Interpretar o significado do código (letras e números) utilizado na identificação de plásticos, associando-o a implicações da sua utilização, reutilização e reciclagem
- Identificar processos operacionais de distinção de plásticos, com vista à sua separação e comparação de propriedades
- Reconhecer a investigação sobre novos materiais como um domínio científico de ponta fortemente articulado com a investigação tecnológica, condicionada e condicionante de interesses sociais, económicos, ambientais e políticos.

### 3.3. Os plásticos como substitutos de vidros 3 Aulas + 2 AL

- Estabelecer comparações nas propriedades de plásticos e vidros tendo em vista o seu uso

- Associar cristal ao material ou substância que tem as unidades estruturais (átomos, iões ou moléculas) organizadas de um modo regular, uniforme e repetitivo em cada uma das três dimensões espaciais
- Distinguir estrutura cristalina de estrutura não cristalina (ou amorfa) sendo que na última a organização normalmente não ultrapassa os limites da molécula
- Identificar semelhanças e diferenças entre cristais tais como o cloreto de sódio, a grafite, o diamante e outros, ao nível da estrutura e composição
- Associar corpo vítreo ou vidro a um líquido sobre-arrefecido que tem, à temperatura ambiente, um aspecto sólido mas que não possui estrutura cristalina organizada em toda a sua extensão
- Explicar o arrefecimento brusco da mistura vítrea como meio de evitar a formação de estrutura cristalina
- Interpretar a estrutura da sílica ( $\text{SiO}_2$ ) baseada em tetraedros centrados em átomos de silício ligados covalentemente a quatro átomos de oxigénio, cada um destes ligado, por sua vez, a outros átomos de silício tetraédricos
- Estabelecer comparação entre a estrutura da sílica e a estrutura do vidro
- Justificar o uso de fundentes no fabrico do vidro tendo em consideração a redução de custos energéticos e economia de revestimentos com refractários especiais
- Associar a acção de fundentes à quebra de algumas ligações covalentes Si-O-Si por interacção electrostática envolvendo catiões metálicos, tendo como finalidade principal baixar a temperatura de fusão da mistura
- Distinguir tipos de vidros comercializados pela sua composição e relacionar esta com a sua utilização (por exemplo: vidro-janela, pyrex, vidro-cristal, vidro de laboratório, vidro óptico e fibra de vidro)
- Explicitar marcos históricos importantes na descoberta e evolução da produção de vidro, nomeadamente na indústria portuguesa
- Descrever as fases principais do processo de reciclagem do vidro, identificando condicionantes do processo e das características do produto reciclado

### 3.4. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

5 Aulas + 3 AL

- Interpretar a síntese de um polímero como uma reacção de polimerização a partir de um ou dois monómeros
- Caracterizar uma reacção de polimerização como uma reacção química em cadeia entre moléculas de monómero(s)
- Diferenciar homo e co-polímeros pelo número e tipo de monómeros envolvidos na reacção de polimerização: um monómero no caso de homopolímeros e dois monómeros no caso de co-polímeros e relacionar a unidade estrutural com a estrutura do(s) monómero(s)
- Distinguir unidade estrutural do polímero da unidade estrutural do(s) monómero(s)
- Associar o valor médio do comprimento de uma cadeia polimérica à impossibilidade prática de controlar a extensão da reacção de polimerização correspondente a cada uma das cadeias
- Relacionar o comprimento de uma cadeia polimérica com o grau de polimerização (número de vezes em que a unidade estrutural se repete)
- Associar uma dada amostra de polímero a uma determinada cadeia polimérica "média"
- Caracterizar os monómeros segundo o número e a natureza dos seus grupos funcionais
- Relacionar a estrutura da macromolécula com a estrutura molecular do(s) monómero(s) respectivo(s)
- Atribuir o nome ou a fórmula química completa a compostos orgânicos insaturados e de várias famílias químicas: álcoois, ácidos carboxílicos, cloretos de ácido, aminas, amidas, éteres, ésteres, aldeídos e cetonas
- Identificar, a partir da estrutura do(s) monómero(s), o tipo de reacção de polimerização que pode ocorrer: de condensação ou de adição

- Interpretar a formação de um polímero de condensação para o caso de poliésteres, de poliamidas e de poliálcoois em termos da reactividade dos grupos funcionais
- Interpretar a formação de um polímero de adição para o caso da polimerização do etileno (polietileno) e de seus derivados (poliacrílicos), tendo em conta os passos de iniciação, propagação e finalização
- Caracterizar os polímeros segundo famílias (poliolefinas, poliacrílicos, poliuretanos, poliamidas, poliésteres) relacionando essas famílias com os grupos funcionais dos monómeros
- Relacionar a estrutura linear ou reticulada de um polímero com a estrutura dos monómeros e as reacções entre grupos funcionais
- Diferenciar família química de polímeros (de natureza estrutural) de marca registada (de natureza comercial): o Nylon 6.10 é uma marca registada de polímeros da família das poliamidas
- Interpretar o processo de reciclagem de plásticos como introduzindo alguma degradação das cadeias poliméricas
- Associar a produção de materiais incorporando polímeros naturais e sintéticos a novas texturas e novos usos, por exemplo, condições extremas de pressão e de temperatura

### **3.5. Novos materiais: os biomateriais, os compósitos e os materiais de base sustentada 3 Aulas**

- Caracterizar um material como biomaterial, desde que seja utilizado em aplicações biomédicas que impliquem a interacção com sistemas biológicos, podendo ser de origem natural, ou não
- Reconhecer que os biomateriais podem dividir-se em quatro grupos principais: metais, cerâmicos, polímeros e compósitos
- Conhecer aplicações de biomateriais poliméricos em várias áreas da medicina (cardiologia, ortopedia, oftalmologia e libertação controlada de fármacos), devido a vantagens como fácil preparação, grande variedade de compostos, densidade próxima dos meios biológicos e biocompatibilidade
- Identificar os materiais compósitos como materiais resultantes da combinação de pelo menos dois materiais quimicamente distintos (metais, cerâmicas ou polímeros), com uma interface de contacto, e criados para obter melhores propriedades
- Distinguir as duas fases de um compósito: a fase contínua (matriz) escolhida de forma a conferir a maleabilidade ou ductilidade, e a fase descontínua (fase dispersa ou fase de reforço), escolhida de forma a conferir resistência
- Reconhecer a importância da pesquisa sobre materiais poliméricos mistos para a obtenção de novos materiais (por exemplo, compósitos de matriz polimérica) com propriedades e funções ainda não igualadas por outros polímeros naturais e sintéticos
- Comparar vantagens e desvantagens de compósitos substitutos de materiais tradicionais, nomeadamente quanto a custos, resistência (mecânica e à corrosão), densidade e durabilidade
- Discutir problemas derivados do impacto ambiental da produção, uso e eliminação dos plásticos e formas de os superar (plásticos foto e biodegradáveis, por exemplo)
- Conhecer algumas razões que dificultam o consenso sobre o conceito de biodegradação e, consequentemente, de material biodegradável, tais como a natureza do processo (com ou sem ruptura de ligações químicas), o tipo de produto(s) final e o tempo de reincorporação ambiental destes mesmos produtos
- Saber explicitar o significado dos termos relacionados com a modificação dos materiais (degradação, biodegradação, mineralização, biodegradabilidade e biodegradável)
- Identificar as principais vias de produção de plásticos biodegradáveis: por síntese química (poli-ácido glicólico; poli-ácido láctico; poli-álcool vinílico), por fermentação microbológica (poli-ésteres derivados de açúcares; polissacarídeos neutros) e por modificação química de produtos de origem natural (compósitos de amido ou "amido plastificado"; biocompósitos celulósicos)



- Interpretar a estrutura de uma cadeia polimérica enxertada com moléculas orgânicas simples e qual a função destas nos processos degradativos do polímero respectivo
- Associar um produto de base sustentável à sua viabilidade comercial e aceitabilidade ambiental, o que depende conjugação de três factores: ser renovável, reciclável e biodegradável
- Discutir a importância de materiais de base sustentada numa economia em constante pressão sobre as fontes de matérias-primas

### Actividade de Projecto Laboratorial

2 Aulas

### Actividades Práticas de Sala de Aula

Sugere-se a realização das seguintes Actividades Práticas de Sala de Aula:

1. Recolher e classificar amostras de objectos de plástico usando sistemas de classificação (tipo de uso: lazer, segurança, construção, comunicação, transporte ...). Comparar esta classificação com a conseguida utilizando o código internacional de identificação (letras e/ou números) impressos
2. Organizar artigos de jornais e revistas sobre o desenvolvimento e uso de plásticos. Sistematizar as informações incluídas em cada um deles
3. Elaborar um texto sobre o modo como os plásticos modificaram hábitos de vida (por exemplo, comparar as vantagens e desvantagens do uso de garrafas de plástico relativamente às garrafas de vidro)
4. Conceber um diagrama dos processos de reciclagem e tratamento de desperdícios dos plásticos
5. Organizar um debate sobre vantagens e desvantagens da utilização de polímeros, relativamente a outros materiais
6. Pesquisar informação sobre a importância do desenvolvimento do conhecimento químico sobre materiais poliméricos na ciência química (por exemplo, na atribuição de Prémios Nobel a cientistas como Staudinger em 1953, Giulio Natta e Karl Ziegler em 1963, Paul Flory em 1974, Roald Hoffmann em 1981, Heeger, Macdiarmid e Shirakawa em 2000)
7. Recolher informação sobre a história da indústria vidreira e cerâmica em Portugal
8. Analisar tabelas de composição de vidros e prever algumas propriedades destes em função dos óxidos constituintes (natureza e percentagem)
9. Pesquisar informação sobre substâncias com aroma usadas na indústria alimentar e de perfumes
10. Organizar um *poster* sobre a evolução nas matérias-primas usadas pelos dentistas ao longo dos últimos anos no restauro dentário. Realizar tarefa equivalente dirigida ao restauro de partes do esqueleto
11. Organizar, num placar de parede, informação sobre bio-polímeros, em particular polímeros de base sustentável, apresentando informação sobre natureza, origem, aplicações, vantagens sobre polímeros convencionais e produção industrial
12. Recolher informação sobre as propriedades de alguns compósitos e compará-las com as dos materiais que lhe deram origem
13. Resolver fichas com situações em que os alunos, a partir de representações químicas de macromoléculas, identifiquem o tipo de polímero (condensação e adição), unidade estrutural, monómero(s) e determinem o grau de polimerização para um dado valor de massa molecular média arbitrada

## Actividades Prático - Laboratoriais

Nesta Unidade incluem-se seis Actividades Laboratoriais e uma Actividade de Projecto Laboratorial (APL). Das seis actividades laboratoriais três são de carácter obrigatório e das restantes três deve ser seleccionada uma, pelo menos, atendendo às características dos alunos, às condições logísticas da escola, à conveniência da sua realização para a aprendizagem de tópicos específicos.

Tipo de actividade	Actividades	Aulas previstas	Observações
Actividade de Projecto Laboratorial (APL)	Planificação, realização e avaliação de uma visita a uma Instalação Industrial	2	A planificar e a realizar ao longo desta Unidade
Actividades Laboratoriais (AL)	AL 3.1 - Identificação de plásticos por testes físico-químicos AL 3.3 - Cristais e vidros AL 3.6 - Sintetizar polímeros	4	Obrigatórias
	AL 3.2 - Materiais transparentes e índice de refração AL 3.4 - Identificação e síntese de substâncias com aromas e sabores especiais AL 3.5 - Borracha natural e vulcanizada	3	Seleccionar pelo menos uma

### Actividade de Projecto Laboratorial (APL)

Planificação, realização e avaliação de uma visita a uma Instalação Industrial (de preferência de plásticos, vidreira ou cerâmica)

O projecto consiste na organização, realização e avaliação de uma visita de estudo a uma instalação industrial portuguesa relacionada com algum dos temas abordados na Unidade. Deverão ser os alunos a planificar o trabalho, podendo usar como orientação as etapas já consideradas na actividade VE proposta no Programa de Física e Química A do 11º Ano. Para tal, é necessário fazer o levantamento das indústrias portuguesas existentes relacionadas com os tópicos abordados nesta Unidade (pesquisa na Internet ou consulta à Confederação das Indústrias Portuguesas) e a identificação das que poderiam ser visitadas (interesse do tema, da tecnologia utilizada, acessibilidade, etc.).

## AL 3.1 Identificação de plásticos por testes físico-químicos

### *Como se pode identificar um plástico no laboratório?*

#### Objecto de ensino

- Testes físico-químicos usados na identificação de plásticos
- Tipos de plásticos
- Plásticos termofixos e termoplásticos

#### Objectivos de aprendizagem

- Interpretar a finalidade de testes laboratoriais (isolados ou conjugados) na identificação de uma amostra desconhecida
- Distinguir os diferentes tipos de plásticos através de testes físico-químicos
- Classificar um dado plástico em função do seu comportamento face ao aquecimento

#### Sugestões metodológicas

Esta actividade laboratorial deverá ser precedida da separação, pelos alunos, de vários tipos de plásticos, entre um conjunto diversificado de amostras, a fim de identificarem e se familiarizarem com a simbologia existente nos mesmos. Para tal devem ser executados os seguintes ensaios:

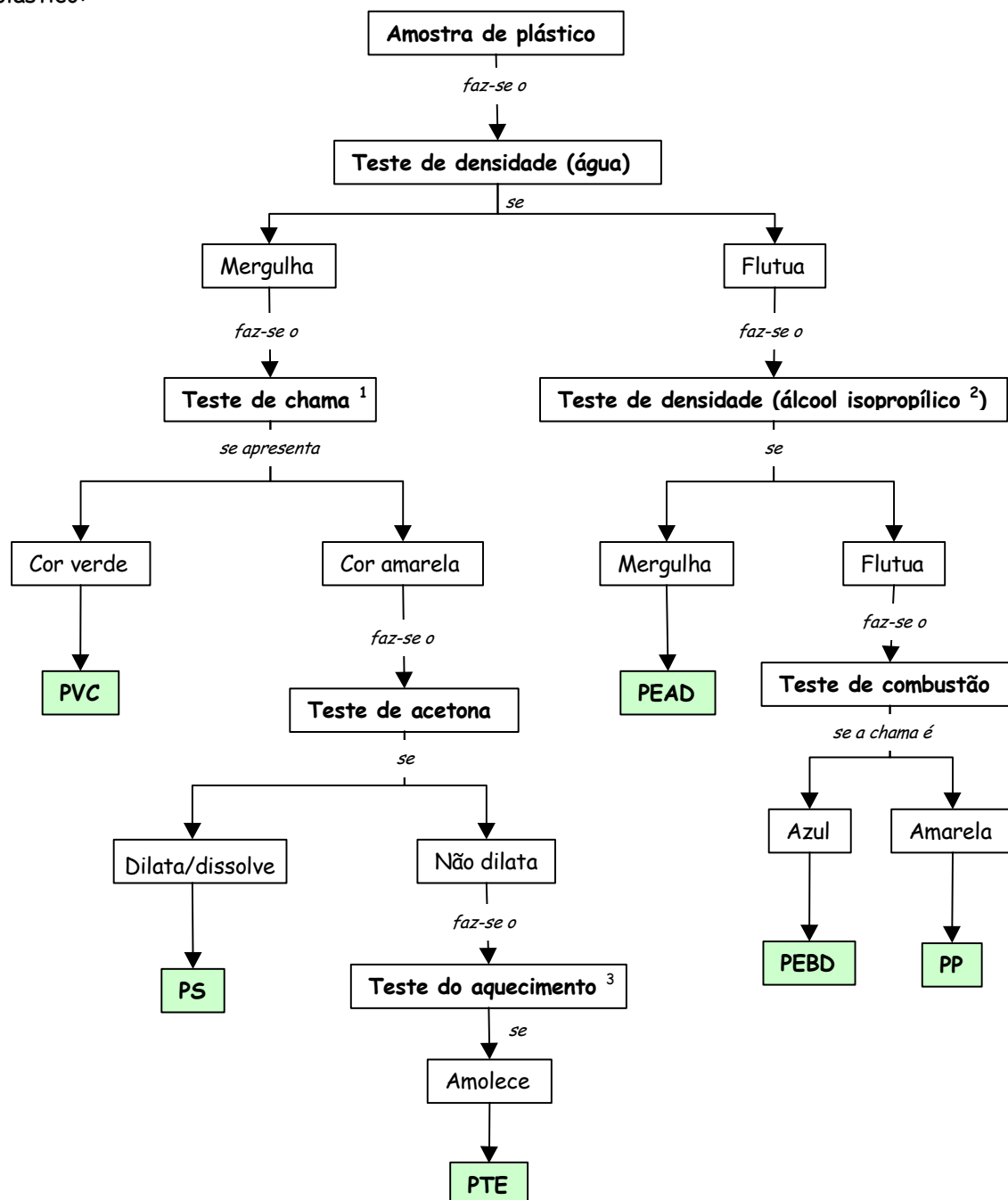
- 1ª parte - Verificação da funcionalidade da "marcha" de análise: ensaios físico-químicos (grupos diferentes estudam tipos de plásticos distintos) de modo a cobrir todos os tipos de plástico, tendo em conta a respectiva simbologia. Os resultados serão apresentados e discutidos pelos diferentes grupos.
- 2ª parte - Identificação de uma amostra de plástico não conhecido: aplicação do conjunto de ensaios físico-químicos, descritos na "marcha" de análise, a uma amostra de plástico não identificado, a fim de proceder à sua caracterização, por comparação com os resultados anteriormente obtidos.

Os resultados poderão ser organizados num quadro semelhante ao que se segue:

Registo de observações							
Ensaio	Tipo de Plástico	Teste de flutuação		Teste do aquecimento	Teste de chama	Teste de combustão	Teste de acetona
		em água	em álcool isopropílico				
1ª Parte	PTE (01)						
	PEAD (02)						
	PCV/PVC (03)						
	PEBD (04)						
	PP (05)						
	PS (06)						
2ª Parte	Plástico não identificado						

O diagrama que se segue mostra uma "marcha" correspondente à identificação do tipo de

plástico:



<sup>1</sup> Colocar um fio de cromoníquel na chama de um bico de bunsen até ficar ao rubro. Com cuidado, tocar com o fio na amostra de plástico. Levar o fio novamente à chama e observar a cor desta (verde ou amarela).

<sup>2</sup> Colocar 64 g (cerca de 82 cm<sup>3</sup>) de álcool isopropílico (a 70 % V/V) e adicionar água até perfazer 100 g de solução.

<sup>3</sup> Colocar num copo de 250 cm<sup>3</sup>, cerca de 125 cm<sup>3</sup> de água, e aquecer até à ebulição. Com o auxílio de uma pinça, mergulhar a amostra e observar o aspecto (amolecimento ou não).

*Nota: para se rentabilizar os materiais e evitar o desperdício de reagentes usados (álcool isopropílico e acetona), poder-se-á distribuir os testes pelas bancadas do laboratório e os alunos rodarem usando os materiais e reagentes aí colocados.*

**Sugestões para avaliação**

- Organizar o quadro de registo das observações efectuadas e concluir sobre qual a natureza do plástico analisado. Discutir as limitações dos ensaios realizados, em termos de conclusões.

**AL 3.2 Materiais transparentes e índice de refacção**

*Porque é que um vidro de cristal brilha mais do que o de janela?*

*Qual é a diferença entre vidros e plásticos quanto ao índice de refacção?*

*Que vantagens/desvantagens há entre o vidro e o "acrílico" quando se pretende construir um aquário?*

**Objecto de ensino**

Índice de refacção

Tipos de vidros comercializados

Composição de vidros

Plásticos como substitutos de vidros

**Objectivos de aprendizagem**

- Relacionar a diferença do índice de refacção dos materiais com a sua composição (qualitativa e/ou quantitativa)
- Estabelecer comparações entre as propriedades de plásticos e de vidros e relacioná-las com o uso de uns e de outros
- Relacionar propriedades de tipos diferentes de vidros com o índice de refacção respectivo, o qual é influenciado pela presença na sua constituição de iões chumbo e pela extensão da estrutura cristalina

**Sugestões metodológicas**

À realização desta actividade deve preceder uma pesquisa, realizada pelos alunos, sobre semelhanças e diferenças do vidro comum, vidro de cristal e acrílico. As questões-problema, definidas para esta actividade, podem ser o ponto de partida para a realização da pesquisa. Pretende-se, nesta actividade, mobilizar saberes para dar resposta, por via prático-laboratorial, a essas questões.

Propõe-se:

- Distribuir, ou deixar cada grupo seleccionar, uma questão-problema e pesquisar informação para lhe dar resposta;
- Solicitar cada grupo a trazer amostras de materiais transparentes (vidros ou plásticos) de acordo com a questão-problema atribuída/escolhida;
- Cada grupo procede à determinação do índice de refacção das amostras seleccionadas, usando o refractómetro segundo as normas de funcionamento próprias e organiza os dados em tabela do tipo que se segue:

Amostra de material	Índice de refacção	Outros parâmetros (ex: densidade)
Vidro de janela		

Vidro de cristal		
Vidro de laboratório (ex: lamela)		
Vidro de .....		
Plástico acrílico		
Plástico 1		
Plástico 2		
Plástico 3		

- Cada grupo apresenta os resultados obtidos a toda a turma e, colectivamente, interpretam-se as diferenças encontradas com base em tabelas de composição típicas de vidros.

O quadro que se segue apresenta uma comparação de algumas vantagens/desvantagens do vidro face ao acrílico (plástico).

Vidro	Plástico acrílico
Barato	Caro
Difícil de riscar	Fácil de riscar
Riscos permanentes	Riscos podem-se eliminar (embora não seja fácil)
Alto índice de refração	Baixo índice de refração (distorce menos quando visto angularmente)
Maior densidade	Menor densidade

#### Sugestões para avaliação

- Apresentação, discussão dos resultados e conclusões obtidos por cada grupo, perante toda a turma

### AL 3.3 Cristais e vidros

*Como obter cristais e vidros?*

*Como fazer crescer um cristal?*

#### Objecto de ensino

Estrutura vítrea e estrutura cristalina

Sais simples, duplos e hidratados

Nucleação e crescimento de cristais

Variação da solubilidade com a temperatura

Ação dos fundentes na diminuição da temperatura de fusão da sílica

#### Objectivos de aprendizagem

- Seleccionar correctamente os sais simples para obter um determinado sal duplo
- Aplicar procedimentos adequados para sintetizar um sal duplo hidratado

- Traduzir a reacção de síntese do sulfato de amónio e cobre (II) através da equação química correspondente e interpretá-la
- Interpretar o papel do fundente no baixar da temperatura de fusão da sílica
- Conhecer como obter um vidro a partir das matérias-primas convenientes
- Testar, de forma adequada, propriedades do vidro obtido para algumas funções correntes
- Conhecer e saber aplicar técnicas adequadas ao crescimento de cristais

### Sugestões metodológicas

Neste trabalho pretende-se fazer a síntese de cristais de um sal duplo hidratado e de um vidro. Se na escola não existir mufla para obtenção de um vidro pode estudar-se, em alternativa, o crescimento de cristais em soluções sobressaturadas. As actividades "Síntese de um sal duplo hidratado" e "Produção Laboratorial de um vidro/Crescimento de cristais" podem ser realizadas, em simultâneo, com divisão de tarefas pelos elementos do grupo.

#### Síntese do sal duplo hidratado

Muitas das matérias-primas usadas na produção de vidro ou cerâmicos são sais simples (ex: calcite -  $\text{CaCO}_3$ ), duplos (dolomite  $\text{CaMgCO}_3$ ) e, por vezes, hidratados. Sugere-se a síntese de um sal duplo hidratado.

O professor deverá promover junto dos alunos, em pequeno grupo, uma discussão sobre algumas etapas fundamentais (discussão pré-laboratorial) de modo a:

- seleccionarem os sais simples necessários à síntese sulfato de amónio e cobre (II);
- escreverem e interpretarem a equação química da reacção de síntese;
- determinarem a relação da quantidade, ou da massa, a usar de cada sal atendendo à equação da reacção de síntese;
- discutirem o efeito do aquecimento suave da mistura dos sais até dissolução completa (aumento da solubilidade com o aumento da temperatura) e do arrefecimento lento (favorecimento do crescimento de cristais);
- interpretarem a lavagem dos cristais com álcool etílico (favorece também a secagem);
- determinarem o rendimento da síntese;
- compararem a forma dos cristais iniciais e dos obtidos, usando lupa ou microscópio.

#### Produção laboratorial de um vidro

Na obtenção de um vidro sódico pretende-se que os alunos:

- Preparem amostras com diferente teor de sílica (principal constituinte da areia) e fundente a fim de investigarem uma possível relação percentual capaz de provocar a fusão nas condições da mufla (temperatura de fusão < 1100 °C);

Teor de Sílica / % (m/m)	Teor de $\text{Na}_2\text{O}$ ou de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ / % (m/m)
100	0
?	?
?	?
0	100

- Procurem informação sobre a necessidade de homogeneização, o tipo de contentor para as amostras, a "rampa de aquecimento" e as alterações esperadas ao nível do produto final;

- Realizarem testes laboratoriais com as amostras de vidro obtidas (por exemplo: solubilidade em água, dureza, acção de ácidos e de bases) tendo em atenção possíveis usos no dia-a-dia.

### Crescimento de cristais

Nesta actividade pretende-se que os alunos verifiquem, experimentalmente, condições de optimização do crescimento de cristais. Para tal devem:

- Preparar soluções saturadas e sobressaturadas, de acordo com o quadro que se segue. Para isso, aquecer a solução saturada próximo de 50 °C e adicionar mais sal à solução.

	Preparação de soluções saturadas		Preparação de soluções sobressaturadas	
	Massa do sal / g	Volume de água / cm <sup>3</sup>	Temperatura / °C	Massa de sal adicionado
Sal				
Sulfato de alumínio e potássio dodeca-hidratado	20	100	50	4 g por cada 100 cm <sup>3</sup>
Tartarato de sódio e potássio	130	100	50	9 g por cada 100 cm <sup>3</sup>
Ferrocianeto de potássio (Prussiato vermelho)	46	100	50	Alguns cristais
Acetato de cobre mono-hidratado	10	100	50	Alguns cristais

- Optimizar o crescimento de cristais. Para isso, deixar arrefecer a mistura até cerca de 3 °C acima da temperatura ambiente sem agitação da mistura; criar um núcleo de cristalização usando um pequeno cristal do sal como "semente"; deixar o sistema em repouso a fim de se processar o crescimento do cristal.

*Nota: frascos de uso comum podem ser usados como contentores destinados ao crescimento de cristais*

### **Sugestões para avaliação**

- Determinar o rendimento da síntese do sal duplo hidratado
- Efectuar o relatório crítico sobre as actividades realizadas

## AL 3.4 Identificação e síntese de substâncias de aromas e sabores especiais

*Como produzir uma substância com aroma e/ou sabor característico?*

### **Objecto de ensino**

O que são ésteres

Reacções de esterificação

Propriedades das substâncias e estrutura das moléculas



**Objectivos de aprendizagem**

- Interpretar as reacções de formação de ésteres e traduzi-las através das equações químicas respectivas
- Treinar técnicas usadas na síntese de ésteres (por exemplo: aquecimento em refluxo, destilação fraccionada)

**Sugestões metodológicas**

Os ésteres são, geralmente, substâncias de odores intensos, agradáveis para muitas pessoas e responsáveis pelo sabor e aromas de diversos frutos e flores. Muitos podem ser obtidos por síntese em laboratório, por reacção química entre um ácido e um álcool.

1ª PARTE - Os alunos podem pesquisar, previamente, substâncias usadas na indústria alimentar, nomeadamente ésteres, relativamente à sua estrutura e possíveis reacções de síntese laboratorial.

2ª PARTE- Síntese de uma substância com aroma (éster).

Cada grupo:

- selecciona uma substância com odor (uma substância por grupo, se possível);
- pesquisa acerca dos reagentes necessários à sua síntese, o procedimento experimental e os cuidados de segurança;
- elabora um projecto experimental para a síntese, e discute com o professor aspectos particulares da sua execução. São exemplos de substâncias com odor que podem ser sintetizadas o etanoato de etilo, o butanoato de etilo, o butanoato de metilo, o butanoato de pentilo e o benzoato de metilo.

*Nota: Durante o decorrer da reacção de síntese é provável que se sinta um aroma no laboratório, podendo os alunos associá-lo a um material ou substância conhecido. No entanto, não deve ser incentivado o cheiro do mesmo por razões de segurança. Em caso algum os alunos deverão provar qualquer das substâncias, mesmo que a elas se associem produtos comestíveis.*

**Sugestões para avaliação**

- Apresentação do trabalho de pesquisa efectuado e justificação das escolhas quanto aos reagentes e técnicas laboratoriais usadas, bem como das equações químicas que traduzem o processo de síntese.

**AL 3.5 Borracha natural e vulcanizada*****Como vulcanizar a borracha natural?*****Objecto de ensino**

Reacções de polimerização de adição

Polímeros lineares e reticulados

Vulcanização da borracha natural

**Objectivos de aprendizagem**

- Associar a borracha natural ao resultado da coagulação do látex (seiva extraída da *Hevea Brasiliensis*) por acção de um ácido
- Associar as propriedades elásticas do látex à existência de cadeias lineares emaranhadas umas nas outras
- Relacionar a alteração de propriedades do látex à formação de ligações químicas transversais, do tipo covalente, entre átomos de enxofre, originando um polímero reticulado

**Sugestões metodológicas**

Nesta actividade pretende-se que os alunos obtenham um elastómero (coagulação do látex comercial, usando ácido acético  $2 \text{ mol dm}^{-3}$ ) e ensaiem a sua elasticidade. Numa segunda fase devem proceder à vulcanização de uma amostra de látex usando enxofre (cerca de 3% da massa de látex), por aquecimento durante cerca de 30 min, entre 140 - 170 °C (pode usar-se o banho de óleo ou de areia). No final, deverão comparar as propriedades das amostras de látex vulcanizado e não vulcanizado, por exemplo no comportamento perante um solvente orgânico (tolueno ou outro).

**Sugestões para avaliação**

- Responder à questão-problema de partida, elaborando uma justificação da alteração de propriedades no látex por vulcanização.

**AL 3.6 Sintetizar polímeros**

*Como obter um polímero sintético, o nylon 6.10?*

*Como obter um polímero sintético, o polimetacrilato de metilo?*

*Como produzir o rayon?*

*Como sintetizar um polímero biodegradável?*

**Objecto de ensino**

Unidades estruturais de um polímero  
 Polimerização de condensação e de adição  
 Homopolímeros e copolímeros  
 Poliamidas e poliacrílicos  
 Polímeros artificiais

**Objectivos de aprendizagem**

- Identificar os monómeros na reacção de síntese e as unidades estruturais no *nylon 6.10*.
- Sintetizar um polímero de condensação.
- Sintetizar um polímero de adição.
- Traduzir as reacções de síntese através das equações químicas correspondentes.
- Sintetizar um polímero biodegradável.

**Sugestões metodológicas**

Nesta actividade o professor distribui um polímero para estudo por cada grupo (*nylon 6.10*, polimetacrilato de metilo, *rayon* e um polímero biodegradável feito a partir do ácido láctico). Cada

grupo deverá elaborar o plano da síntese, discuti-lo com o professor e executá-lo. No final da síntese cada grupo apresenta o trabalho aos restantes grupos, debatendo-se aspectos teóricos (monómeros, motivo/unidade estrutural, tipo de reacção de polimerização, ...), aspectos técnicos envolvidos na síntese (vertente tecnológica) e usos dos mesmos no dia-a-dia (vertente social). Podem ser colocadas questões pré-laboratoriais do tipo das apresentadas abaixo para a síntese do *nylon 6.10*:

- O que se pretende obter?
- O que será preciso para preparar uma poliamida?
- O que será preciso para preparar o *nylon 6.10*?
- Como se provocará a reacção?
- Como obter o filamento de *nylon*?

O polimetacrilato de metilo é conhecido por "plástico acrílico" e uma das marcas comerciais é o *Perspex*. Pode ser sintetizado no laboratório usando peróxido de benzoílo e ftalato de dibutilo como iniciadores da reacção de polimerização. O monómero é o metacrilato de metilo, o qual deve ser usado num grau elevado de purificação.

A lactose é um glícido presente no leite. A fermentação láctica é uma transformação biológica natural que acontece no leite por acção de bactérias, formando-se ácido láctico. As moléculas de ácido láctico, em determinadas condições (uso de ácido sulfúrico como catalisador e aquecimento progressivo até 110 °C), podem reagir entre si originando moléculas de água e formando uma macromolécula (poliéster). Obtém-se um polímero transparente, após cerca de 30 minutos de aquecimento e de agitação. Este polímero é biodegradável: uma hidrólise regenera o ácido láctico.

A preparação do rayon é feita a partir da celulose existente no algodão ou em papel.

### Reagentes necessários

Cloreto de decanodioílo (cloreto de hexanodioílo para a síntese do *nylon 6.6*), 1,6-hexanodiamina, tetracloreto de carbono, carbonato de sódio, ácido láctico, ácido sulfúrico 1mol/dm<sup>3</sup> e concentrado, peróxido de benzoílo, metacrilato de metilo, amónia, algodão, cloreto de cálcio, hidróxido de sódio, ftalato de dibutilo e cloreto de sódio.

*Nota: pode também preparar-se o nylon 6.6. em alternativa; a única diferença reside no primeiro reagente, o cloreto de decanodioílo, que passa a ser o cloreto de hexanodioílo.*

### Sugestões para avaliação

- Explicitar e justificar os procedimentos utilizados em cada uma das etapas seguidas.
- Escrever as equações químicas que traduzem as reacções de síntese (*nylon 6.10* e polimetacrilato de metilo) e interpretá-las.
- Indicar razões que justifiquem a designação "*nylon 6.10*".
- Explicar o processo de polimerização e a biodegradabilidade do polímero obtido.

## BIBLIOGRAFIA

### 1 - Bibliografia Essencial

- Aldridge, S., Johnstone, J. Osborne, C. (Eds.) (2000). *Cutting edge chemistry*. London: Royal Society of Chemistry.  
Livro excelente para professores e alunos (mais interessados), mostrando os últimos avanços da Química ao nível das aplicações. Magnífica ilustração. Princípios de Química de forma a focar o essencial. Importante para história da Química, estrutura da matéria, reacções químicas, novos materiais. Para todas as Unidades.
- American Chemical Society (1993) *ChemCom, Chemistry in the Community, Second Edition*. Iowa: Kendall Hunt Publishing Company.  
Livro para professores e para consulta de alunos, que representa um sério esforço para promover a literacia científica dos alunos através de um curso de Química que enfatiza o impacto da Química na sociedade.
- Atkins, P.W., Beran, J. A. (1992). *General Chemistry, Second Edition*. New York: Scientific American Books.  
Livro de Química Geral para professores e para consultas pontuais de alunos, que pretende desenvolver nos alunos uma atitude científica, focando a necessidade de aprender química pensando numa maneira pessoal de dar resposta aos problemas, colocando questões, em vez de aplicar fórmulas. Para todas as Unidades.
- Baird, C. (1995). *Environmental Chemistry*. New York: W. H. Freeman & Comp.  
Livro destinado a professores onde poderão encontrar informação útil para as várias unidades do programa.
- Beran, J. A. (1994). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry, Fifth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Obra importante de Química Geral, com uma introdução de Segurança e Normas de Trabalho em Laboratório, seguida de um manual de experiências no formato de fichas, precedidas do suporte teórico necessário.
- Brady, J. E., Russell, J. W., Holum, J. R. (2000). *Chemistry, Matter and Its Changes*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro muito completo sobre Química Geral, com ilustrações muito elucidativas e aplicações a situações do quotidiano. Para todas as Unidades.
- Burton, G., Holman, J., Pillin, G., Waddington, D. (1994). *Salters Advanced Chemistry. Chemical Storylines, Chemical Ideas, Teachers Guide, Activities and Assesment Pack, 1ª Edição*, Oxford: Heinemann.  
Obra de orientação CTS, constituída por 4 livros. Em *Chemical Storylines* desenvolvem-se 14 temas com repercussões sociais, remetendo-se o leitor para o livro dos conceitos, *Chemical Ideas* para aprofundamento. Em *Activities and Assesment Pack* apresentam-se muitas actividades práticas de laboratório e outras. O *Teacher's Guide* fornece orientações preciosas para a gestão do programa. Livro para professores e alunos (mais interessados), útil para todas as Unidades.
- Campos, L. S., Mourato, M. (2002). *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos, segundo as Regras e as Últimas Recomendações da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), 2ª Edição*. Lisboa, Porto: Escolar Editora  
Livro que apresenta as regras de nomenclatura IUPAC de 1979 e as recomendações de alteração de 1993, ilustrando com exemplos. Para as unidades 2 e 3.
- Chang, R. (1994). *Química, 5ª edição*. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal.

Os doze capítulos deste livro providenciam definições básicas da Química assim como as ferramentas necessárias para o estudo de muitos e diversificados tópicos. Contempla abordagens multidisciplinares de muitas questões de interesse tecnológico, social e ambiental. Para todas as Unidades.

- Cox, P. A. (1995). *The Elements on Earth*. Oxford: Oxford University Press.

Livro para professores cujo objectivo é apresentar alguns conhecimentos laboratoriais, industriais e ambientais dos elementos no contexto de uma Química Geral. A segunda parte faz referência a alguma química dos elementos dando ênfase a aspectos ambientais.

- Découverte* - Revue du Palais de la découverte (2004), nº 321, Octobre 2004, *Chimie des Matériaux Biomatériaux, textiles, batteries... De quoi seront-ils capables demain ?*

Número temático da revista, coordenado por Astrid Aron, dedicado à química de novos materiais considerados como materiais do futuro. São quatro os artigos de fundo apresentados abordando aspectos estruturais, aplicações e implicações, especialmente destinados a professores.

- Emsley, J. (1991). *The Elements*, 2nd edition, Oxford: Oxford University Press.

Livro de consulta sobre propriedades dos elementos químicos e de algumas das substâncias elementares e compostos. Importante para pesquisa dos alunos.

- Emsley, J. (1998). *Molecules at an Exhibition*. Oxford: Oxford University Press.

Livro para professores onde se apresenta numa linguagem simples, despida de formalismos químicos e matemáticos, uma compilação de pequenos artigos que o autor foi escrevendo em jornais como "*The Independent*" ou jornais científicos como o "*Chemistry in Britain*", abordando de forma contextualizada algumas propriedades de moléculas específicas. Pode ser útil como fonte de informação para contextualização de alguns tópicos. Para todas as Unidades.

- Emsley, J. (2001). *Nature's Building Blocks, an A-Z Guide to Elements*. Oxford: Oxford University Press.

Um livro muito importante que apresenta os elementos por ordem alfabética, indicando o nome, a ocorrência no cosmos, no corpo humano; salienta a importância da substância elementar correspondente como nutriente, como medicamento ao longo do tempo; refere a história, o seu papel na guerra, na economia e no ambiente; apresenta as principais propriedades, reacções e isótopos e um uso invulgar da substância elementar correspondente; termina com a TP.

- Fortes, M. A., Ferreira, P. J. (editores) (2004). *Materiais Dois Mil*. Lisboa: IST Press.

Livro que oferece uma panorâmica sobre o estado actual da Ciência de Materiais, nos aspectos científico, tecnológico social e ambiental. Aborda todos os materiais, metais, cerâmicos, polímeros, compósitos e biomateriais. Livro de consulta para professores.

- Freemantle, M. (1991), *Chemistry in Action*. London: Macmillan Education, Ltd.

Livro para professores cujo objectivo é fazer um tratamento moderno, compreensivo e sistemático dos conceitos nucleares da Química. A obra foi também pensada para ajudar a desenvolver e estimular o interesse pela Química, dando imensos exemplos de Química em acção nos países desenvolvidos e em desenvolvimento para demonstrar a importância da Química na indústria, sociedade, ambiente, história e literatura. Para todas as Unidades.

- Hall, N. (Ed.) (1999). *The age of the molecule*. London: Royal Society of Chemistry.

Trata dos avanços da Química em vários domínios de aplicação desde a medicina aos novos materiais e aos novos desafios que se colocam à Química no século XXI. Para professores e alunos (mais interessados). Todas as Unidades.

- IUPAC Physical Chemistry Division (1993). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 2nd edition, Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Livro de consulta, onde se encontram normas para nomes e simbologia de grandezas e unidades em Química - Física. Para todas as Unidades.

- Jones, A., Clemmet, M., Higton, A., Golding, E. (1999). *Access to Chemistry*. London: Royal Society of Chemistry.

Livro para alunos (e professores) sobre conceitos centrais de Química, quer para estudos avançados, quer para outros onde a Química é uma disciplina subsidiária. Inclui aplicações da Química em domínios como a saúde, desporto, indústria e outros. Está organizado na perspectiva do auto-estudo do aluno por módulos. Apresenta objectivos, teste para auto-diagnóstico do nível de compreensão (com respostas adequadas) e ainda outras questões (sem resposta). Para todas as Unidades.

- Jones, L., Atkins, P. (1999). *Chemistry: Molecules, matter and change*. Basingstoke: Macmillan.

Livro de Química geral para professores, que contém uma grande riqueza de informação útil, ilustrações coloridas, sumários e questões no fim de cada capítulo. Contém dois CD, o primeiro chamado "competências para a resolução de problemas", o qual contém algumas questões úteis, testes e vinte e dois excelentes vídeos de demonstrações laboratoriais de reacções químicas. O segundo CD, chamado "visualização", contém algumas animações e simulações. Para todas as Unidades.

- Reger, D., Goode, S., Mercer, E. (1997). *Química: Princípios e Aplicações*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

Livro de Química Geral para professores, boa tradução, contendo algumas aplicações CTS em caixas separadas. Para todas as Unidades.

- *Science & Vie*, Hors Série (2003). *Dossier 2003-2100- Le Siècle du nucléaire*  
Contém uma série de artigos sobre a energia nuclear

- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace*, 5<sup>th</sup> Edition. Sidney, Fort Worth, London, Orlando, Toronto: Harcourt Brace & Company.

Tal como o autor a classifica, a obra é "Um guia turístico da Química". Tendo como pressupostos a necessidade de relevância social no ensino da Química, o autor faz uma incursão por temas variados de ligação da Química à vida do quotidiano Acrescenta ainda dez preciosos apêndices. Todas as Unidades.

- Snyder, C. H. (1995). *The extraordinary chemistry of the ordinary things*, second edition. New York, Chichester: John Wiley & Sons, Inc.

Obra que partindo do princípio que vivemos as nossas vidas imersos em produtos químicos, assume que o modo mais efectivo para ensinar e aprender química é examinar produtos do quotidiano que afectam as pessoas e o ambiente e a partir deles chegar aos conceitos. Destinado a alunos e a professores, é muito útil para construção de materiais didácticos. Todas as Unidades.

- Summerlin R. L., Borgford C. L., Ealy J. B. (1996). *Demonstrações de Química, Vol 2 - Uma fonte de ideias para professores*. Lisboa: SPQ,

Livro para professores. Tradução de uma edição da *American Chemical Society* com a descrição de diversas experiências para laboratório de química.

- Swinfen, K. (Ed.) (2000). *Signs, symbols and systematics*. Hatfield: ASE.

Livro para professores. Obra de referência sobre nomenclatura e unidades; índice e lista de substâncias com nomes tradicionais e sistemáticos.

- The World Resources Institute (1992). *World Resources 1992-93*. New York, Oxford: Oxford University Press.

Livro para professores que foca o desenvolvimento sustentável, em apoio à UNCED (United Nations Conference on Environment and Development); foca também, em particular, os sérios problemas ambientais e de recursos da Europa Central, região do mundo que faz uma difícil transição para governos mais democráticos e para economias de mercado mais orientadas. Possui também uma base de dados sobre os recursos mundiais.

- Tito & Canto, (1996). *Química na Abordagem do cotidiano*. S. Paulo: Editora Moderna.

Livro para professores e alunos, que não sendo na linha CTS, apresenta muitos exemplos da vida do quotidiano e uma série de exercícios de enunciado muito original e actual

- Zumdahl, S. S. (1997). *Chemistry*, Forth Edition. New York: Houghton Mifflin Company.

Livro de Química Geral para professores e para consultas pontuais de alunos, que apresenta o desenvolvimento das teorias e modelos científicos com bastante rigor e espírito crítico.

## 2-Bibliografia Complementar

- Bordado, J. C., Gil, M. H., Ferreira, P., Clara, M. N. (2004). Síntese de Poliuretanos. Aplicações. Em Seixas de Melo, J. S., Moreno, M. J., Burrows, H. D., Gil, M. H. (coord.), *Química de Polímeros*. Coimbra: Imprensa da Universidade, pp. 35-62.
- Flieger, M., Kantorová, A., Prell, A., Rezanka, T., Votruba, J. (2003). Biodegradable Plastics from Renewable Sources. *Folia Microbiol*, 48 (1), pp. 27-44 (<http://www.biomed.cas.cz/mbu/fofia/>)
- Gil, M. H., Duarte, M. G, Ferreira, L., Geraldês, C. F. G., (2004). Biomateriais poliméricos. Em Seixas de Melo, J. S., Moreno, M. J., Burrows, H. D., Gil, M. H. (coord.), *Química dos Polímeros*. Coimbra: Imprensa da Universidade, pp. 641-664.
- Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T. (2002). Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. *Journal of Polymers and the Environment*, 10 (1/2), pp. 19-26.
- Nieto Galán, A. (2002). Colorantes, medicamentos y plásticos: Un Paisaje Artificial?. Em Brunet, J. P. (compilador), *10 impactos de la ciencia del siglo XX*. Madrid, México: Fondo de Cultura Económica, pp. 113-139.
- NRC - Board on Chemical Sciences and Technology (2003). *Beyond the Molecular Frontier. Challenges for Chemistry and Chemical Engineering*. Washington: The National Academies Press.
- Porro, J. D., Mueller, C. (1993). *The Plastic Waste Primer*. New York: Lyons & Burford.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 119/2004 (31-07-2004). *Programa Nacional para as Alterações Climáticas* (DR nº 179, I-Série-B) (<http://www.confagri.pt/Ambiente/Legislacao/AltClimaticas/Nacional/resconsmin1192004.htm>)
- Reyne, M. (1998). *Les plastiques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Scott, G. (1999). *Polymers and the Environment*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Van der Zee, M. (2001). Biodegradation of Polymeric Materials. An Overview of Available Testing Methods. Em Chiellini, E., Gil, H., Braunegg, G., Buchert, J., Gatenholm, P., van der Zee, M. (editors), *Biorelated Polymers. Sustainable Polymer Science and Technology*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic / Plenum Publishers, pp. 265-286.
- Vert, M. (2001). Biopolymers and Artificial Biopolymers in Biomedical Applications, an Overview. Em Chiellini, E., Gil, H., Braunegg, G., Buchert, J., Gatenholm, P., van der Zee, M. (editors), *Biorelated Polymers. Sustainable Polymer Science and Technology*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic / Plenum Publishers, pp. 63-79.

### 3- Bibliografía de Didáctica

- AAAS/Project 2061 (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.  
Relatório produzido pela American Association for the Advancement of Science que visa definir como é que as crianças poderão alcançar ao longo da sua formação escolar (ensino não superior), aquilo que o projecto "Ciência para todos os Americanos" havia estabelecido em 1989, isto é, aquilo que todos os estudantes deveriam saber e serem capazes de fazer em ciência, matemática e tecnologia. Neste livro especifica-se como é que os alunos deveriam progredir para a literacia científica, recomendando o que deveriam saber em cada nível de escolaridade.
- Caamaño, A. (2001). Repensar el currículum de química en los inicios del siglo XXI. *Alambique*, 29, 43-52.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. Em M. P. Jiménez Aleixandre (coord.) *et al*, *Enseñar Ciencias*, pp. 95-118, Barcelona: Graó.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas do Ensino das Ciências: contributos para uma nova orientação curricular - Ensino por Pesquisa. *Revista de Educação*, Vol. IX (1), 69-79.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.  
Livro que apresenta uma reflexão crítica sobre caminhos actuais da educação em ciência e, em particular, sobre o ensino das ciências e de seus pressupostos, até à Nova Didáctica das Ciências
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F., Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual. Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13 (2-3), 117-137.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.  
Texto importante para professores e responsáveis políticos da educação, com implicações directas para o desenvolvimento curricular e para a prática educativa em aulas de ciências onde o ensino CTS é valorizado.
- Carpena, J., Lopesino, C. (2001). Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias?. *Alambique*, 29, 34-42.
- 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.
- 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*, pp. 421-448, Alcoy: Editorial Marfil.
- García Palácios, E. M., González Galbarte, J. L., López Cerezo, J. A., Luján, J. L., Martín Gordillo, M., Osorio, C., Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Gil, D., Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.



- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Astaburuaga, R., Edwards, M. (2000). La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas. *Investigación en la Escuela*, 40, 39-56.
- Gilbert, J. K., de Jong, O., Justi, R., Teagust, D. F., van Driel, J. H. (2002). *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academia Publishers.
- 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.
- Graber, W., Nentwig, P., Becker, H-J., Sumfleth, E., Pitton, A., Wollweber, K., Jorde, D. (2001). *Scientific Literacy: From Theory to Practice*. Em H. Behrendt *et al.* (editors), *Research in Science Education - Past, Present and Future*, (pp. 61-70), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- 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*, pp. 70-99, The International Council of Associations for Science Education (ICASE).
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science - Towards a personalized approach*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

Este livro apresenta e procura sistematizar os debates sobre a investigação acerca da educação em ciências. Em particular, no cap. 12, discute-se como o trabalho prático pode contribuir para o desenvolvimento da compreensão a nível pessoal.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21 (7), 703-710.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Em *Cadernos Didácticos de Ciências*, Volume 1, 79- 97.
- Membriela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 51-57.

Neste artigo, tal como no de 1995, o autor apresenta uma retrospectiva dos principais marcos sobre o movimento CTS e suas implicações a nível curricular e de sala de aula.
- Membriela, P. (ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.

Livro de vários autores, baseado em resultados de investigação, abordando aspectos muito importantes para fundamentar o ensino das ciências orientado para a cidadania, o modo como se pode integrar a educação CTS no curriculum escolar e a relação entre a prática educativa e projectos curriculares de orientação CTS.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77(280), 7-18.

Texto que apresenta e discute argumentos a favor da educação em ciências, e que aponta vias para a construção de currículos que promovam uma cultura científica de base nos alunos.
- Millar, R. (1997). Science Education for Democracy: What can the School Curriculum Achieve? Em Levinson, R. e Thomas, J. (Eds), *Science Today: Problem or Crisis?*, pp. 87-101. London: Routledge.

Questiona-se o papel do currículo escolar de ciências, em particular na função de responder às grandes questões que se levantam na sociedade e às quais a escola deveria ajudar os alunos a terem alguma resposta. Discute-se ainda como é que o ensino das ciências poderá ajudar os alunos acerca do conhecimento científico. No fundo procura-se justificar que a educação em ciências é uma via de educação para a democracia.

- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Livro escrito com vista a ajudar a que os EUA pudessem concretizar o objectivo de todos os estudantes alcançarem a literacia científica, no século XXI. Envolvendo uma equipa alargada de educadores, técnicos de educação, cientistas e decisores políticos, a proposta construída aponta para modificações profundas nas escolas, quer no modo de ensinar, quer nas tarefas promotoras da aprendizagem, quer ainda na ligação da escola ao mundo exterior.

- Nuffield Foundation (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.

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

- R. S. C. (2000). *Classic Chemistry Experiments* (compiled by Kevin Hutchings). London: The Royal Society of Chemistry.

- Rutherford, F. J. e Ahlgren, A. (1990). *Ciência para Todos* (tradução de 1995). Lisboa: Gradiva, colecção Aprender / Fazer Ciência.

Obra de referência muito importante para professores e decisores políticos, dando relevo ao papel social da educação em ciências e apontando metas para a educação científica em contexto escolar.

- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial SÍNTESIS.

- Santos, M. E. V. M., (1999). *Desafios Pedagógicos Para o Século XXI*. Lisboa: Livros Horizonte.

Livro muito importante sobre a reconceptualização do currículo escolar face aos novos problemas da era actual, defendendo a autora a passagem da "Concepção de Ensino de Ciência Pura" para a "Concepção CTS de Ensino das Ciências".

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

- 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.

- Silva, M. G. L., Núñez, I. B. (2003). Os saberes necesarios aos profesores de química para a Educação Tecnológica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). Versão electrónica <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

- Turner, T. (2000). The science curriculum: What is it for? Em J. Sears, P. Sorensen (ed.) *Issues in Science Teaching*, pp. 4-15. London, New York: Routledge Falmer.

- UNESCO, ICSU (1999). *Ciência para o Século XXI - Um novo Compromisso*. Paris: UNESCO.

- Vilches, A., Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press; Organización de Estados Iberoamericanos.

- Wellington, J. (Ed) (1998). *Practical work in School Science - which way now?*. London, New York: Routledge.  
Livro muito importante para professores, constituído por textos de vários autores fundamentando aspectos da organização do trabalho prático em aulas de ciências, e da sua função educativa.
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 761-774.
- Woolnough, B. E. (1997). Motivating Students or Teaching Pure Science?. *School Science Review*, 78 (285), 67-72.

#### 4-Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial - Segurança e Técnicas

- ASE (1996). *Safeguards in the School Laboratory*. Hatfield: ASE.
- Bennett, S. W., O'Neale, K. (1999). *Progressive Development of Practical Skills in Chemistry - a guide to early-undergraduate experimental work*. London: Royal Society of Chemistry.
- Beran, J. A. (1994). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry* (fifth edition). New York: John Wiley & Sons.  
Obra importante de química geral, com uma introdução de segurança e normas de trabalho em laboratórios de química, seguida de um manual de experiências no formato de fichas, precedidas do suporte teórico necessário.
- Carvalho, M. F. (1998). *Segurança em Laboratórios de Ensino ou Investigação em Química*. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 69, 7-13.
- Franco, M. H. (1999). *Utilização de Produtos Perigosos*, Série Divulgação n.º 3. Lisboa: IDCT.
- IUPAC (1998). *Chemical Safety Matters - IPCS International* Cambridge.
- Mata, M. M. *et al.* (1995). *Práticas de Química, Programa Guia del alumno*, Editorial Hesperides.  
Obra de característica técnicas, que descreve material de laboratório e seu uso, algumas operações simples de laboratório com vidro e rolha; refere o tratamento e expressão de dados experimentais. Trata de preparação de soluções e propõe trabalhos experimentais na área de ácido - base e oxidação - redução.
- Simões, J. A. M., Castanho, M. A. R. B., Lampreia, I. M. S., Santos, F. J. V., Castro, C. A. N., Norberto, M. F., Pamplona, M. T., Mira, L., Meireles, M. M. (2000). *Guia do Laboratório de Química e Bioquímica*. Lisboa, Porto, Coimbra: Lidel - Edições Técnicas Lda.  
Livro para professor essencial para as práticas de Laboratório; contém um conjunto rico de informações como regras gerais de segurança, elaboração de relatórios, caderno de laboratórios, aspectos sobre análise e tratamentos de erros e normas de construção de gráficos e tabelas. Termina com a discussão da medida de algumas propriedades cuja avaliação e controlo é vulgar em laboratório - massa, densidade, temperatura e pressão.

## 5- Revistas de Publicação Periódica

- *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales* - publicação da Editorial Graò, Barcelona, Espanha, quatro números por ano ([grao-comercial@jet.es](mailto:grao-comercial@jet.es)).  
Revista para professores sobre investigação em Didáctica das Ciências. Os números são temáticos.
- *Chem Matters* - publicação da American Chemical Society, Washington, EUA, quatro números por ano (<http://www.acs.org/education/curriculum/chemmat.html>).  
Importante para alunos e professores, com sugestões didácticas para tratamento de temas do dia a dia.
- *Chem 13 News* - publicação do Departamento de Química, Universidade de Waterloo, Ontario, Canada, nove números por ano (<http://www.science.uwaterloo.ca/chem13news>).  
Revista para alunos e professores, com sugestões úteis para sala de aula.
- *Chemistry in Action!* - publicação da Universidade de Limerick, Irlanda, dois números por ano (<http://www.ul.ie/~childsp>).  
Revista para alunos e professores, com sugestões úteis para sala de aula, de trabalho prático, história da Química e Química-Indústria.
- *Chemistry Review* - publicação da Universidade de York, UK, quatro números por ano (<http://www.philipallan.co.uk>).  
Revista de cariz CTS que estabelece relações muito interessantes entre vários conceitos da Química, rigorosamente abordados com situações do quotidiano, muito actuais e de interesse eminentemente social. Possui excelentes ilustrações. Para alunos e Professores e para todas as unidades.
- *Education in Chemistry* - publicação da Royal Society of Chemistry, UK, seis números por ano (<http://www.chemsoc.org/learning/eic.htm>).  
Revista para professores com notícias da actualidade química e artigos sobre temas de química ou do seu ensino.
- *Enseñanza de las Ciencias* - publicação do Instituto de Ciências da Educação da Universidade Autónoma de Barcelona, Espanha, três números por ano (<http://blues.reab.es/ver-ens-ciencias>).  
Revista para professores, de investigação em Didáctica das Ciências.
- *Investigación en la Escuela* - publicação de Díada Editora, Sevilla, Espanha, três números por ano.  
Revista para professores de todas as áreas, com artigos em Didáctica das Ciências.
- *Journal of Chemical Education* - publicação do Departamento de Química da Universidade de Wisconsin - Madison, EUA, 12 números por ano (<http://jchemed.chem.wisc.edu>).  
Importante para professores, com diversos temas de química ou do seu ensino, com consulta on-line sobre números actuais e anteriores.
- *La Recherche* - publicação mensal da Société d'Éditions Scientifiques, Paris, França, ([www.parecherche.fr](http://www.parecherche.fr)).  
Revista de divulgação científica para professores e alunos mais interessados, sobre grandes temas científicos da actualidade, em diversos domínios.
- *Pour la Science* - publicação mensal. Edição francesa da Scientific American (<http://www.pourlascience.com>).  
Revista para professores e alunos com temas gerais de ciência.

- *Química - Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* - publicação da Sociedade Portuguesa de Química, quatro números por ano (<http://www.spq.pt>).  
Revista para professores com artigos sobre o ensino da Química numa perspectiva didáctica e da especialidade.
- *Química Nova na Escola* - publicação da Sociedade Brasileira de Química, dois números por ano (<http://www.sbq.org.br/ensino/>).  
Revista importante para professores e alunos com sugestões didácticas para tratamento de temas do quotidiano numa perspectiva química.
- *Revista de Educación en Ciencias /Journal of Science Education* - publicação da Fundación Revista de Educación de las Ciencias, Bogotá, Colombia, dois números por ano (<http://www.colciencias.gov.co/rec>)  
Revista interinstitucional e interdisciplinar dedicada à investigação em educação em Ciências, nível secundário e superior.
- *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* - publicação da Universidade de Vigo, três números por ano (<http://www.saum.uvigo.es/reec>)  
Revista dedicada à inovação e investigação sobre o ensino e a aprendizagem das ciências experimentais em todos os níveis de ensino.
- *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias* - publicação da Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: Eureka, com a colaboração do Centro de profesorado de Cádiz, três números por ano (<http://www.apac-eureka.org/revista>)  
Revista dedicada a temas relacionados com a educação científica formal e não formal
- *School Science Review* - publicação da Association for Science Education, UK, quatro números por ano (<http://www.ase.org.uk/publish/jnews/ssr/index.html>)  
Revista útil para professores de Ciências do ensino secundário.
- *Scientific American* - publicação da Scientific American, New York, 12 números por ano (<http://www.sciam.com> ).  
Revista para professores e alunos com temas gerais de ciência.

## 6- Endereços d@ Internet (activos em Junho de 2004)

<http://www.engr.sjsu.edu/WofMatE/>

Na ausência de literatura especializada, o sítio "The World of Materials" constituiu uma boa fonte de informação sobre materiais (metais e ligas, cerâmicos, polímeros, compósitos) e engenharia de materiais, sendo também um excelente ponto de partida para outros sítios relacionados.

<http://www.my-edu2.com/>

endereço muito completo sobre polímeros, plásticos, metais e outros materiais

<http://www.psrc.usm.edu/portug/index.htm>

- endereço sobre polímeros (brasileiro)

<http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/chem99/chem99217.htm>

- polímeros e supercondutividade

[http://www.plasticsrecycling.ab.ca/plastics\\_and\\_environment.htm](http://www.plasticsrecycling.ab.ca/plastics_and_environment.htm)

- endereço relativo a plásticos e o ambiente

<http://www.dartcontainer.com/Web/Environ.nsf/Pages/Menu>

- endereço sobre os plásticos e o impacte na vida do quotidiano e a contribuição económica dos plásticos

<http://www.recycle.net/Plastic/index.html>

- endereço muito completo sobre reciclagem de quase todos os tipos de plásticos

<http://people.clarityconnect.com/webpages/terri/mse3.html>

- endereço muito completo sobre materiais em geral e metais e polímeros em particular

<http://www.und.edu/dept/chem/NDCCFC/mccarthy/index.htm>

- outros materiais que não polímeros e metais

<http://www.biopolymer.net/>

- endereço muito completo sobre biopolímeros

<http://www.polymer-search.com/plweb-cgi/fastweb.exe?search>

- motor de busca para plásticos

<http://www.nobel.se>

- endereço dos prémios Nobel

<http://www.chemsoc.org/viselements/>

- endereço muito interessante sobre Tabela Periódica dos Elementos

## 7- Outras Fontes de Informação

•Fichas **MSDS** em português podem ser encontradas, por exemplo, em:

[http://www.sigmaaldrich.com/Area\\_of\\_Interest/Europe\\_Home/Portugal.html](http://www.sigmaaldrich.com/Area_of_Interest/Europe_Home/Portugal.html) (requer registo gratuito)

[http://chemdat.merck.de/cdrl/catalog/standard/en/index\\_body.html](http://chemdat.merck.de/cdrl/catalog/standard/en/index_body.html) (procurar o produto, seleccionar "safety data sheet", escolher "bandeira portuguesa")

<http://msds.kodak.com/ehswww/external/index.jsp>

•CD "Manual de Segurança de Laboratórios Escolares" Versão 1.0 2002, DES, Ministério da Educação