

Ministério da Educação

Departamento do Ensino Secundário

PROGRAMA DE FÍSICA E QUÍMICA B

10º Ano

CURSOS TECNOLÓGICOS:

Construção Civil e Edificações

Electrotecnicia/Electrónica

Informática

Autores

Componente de Química:

Isabel P. Martins (coordenadora)

Maria Clara Magalhães

Maria Otilde Simões

Teresa Sobrinho Simões

José Manuel G. Lopes

José Alberto L. Costa

Colaboração na Unidade 1 de

Dr. Paulo Pinto (OAFIC da Universidade do Porto)

Componente de Física:

Helena Caldeira (coordenadora)

Adelaide Bello

Clara San-Bento

Elisa Prata Pina

Colaboração na verificação das actividades laboratoriais de

Teresa Soares

Augusta Patrício

Homologação

03/05/2001

PROGRAMA DE FÍSICA e QUÍMICA B

Cursos Tecnológicos:

- 1-Curso Tecnológico de Construção Civil
- 2-Curso Tecnológico de Electrotecnia/Electrónica
- 3-Curso Tecnológico de Informática
- 4-Curso Tecnológico de Mecânica
- 17-Curso Tecnológico de Ambiente e Conservação da Natureza

ÍNDICE

1. Introdução	5
2. Apresentação do Programa	5
A. Finalidades formativas do Ensino Secundário no domínio das Ciências	6
B. Componentes da formação científica	6
C. Orientações para o ensino da Física e Química	7
D. Nível de aprofundamento	7
2.1 Finalidades da disciplina de Física e Química B	8
2.2 Objectivos e competências	9
2.3 Visão geral do Programa de Física e Química B e sugestões metodológicas	11
Componente laboratorial - visão geral	13
2.4 Avaliação	15
3. Desenvolvimento do Programa de Física e Química B	16
3.1 Componente de Química	16
Avaliação das Actividades Prático-laboratoriais	18
MÓDULO INICIAL - Materiais: diversidade e constituição	20
Introdução	20
Objecto de ensino	22
Objectivos de aprendizagem	22
Actividades práticas de sala de aula	23
Actividades prático-laboratoriais (AL)	24
Via B1	30
UNIDADE 1 - Materiais e Aplicações	31
Tintas e vernizes: proteger e embelezar	31
Introdução	31
Objecto de ensino	34
Objectivos de aprendizagem	36
Actividades práticas de sala de aula	40
Actividades prático-laboratoriais (AL)	41
Via B2	52
UNIDADE 1 - Atmosfera e ambiente: uma perspectiva Química	53
Introdução	53
Objecto de ensino	56
Objectivos de aprendizagem	57
Actividades práticas de sala de aula	61
Actividades prático-laboratoriais (AL)	63
3.2 Componente de Física	71
MÓDULO INICIAL - Das fontes de energia ao utilizador	74
Introdução	74
Objecto de ensino	74
Objectivos de aprendizagem	74
Actividades práticas de sala de aula	75
Actividade prático-laboratorial (AL)	76
UNIDADE 1 - Energia no quotidiano	78
Introdução	78
Objecto de ensino	80
Objectivos de aprendizagem	80
Actividades práticas de sala de aula	81

	Actividades práctico-laboratoriais (AL)	85
4.	Bibliografia	93
4.1	Bibliografia de Didática	93
4.2	Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial - Segurança e Técnicas	96
4.3	Revistas de publicação periódica	97
4.4	Bibliografia específica de Química	98
	Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001)	102
4.5	Bibliografia específica de Física e Ensino da Física	105
	Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001)	108

1. Introdução

A componente de formação científico-tecnológica dos cursos Tecnológicos é constituída em cada curso, por um núcleo de disciplinas de natureza científica, técnica e tecnológica que, numa primeira fase, isto é ao longo dos 10º e 11º anos de escolaridade, pretendem proporcionar uma formação de banda larga, na qual os alunos desenvolverão saberes, capacidades e atitudes relevantes para, na segunda fase, 12º ano, alcançarem aprendizagens sobre competências-base para um dado sector de actividade.

A disciplina de Física e Química B é uma das duas disciplinas de natureza científica (sendo a outra a Matemática B) e a única que ocupa apenas a primeira fase deste ciclo de estudos. Como tal, o respectivo programa deve cumprir duas orientações principais:

- Esclarecer a sua contribuição para a aprendizagem de competências importantes para o exercício de actividades profissionais;

Acompanhar o programa dos cursos gerais de forma a permitir aos alunos que o queiram fazer alterar os seus percursos educativos e formativos, sem prejuízo no que se refere ao tempo previsto para a conclusão do curso.

De acordo com os Princípios Orientadores da Revisão Curricular do E.S., a disciplina tem um programa nacional, sendo cada uma das componentes, Física e Química, leccionadas em cada um dos semestres, com igual extensão. Assim, as 33 semanas lectivas anuais serão divididas em partes iguais pelas duas componentes. A avaliação a conduzir sobre as aprendizagens dos alunos deverá respeitar de forma equilibrada cada uma das componentes, com vista a tornar tão justa quanto possível a classificação do aluno na disciplina

Relativamente à carga horária de 3 h /semana, toma-se como ponto de partida que esta é organizada em duas sessões de 90 minutos cada, sendo uma delas com a turma dividida em turnos, no máximo com 12 alunos cada. Parte destas aulas deverão ser conduzidas no laboratório, equipado para o efeito (material necessário indicado em cada actividade laboratorial), apoiado por um Técnico de Laboratório em funcionamento a tempo inteiro. Com vista a conseguir igualar a situação dos alunos da mesma turma no que respeita às aulas práticas (número e proximidade das outras aulas) propõe-se que os turnos funcionem no mesmo dia da semana.

Embora a divisão do ano lectivo em semestres permita alcançar, nas duas componentes, uma situação de equilíbrio do ponto de vista temporal, a ordem de leccionação alternada nos dois anos também poderá proporcionar uma maior beneficiação mútua, sobre temas comuns às duas componentes. Assim, no 10º ano o 1º semestre é dedicado à Química, pelo que no 11º ano se deverá começar pela Física. A opção pela alternância das componentes justifica-se ainda pela melhor rentabilização dos espaços laboratoriais em cada escola.

2. Apresentação do programa

A organização de um programa de formação representa, na medida do possível, a visão dos seus autores sobre: (A) as formas de perspectivizar as finalidades do ciclo de formação; (B) as componentes a incluir nessa formação; (C) as orientações a dar a cada uma delas; e (D) o nível de aprofundamento dos temas e conceitos.

Assume-se como pressuposto para a concretização do programa: o carácter prático-laboratorial de cerca de um terço dos tempos lectivos, onde os alunos trabalhem em pequeno grupo e/ou individualmente, acompanhados pelo professor.

Apresentam-se em seguida as razões que nortearam a organização do Programa, bem como os referenciais utilizados para a sua construção.

A. Finalidades formativas do Ensino Secundário no domínio das Ciências

De acordo com o documento “Revisão Curricular do E. S.”, a Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional.

Defende-se por isso que no E.S., e no caso dos Cursos Tecnológicos, se tomem como orientações para o ensino da Física e da Química, as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma cultura científica, e o desafio de cativar muito deles (sobretudo os melhor preparados) para carreiras ligadas às Ciências / Tecnologias indispensáveis ao desenvolvimento socio-económico do País.

O E. S. assume assim uma dupla função: a de um ciclo escolar para início da actividade profissional e a de uma via para prosseguimento de estudos.

A Física e Química B terá, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade.

Deve ter em conta aquilo que o Ensino Básico contempla, valorizando aprendizagens anteriores dos alunos e ajudando-os porventura a reinterpretar conhecimentos prévios e/ou alargando-os, criando-lhes estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a auto-estima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais independentes.

Deve, ainda, tornar os alunos conscientes do papel da Física e da Química na explicação de fenómenos do mundo que os rodeia, bem como na sua relação íntima com a Tecnologia.

B. Componentes da formação científica

É hoje cada vez mais partilhada a ideia de que a formação científica dos cidadãos em sociedades de cariz científico / tecnológico deve incluir três componentes, a saber: a educação em Ciência, a educação sobre Ciência e a educação pela Ciência.

No primeiro caso o que está em causa é a dimensão conceptual do currículo, o conhecimento em si (conceitos, leis, princípios, teorias), aspecto que tem sido o mais enfatizado nos programas anteriores. A educação sobre a Ciência tem como objecto de estudo a natureza da própria ciência, ou seja, os aspectos metacientíficos. Esta dimensão questiona o estatuto e os propósitos do conhecimento científico. Mas, para que esta reflexão não se dirija apenas à sua validade científica interna (por exemplo, métodos e processos científicos), é fundamental que o currículo escolar se debruce sobre processos e objectos técnicos usados no dia-a-dia, que se discutam problemáticas sócio-científicas, que se releve a Ciência como uma parte do património cultural da nossa época.

A educação pela Ciência tem como meta a dimensão formativa e cultural do aluno através da ciência, revalorizando objectivos de formação pessoal e social (educação do consumidor, impacte das actividades humanas no ambiente, rigor e honestidade na ponderação de argumentos, ...).

Um quadro curricular que contemple esta vertente está assim de acordo com o objectivo geral expresso no documento orientador do DES: a concretização da educação dos jovens para o pleno exercício da cidadania democrática.

C. Orientações para o ensino da Física e da Química

A reflexão que tem vindo a ser desenvolvida a partir dos anos 80, à escala internacional, sobre as finalidades da educação científica dos jovens levou a que cada vez mais se acentuem perspectivas mais culturais sobre o ensino das ciências. O seu objectivo é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo da Ciência e da Tecnologia. Este tipo de ensino privilegia o conhecimento em acção (por oposição ao conhecimento disciplinar) e é conhecido por "ensino CTS" (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou "CTS-A" (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) dada a natureza ambiental dos problemas escolhidos para tratamento. Trata-se de uma visão externalista do ensino da Ciência estruturada em torno de duas ideias principais:

A compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade requer o recurso à interdisciplinaridade com vista a conciliar as análises fragmentadas que as visões analíticas dos saberes disciplinares fomentam e fundamentam. As visões disciplinares serão sempre complementares.

Escolhem-se situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão reflectir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da Ciência e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a Sociedade, proporcionando o desenvolvimento de atitudes e valores. A aprendizagem de conceitos e processos é de importância fundamental mas torna-se o ponto de chegada, não o ponto de partida. A ordem de apresentação dos conceitos passa a ser a da sua relevância e ligação com a situação-problema em discussão.

A educação CTS pode assumir uma grande variedade de abordagens, mas a abordagem problemática tem sido a mais usada nos currículos. Nela utilizam-se grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos.

Na construção dos programas de Física e Química, partilha-se esta posição, defendendo-se que estes incluam:

- conteúdos científicos permeados de valores e princípios
- relações entre experiências educacionais e experiências de vida
- combinação de actividades de formatos variados
- envolvimento activo dos alunos na busca de informação
- recursos exteriores à escola (por exemplo, visitas de estudo devidamente preparadas)
- temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade.

D. Nível de aprofundamento

Discutir o nível de aprofundamento a dar às aprendizagens não pode estar desligado da discussão sobre o que aprender, o que, necessariamente, depende das finalidades da educação científica para o correspondente nível. Ora o ensino das Ciências, e da Física e Química em particular, de nível secundário e em Cursos Tecnológicos deve conferir aprendizagens de e sobre ciência relevantes para os jovens que optaram por esta área de estudos no ensino pós-

obrigatório, podendo não aceder a estudos posteriores (de nível superior) em Ciências e/ou Tecnologias.

Assim, assumem-se como princípios organizadores do nível de aprofundamento a seguir na disciplina de Física e Química B os seguintes:

Tratar de forma articulada com as abordagens anteriores os temas/conceitos/princípios, integrando aquilo que os respectivos programas propiciam em termos de interpretação. Importa partir do que é admissível que os alunos saibam já, alargando e aprofundando os seus conhecimentos.

Destacar o que é essencial em cada tema/conceito/princípio, despojando as abordagens de aspectos de pormenor que reflectam visões particulares da questão ou demasiado académicas.

- Adequar o nível de tratamento (por exemplo, não enfatizar demasiado modelos matemáticos, mas não abdicar da linguagem matemática como forma de expressão).
- Proporcionar interpretações dos fenómenos possíveis de traduzir em linguagem corrente e representacional, recorrendo à linguagem matemática de modo consentâneo com a capacidade de abstracção dos alunos.
- Aprender ciência implica aprender a sua linguagem, mas isso deverá ser feito de forma gradual, tentando desenvolver o nível de abstracção dos alunos. As ciências e, em particular, a Física e Química, dado o seu carácter mais concreto de aplicação ao quotidiano, são um meio privilegiado para esclarecer e ilustrar muitos conceitos matemáticos. Não esquecer, porém, que o ensino secundário não deve ser transformado num ensino superior antecipado!
- Enfatizar as relações entre as interpretações usadas na disciplina e as desenvolvidas em outros ramos do saber. Este nível de aprofundamento do programa exige que as metodologias de ensino contemplem momentos para os alunos poderem expor as suas ideias, poderem confrontá-las com as dos colegas e de outras pessoas, para serem analíticos e críticos. Os documentos de trabalho a usar durante e após as aulas deverão ser, por isso, diversificados.

Em resumo, defende-se que há que ensinar *menos* para ensinar *melhor*.

Ensinar *menos* não necessariamente em número de conceitos, princípios e leis mas em profundidade, já que muitas das abordagens só interessarão em níveis mais avançados.

Ensinar *melhor* o que é essencial, central, verdadeiramente importante, omitindo o que é acessório; ensinar *melhor* as relações com outros domínios do saber; ensinar *melhor* a pensar e, sobretudo, ensinar *melhor* a aprender.

2.1. Finalidades da disciplina de Física e Química B

As finalidades da disciplina de Física e Química B são aquelas que decorrem da própria estrutura e finalidades do E. S., respeitante aos Cursos Tecnológicos (Construção Civil, Electrotecnia/Electrónica, Informática, Mecânica, Ambiente e Conservação da Natureza). Em particular, têm-se em conta aquelas que aos saberes da Física e da Química dizem respeito.

Assim, pretende-se que através desta disciplina os alunos possam:

• aumentar e melhorar os conhecimentos em Física e Química

• compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental

• compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento (científico) em Física e Química

desenvolver capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade

desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e da Sociedade

compreender a cultura científica (incluindo as dimensões crítica e ética) como componente integrante da cultura actual

ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos

sentir-se melhor preparados para acompanhar, no futuro, o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular o veiculado pela comunicação social

melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)

avaliar melhor campos de actividade profissional futuros.

2.2. Objectivos e competências

A disciplina de Física e Química B permitirá aos alunos alcançar saberes, competências, atitudes e valores que, em termos gerais, a seguir se concretizam.

Alguns deles são específicos de uma das componentes.

Objectivos

Caracterizar o objecto de estudo da Física e da Química enquanto Ciências

Compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias

Compreender a importância de ideias centrais, tais como as leis de conservação e a tabela periódica dos elementos químicos

Compreender o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento

Compreender alguns fenómenos naturais com base em conhecimento físico e/ou químico

Conhecer marcos importantes na História da Física e da Química

Reconhecer o impacto do conhecimento físico e químico na sociedade

Diferenciar explicação científica de não científica

Referir áreas de intervenção da Física e da Química em contextos pessoais, sociais, políticos, ambientais

Interpretar a diversidade de materiais existentes e a fabricar

Desenvolver competências sobre processos e métodos da Ciência, incluindo a aquisição de competências práticas/laboratoriais/experimentais.

Através desta disciplina os alunos poderão ainda desenvolver aprendizagens importantes no que respeita à formação no domínio da Ciência, mas que a extravasam largamente por se inserirem num quadro mais vasto de Educação para a Cidadania Democrática. São elas:

- Compreender o contributo das diferentes disciplinas para a construção do conhecimento científico, e o modo como se articulam entre si
- Desenvolver a capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas
- Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final

- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito
- Ser crítico e apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente
- Desenvolver o gosto por aprender.

Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de actividades práticas

A – Competências do tipo processual

- Seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental
- Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição
- Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função
- Manipular com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento
- Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica
- Executar, com correcção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas
- Expressar um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta.

B – Competências do tipo conceptual

- Planear uma experiência para dar resposta a uma questão - problema
- Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico
- Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência
- Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados
- Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos
- Identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar
- Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro
- Elaborar um relatório (ou sínteses, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma actividade experimental por si realizada
- Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química (regras de segurança de pessoas e instalações, armazenamento, manipulação e eliminação de resíduos).

C – Competências do tipo social, atitudinal e axiológico

- Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de protecção pessoal e do ambiente
- Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos
- Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC
- Reflectir sobre pontos de vista contrários aos seus
- Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final
- Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes
- Adequar ritmos de trabalho aos objectivos das actividades.

No final do 11º ano, os alunos devem ter executado actividades que contemplem todos os objectivos gerais de aprendizagem bem como ter desenvolvido as competências enunciadas.

2.3. Visão geral do Programa (Física e Química B) e sugestões metodológicas

O programa da disciplina pretende cobrir, ao longo do 10º e 11º anos, um conjunto de temas e conceitos de Química e de Física importantes para a consolidação, pelos alunos, de um modo de compreender, ainda que simplificado, de alguns fenómenos naturais e provocados, numa perspectiva de cidadania e que permita uma escolha consciente de uma carreira futura ligada (ou não) a este estudo.

Tentou-se seleccionar aprendizagens estruturantes relativas ao essencial, pois pretende-se, sobretudo, que os alunos compreendam que o conjunto de explicações usadas em Física e em Química constitui uma ferramenta importantíssima para a interpretação do mundo como hoje existe e a previsão da sua evolução segundo diversos cenários. No entanto, tais explicações serão sempre uma visão dos problemas já que a compreensão da Natureza é multi e interdisciplinar.

Quanto à componente de Química, no final do 11º ano os alunos terão alcançado uma visão sobre:

- a diversidade de substâncias existentes, em particular para algumas com aplicações tecnológicas relevantes nas sociedades actuais
- a interpretação da sua estrutura e comportamento (propriedades)
- a natureza das reacções químicas que podem ocorrer, porventura as mais pertinentes (reacções de ácido-base, de precipitação, de oxidação-redução)

Na componente de Física, no final do 11º ano os alunos deverão ter alcançado uma visão sobre:

- a Lei da Conservação da Energia (em áreas como a Termodinâmica, a Mecânica e a Electricidade) numa perspectiva de educação ambiental.
- a informação através das telecomunicações baseada na propagação ondulatória (luz e som).

O programa de 10º ano de Física e de Química está organizado em cada componente, em um Módulo Inicial e uma Unidade Principal estruturada em torno de um tema. Os tópicos a abordar e objecto de ensino são escolhidos e estão sequenciados com a intenção de poder ser alcançada uma visão ainda que geral do tema proposto.

A concepção do programa de Física e Química B com as finalidades formativas acima enunciadas, dirigido a um leque variado de Cursos Tecnológicos quanto às actividades profissionais directamente emergentes, e com a possibilidade de alguns alunos virem a aceder a estudos de nível superior, implicou que se optasse pela organização, de cada uma das componentes, em Unidades nalguns casos de escolha alternativa. Aliás esta decisão quanto à concepção de programa que se apresenta teve em conta as diversas reuniões de coordenação das equipas de programas das disciplinas da componente científico-tecnológica de cada um dos cinco Cursos Tecnológicos compreendendo a disciplina de Física e Química B. Das reuniões havidas tornou-se claro que, tendo por base os objectivos de formação desses Cursos se poderia ter como orientação para a construção do programa a definição de contextos onde a aplicação de conhecimento físico e químico fosse relevante.

No que respeita à componente de Química definem-se duas vias (B1 e B2).

1. A via B1, respeitante aos Cursos Tecnológicos de Construção Civil, de Electrotecnia/Electrónica, de Informática e de Mecânica, enquadra-se numa perspectiva de materiais e suas aplicações. Assim, seleccionaram-se alguns dos materiais de origem natural e

sintética de utilização alargada, e procura-se que os alunos compreendam como são constituídos, como podem ser preparados, que interacções estabelecem com outros, como actuam no ambiente e como são afectados por ele, que implicações têm para a saúde humana e quais as repercussões da sua utilização no âmbito socio-económico.

2. A via B2, destina-se ao Curso Tecnológico de Ambiente e Conservação da Natureza, e procura ser um caminho para a formação complementar dos alunos sobre os ambientes naturais, agora numa perspectiva química. Seleccionaram-se por isso contextos naturais cuja compreensão se procura aprofundar, quer quanto à sua composição e origem, quer quanto à sua transformação e consequente evolução. Para compreender a diversidade do que existe na natureza, e como pode evoluir, os alunos terão necessidade de aprofundar conceitos básicos de estrutura da matéria e de transformações das substâncias.

Não se pretende um nível de especialização muito aprofundado, mas procura-se que os alunos alcancem um desenvolvimento intelectual e bases de conhecimento (importantes para uma cultura científica a construir ao longo da vida) que permita aceder quer a uma actividade profissional quer a estudos posteriores.

Para clarificar o nível de aprofundamento a dar a cada tópico apresentam-se os correspondentes objectivos de aprendizagem, os quais procuram reflectir apenas o que é essencial.

Os alunos terão oportunidade de alargar o seu modo de ver a Física e a Química e experimentar diversos modos de trabalho em grupo, em actividades práticas de cariz laboratorial ou não.

As aulas deverão ser organizadas de modo a que os alunos nunca deixem de realizar tarefas em que possam discutir pontos de vista, analisar documentos, recolher dados, fazer sínteses, formular hipóteses, fazer observações de experiências, aprender a consultar e interpretar fontes diversas de informação, responder a questões, formular outras, avaliar situações, delinear soluções para problemas, expor ideias oralmente e/ou por escrito. Em todos os casos deverão compreender a importância do trabalho individual para a rentabilização do trabalho de grupo e que a aprendizagem de qualquer assunto, em qualquer domínio, é sempre uma tarefa a assumir individualmente.

Para cada um dos temas apresenta-se uma lista de actividades a desenvolver com e pelos alunos na sala de aula, ou fora dela. As actividades não se esgotam nas sugeridas, devendo o professor organizar tarefas variadas e seleccionadas de acordo com as características dos seus alunos e com os recursos da escola com vista a cumprir os objectivos enunciados.

Na selecção de materiais a utilizar, deve existir a preocupação de diversificar, de modo a concretizar os objectivos específicos da disciplina. Por exemplo, seleccionar materiais e utilizar estratégias que permitam que os alunos, progressivamente, compreendam a natureza do conhecimento científico.

Recomenda-se o recurso às modernas tecnologias (TIC) que constituem um excelente auxiliar neste domínio, tendo especial cuidado na análise crítica da informação disponível, principalmente no que diz respeito à correcção científica e terminológica e adequação aos alunos e aos fins a que se destina.

Advogamos o uso de calculadoras gráficas, familiar aos alunos pela sua utilização permanente nas aulas da disciplina de Matemática. É necessário retirar peso à memorização e à resolução repetitiva de exercícios, privilegiando-se estratégias de compreensão, técnicas de abordagem e de resolução de problemas. Estes problemas poderão consistir em questões abertas de aplicação dos conceitos e leis a situações do quotidiano, não sendo obrigatoriamente sempre de resolução numérica.

Recomenda-se que as aulas não laboratoriais decorram, sempre que possível, em salas próximas do laboratório e com condições adequadas ao trabalho em grupo.

Componente Laboratorial - visão geral

As orientações dadas em contexto escolar ao ensino formal das ciências ditas experimentais, passam necessariamente pelo modo como se perspectiva o papel das actividades práticas quer no ensino, quer na aprendizagem dos alunos.

Apesar de alguma controvérsia sobre o Trabalho Prático este continua a ser uma componente importante e fundamental para a formação em ciências e sobre ciências dos alunos, e, em particular, no domínio da Química e da Física. Importa esclarecer a nossa posição relativamente ao significado que defendemos sobre os termos “prático”, “laboratorial” e “experimental”.

Trabalho ou Actividade Prática (AP): tarefas realizadas pelos alunos manipulando recursos e materiais diversificados, dentro ou fora da sala de aula (por exemplo, numa saída de campo)

Trabalho ou Actividade Laboratorial (AL): o trabalho prático realizado em laboratório, individualmente ou em grupo

Trabalho Experimental (TE): o trabalho prático que envolva manipulação de variáveis, seja na forma de experiência guiada seja em formato investigativo. O trabalho experimental pode ser ou não do tipo laboratorial; o trabalho laboratorial pode ser ou não do tipo experimental.

De entre os argumentos que têm vindo a ser usados a favor da componente prática/laboratorial/ experimental no ensino das ciências, podem destacar-se os seguintes:

permite encontrar resposta a situações-problema, fazer a circulação entre a teoria e a experiência e explorar resultados

permite ao aluno confrontar as suas próprias representações com a realidade

permite ao aluno aprender a observar e, simultaneamente, incrementar a sua curiosidade

permite desenvolver o espírito de iniciativa, a tenacidade e o sentido crítico

permite realizar medições, reflectir sobre a precisão dessas medições e aprender ordens de grandeza

auxilia o aluno a apropriar-se de leis, técnicas, processos e modos de pensar.

Mas para que estes desígnios possam efectivamente ser alcançados são necessárias duas condições de partida:

- Os alunos devem saber o que procuram, o que prever em termos de resultados, como executar e como estabelecer conclusões.
- O ensino de competências por via experimental deve ser reflectido quanto ao número dessas competências previstas em cada actividade laboratorial, para que a mesma possa ser proveitosa. E antes de iniciar qualquer percurso de experimentação é fundamental verificar se os alunos compreenderam adequadamente a questão ou os termos do problema a resolver.

É, pois, necessário que os alunos tomem consciência que o trabalho experimental começa muito antes de entrarem no laboratório, através:

- da clarificação do tema
- da discussão das ideias prévias sobre o assunto
- da pesquisa de informação

- do planeamento da experiência e da identificação das grandezas a medir e das condições a usar (incluindo materiais e equipamento).

O professor deverá assegurar, antes do início da actividade laboratorial, que os alunos compreendem o objectivo da actividade de modo a que possam envolver-se na sua planificação que, após discussão e acerto, leve ao seu desenvolvimento.

2.4. Avaliação

Conforme referido na Introdução as duas componentes – Física e Química –deverão ter uma distribuição temporal equivalente, um semestre para cada. Embora na disciplina as duas componentes se pretendem interligadas, elas têm especificidades próprias, pelo que se propõe que a avaliação das aprendizagens alcançadas as tenham em consideração.

A avaliação de qualquer disciplina deve ser coerente com o programa respectivo, e não deve ser associada à ideia redutora de classificação. Ora o programa da disciplina de Física e Química B apresenta um conjunto alargado de actividades em que o aluno deverá ser envolvido na sala de aula, no laboratório e em tempos extra-lectivos. Todas estas actividades têm como objectivo promover aprendizagens específicas e, do modo como estes as alcançarem e fizerem a sua integração, resultará um determinado nível de aprendizagem.

Assim, defende-se que o ensino, as aprendizagens e a respectiva avaliação sejam encarados numa perspectiva integrada. A avaliação de carácter formativo deve decorrer no contexto natural das actividades a desenvolver pelos alunos as quais assumem uma grande diversidade de formatos conforme o programa preconiza. A avaliação formativa que, permanentemente, o professor deverá fazer, visa proporcionar ao aluno o conhecimento do nível de competências já alcançadas com vista ao seu melhoramento. Deve, por isso, ser adequada à natureza de cada uma das tarefas em causa e incidir sobre todas elas. 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 como faz, conhecer as razões que o levaram a proceder de determinada forma, analisar o modo como discute dados ou resultados parcelares, como elabora conclusões e também como as apresenta a outros.

O professor deverá fazer uma avaliação progressiva das aprendizagens que contemple os aspectos evolutivos do aluno, utilizando de forma sistemática técnicas e instrumentos variados adequados às tarefas em apreciação (questões de resposta oral ou escrita, relatórios de actividades, observações pelo professor captadas nas aulas, perguntas formuladas pelos alunos, planos de experiências, ...)

A componente prático-laboratorial exige, mais do que qualquer outra, o recurso a uma avaliação do tipo formativo, sistemática e continuada. As competências a desenvolver nos alunos são variadas e algumas delas com apreciável grau de dificuldade. Não é possível admitir que uma única actividade para as treinar permita a sua consolidação. Os alunos terão de repetir procedimentos para se aperceberem do que está em causa fazer, as razões teóricas que fundamentam os procedimentos e os limites de validade dos resultados obtidos. Importa realçar que as competências indicadas para cada actividade prático-laboratorial não são, em geral, atingidas por meio de um único trabalho nem devem ser todas avaliadas globalmente em cada actividade. O professor deverá, em cada caso, seleccionar o que e como avaliar.

A utilização de listas de verificação a preencher pelo professor e discutidas com os alunos pode ser uma via adequada a tal fim. Porém, poderão utilizar-se outras técnicas (registos ocasionais, listas de observação, relatórios, contratos, *portfolios*, ...). Também as tarefas propostas no final de cada AL, a realizar na aula ou a completar posteriormente, individualmente ou em grupo, podem ser meios para o aluno melhor compreender o que já sabe e, sobretudo, concretizar aprendizagens ainda não alcançadas.

Em suma, o programa da disciplina de Física e Química B está concebido no pressuposto que a avaliação formativa deve ser dominante a nível da sala de aula, devido ao seu papel fundamental de regulação do ensino e da aprendizagem, pois permite ao aluno conhecer o ritmo das suas aprendizagens e ao professor tomar decisões sobre a eficácia das metodologias utilizadas com vista ao seu reajustamento e acumular informação que lhe permita realizar a avaliação sumativa nos momentos previstos na Lei.

3. Desenvolvimento do Programa de Física e Química B

Nesta Secção apresenta-se o programa de disciplina, desenvolvido para cada uma das suas componentes, a leccionar em cada um dos semestres lectivos.

Componente	Química	Física
Finalidade: consolidar	Módulo Inicial - Materiais: diversidade e constituição	Módulo Inicial - Das fontes de energia ao utilizador
Finalidade: Sensibilizar e aprofundar	B₁-Unidade 1 -Materiais e Aplicações:Tintas e Vernizes: Proteger e Embelezar B₂-Unidade 1 - Na atmosfera da Terra: radiação, matéria e estrutura	Unidade 1 - Energia no quotidiano

Cada uma das Unidades é constituída por uma *Introdução*, onde se sistematizam as ideias chave que a norteiam, os *Objectos de Ensino* que a integram, os *Objectivos de Aprendizagem* a alcançar pelos alunos, *Actividades Práticas de Sala de Aula* e as *Actividades Prático-Laboratoriais*. Nestas especificam-se os *Objectivos de Aprendizagem* próprios, propõem-se as tarefas a executar e acrescenta-se ainda o *Material e Equipamento* necessário por cada turno (12 alunos em 4 grupos), o qual deverá ser garantido antecipadamente. Incluem-se também *Sugestões para Avaliação*. A opção por este modelo de apresentação do desenvolvimento do programa, leva-nos a que as sugestões metodológicas se encontrem disseminadas ao longo deste, de forma a tornar tão claro quanto possível, as suas intenções. Daí não se ter optado por uma Secção onde tais "sugestões" apareçam isoladas.

3.1. Componente de Química

A componente de Química pretende cobrir, ao longo do 10º e 11º anos, um conjunto de temas e conceitos químicos importantes para a consolidação, pelos alunos, de um modo de compreender, ainda que simplificado, de alguns fenómenos naturais ou provocados, numa perspectiva de cidadania e que permita uma escolha consciente de uma carreira futura ligada (ou não) ao estudo da Química.

O programa parte daquilo que o Ensino Básico preconiza nos aspectos centrais, considerados por isso essenciais, pelo que em cada um dos anos se inclui um Módulo com a finalidade de fazer essa sistematização.

Em cada um dos anos o programa estrutura-se em Unidades definidas segundo um tema abrangente com uma forte dimensão social. Pretende-se que os alunos se situem num contexto familiar, ao qual de forma progressiva possam ir atribuindo novos significados à medida que novo conhecimento químico vá sendo construído. Privilegiam-se as tarefas práticas (na sala de aula e no laboratório) como via para a progressão na aprendizagem, propondo-se que tais tarefas sejam ligadas ao contexto escolhido.

No que respeita ao programa para o 10º ano, ambas as vias, B1 e B2, são precedidas do Módulo Inicial, comum às duas, cuja finalidade é a consolidação de aprendizagens básicas de Química do 3º ciclo do Ensino Básico, fundamentais como alicerces de saberes subsequentes.

A via B1 (curso Tecnológico de Construção Civil, de Electrotecnia/Electrónica, de Informática e de Mecânica) inclui:

Módulo Inicial – Materiais e Transformações

Unidade 1 – Materiais e Aplicações. Tintas e vernizes: Proteger e Embelezar

Através da Unidade 1 “Materiais e Aplicações. Tintas e Vernizes: Proteger e Embelezar” procura-se que os alunos compreendam um tipo de materiais usados no revestimento de outros, estes na forma de objectos para uma determinada função de uso. Interpretar as vantagens do revestimento de muitos dos materiais usados na construção civil, mecânica, eléctrica e electrónica é hoje de enorme importância dado que a finalidade não é apenas a do embelezamento, embora também o seja. Aumentar a durabilidade dos objectos passa pela conservação dos materiais que os constituem, isto é, passa pelo retardamento das reacções químicas que espontaneamente ocorrerão entre esses materiais e alguns dos constituintes do meio circundante, seja ele a atmosfera ou os sistemas aquosos. Mas se o aumento da durabilidade dos materiais é em si mesmo uma via para a conservação dos recursos, não poderão ser ignorados os impactos de ordem ambiental que muitos dos materiais de protecção necessariamente acarretam. Ora, no caso das tintas e vernizes onde progressos ao nível das suas características de durabilidade, facilidade de aplicação e de remoção têm sido conseguidas são particularmente questionadas as repercussões do tipo ambiental, nomeadamente para a saúde humana. Os solventes que os constituem, os quais gradualmente se vão evaporando, permanecem muito tempo à nossa volta mesmo sem darmos por isso, e a maioria tem um efeito prejudicial para a saúde. Compreender a natureza dos constituintes destes materiais de revestimento e embelezamento, a proporção de combinação mais adequada, a sua durabilidade perante os agentes externos, implica necessariamente, conhecer a sua estrutura química, as ligações químicas das suas unidades estruturais, os grupos funcionais que as integram. Através desta unidade os alunos poderão alcançar saberes sobre conceitos básicos da Química, inseridos num domínio de aplicação tecnológica.

A via B2 (curso Tecnológico de Ambiente e Conservação da Natureza) inclui:

Módulo Inicial – Materiais e Transformações

Unidade 1 – Atmosfera e Ambiente: uma Perspectiva Química

Através da Unidade 1 “Atmosfera e Ambiente: uma Perspectiva Química”, procura-se que os alunos aprofundem os seus conhecimentos sobre a atmosfera terrestre, interpretando a sua evolução ao longo da história da Terra e a relação entre a sua composição e o aparecimento da vida. Compreender quais os seus componentes, os modos como, naturalmente, se equilibram entre si e as causas que podem afectar tais equilíbrios, é uma via importantíssima para que possamos desenvolver atitudes de respeito pela sua conservação e preservação. A sobrepopulação do Planeta Terra, a par da modificação dos hábitos de vida que o crescimento da tecnologia inevitavelmente acarretou, tem conduzido a uma diminuição acelerada de muitos recursos naturais, à procura de alternativas e, inexoravelmente, à acumulação de muitos subprodutos na atmosfera, alguns dos quais se julga estarem mesmo a influenciar o próprio clima da Terra.

Interpretar alguns destes constituintes, o que são, o lugar em que se situam na atmosfera, a sua relação com a radiação solar que atinge a superfície terrestre, permitir-nos-à perceber que a qualidade do planeta depende também de cada um de nós, da nossa actividade diária. A conservação do planeta numa perspectiva de desenvolvimento sustentável implica, necessariamente, um melhor conhecimento científico nesse domínio, onde o saber químico tem um lugar de destaque. Para isso há que aprofundar conceitos básicos da estrutura

da matéria, o modo como os átomos se ligam entre si segundo os diversos modelos de ligação química, a estrutura de algumas moléculas, os iões e os radicais que alguns átomos e moléculas podem originar.

Prevêem-se no total 24 aulas (90 minutos cada), ficando as restantes (8 aulas) para actividades de avaliação e gestão pelo professor de acordo com as características da turma. Seria desejável que visitas de estudo pudessem ser organizadas (por exemplo, indústrias, museus/centros de ciência, saídas de campo para recolhas de amostras).

Avaliação das Actividades Prático-Laboratoriais

Sendo a avaliação do tipo formativo sistemática e continuada, ao longo de todo o semestre, sobre as competências, capacidades e conhecimentos envolvidos em cada actividade, consideramos que a avaliação da componente laboratorial, deverá ocorrer em contexto de trabalho prático e ser equilibrada com a sua extensão no programa.

Propõe-se que um dos elementos a ter em conta na avaliação sumativa seja uma prova de cariz prático a realizar no final do semestre, em ambiente laboratorial.

Dado o carácter individual da avaliação, os alunos deverão realizar o trabalho individualmente. Para que o professor possa apreciar cada um dos alunos a trabalhar, o número de alunos deverá ser reduzido (por exemplo, subdividindo os turnos para este fim). Em alternativa o trabalho poderá ser realizado por todo o turno em grupos de 2 alunos, havendo, no entanto sempre questões sobre justificação dos procedimentos, a responder individualmente.

No caso desta componente, as tarefas a usar para este fim, poderão ser distintas das trabalhadas durante as aulas, mas corresponderem ao mesmo leque de competências, pois o que está em causa neste tipo de avaliação é apreciar o nível de aprendizagem de cada uma das competências propostas.

Dada a possibilidade dos procedimentos usados poderem ser visualizados pelos outros grupos, sugere-se que os trabalhos sejam distintos, variando por exemplo a amostra, dentro da mesma técnica.

Também é importante que o aluno se aperceba da relevância para a própria aprendizagem da organização dos procedimentos, da sistematização dos dados recolhidos e dos percursos interpretativos seguidos para lhes atribuir significado de acordo com as questões-problema iniciais. Assim, propõe-se que a elaboração de um *relatório* de uma actividade prático-laboratorial possa conter as etapas seguintes:

1. Identificação (título do trabalho, autores, data de realização)
2. Objectivos (apresentação dos objectivos do trabalho e sua contextualização num domínio do conhecimento)
3. Planeamento e execução (apresentação das fases seguidas e sua justificação; incluir, se for o caso, materiais e equipamentos usados)
4. Dados recolhidos e sua análise (apresentação dos dados das observações efectuadas, qualitativos e/ou quantitativos usando tabelas ou gráficos; análise de eventuais limitações do(s) processo(s) de recolha de dados inerentes ao observador, ao método e aos instrumentos usados)
5. Conclusão (apresentação dos resultados construídos a partir da análise dos dados recolhidos, tendo por base o objectivo do trabalho, e sua confrontação com resultados previstos)

6. Apreciação global do trabalho (apresentação dos aspectos considerados pelo aluno como relevantes para a compreensão dos resultados alcançados e ainda não enunciados anteriormente. Por exemplo, quais foram as novas aprendizagens alcançadas, quais foram as aprofundadas, que dificuldades sentiu na planificação, na execução, na interpretação e na conclusão)

7. Bibliografia e fontes consultadas (indicação dos documentos usados na preparação e execução do trabalho e na elaboração do relatório).

Módulo Inicial - Materiais: diversidade e constituição

...“os químicos fazem moléculas...estudam as suas propriedades; constróem teorias para explicar a sua estabilidade e formas e, articuladamente, as cores das substâncias; por fim, propõem mecanismos na tentativa de interpretar como é que essas moléculas reagem”.

Roald Hoffmann (1937- ...), polaco, prémio Nobel da Química em 1981

Introdução

Este Módulo tem como finalidade a sistematização dos saberes previstos nos programas de Química do 3º Ciclo do Ensino Básico, mais relevantes para o programa do Ensino Secundário. Não se pretende, no entanto, fazer uma revisão geral dos programas anteriores, mas destacar as competências do foro conceptual e atitudinal que se consideram fundamentais para a nova etapa de aprendizagens. Importa, por isso, garantir que os alunos as tenham alcançado.

Apesar do nível de aprofundamento proposto ser o previsto no 3º Ciclo, considera-se ser de grande importância dedicar algum tempo à sistematização de aspectos fundamentais para o desenvolvimento das Unidades 1 e 2 do 10º ano. Nos casos em que os alunos se apresentem especialmente bem preparados poderá o professor propor tarefas mais elaboradas.

Está previsto para sete aulas (10,5 h), sendo três delas (4,5 h) de índole prático-laboratorial. Estas actividades laboratoriais (AL) deverão ser conduzidas pelos alunos em grupos, de acordo com a organização a estabelecer nos turnos em que a turma vier a ser subdividida. Este Módulo comporta duas actividades prático-laboratoriais (AL 0.0 e AL 0.1) a serem realizadas nas três aulas de desdobramento da turma em turnos.

Através do tema organizador deste Módulo “Materiais: diversidade e constituição”, focado nos materiais pretende-se explicar a diversidade da composição do mundo natural e do artificialmente construído. Toma-se o conceito de substância como central, esclarece-se como se pode aceder à sua composição e como se interpreta a sua identidade através da respectiva unidade estrutural.

A natureza química das substâncias assenta no conceito de elemento químico, sendo o número limitado dos existentes na natureza e de alguns produzidos (ou a produzir) artificialmente, as entidades “mágicas” capazes de suportar a variedade, porventura inimaginável, das substâncias a existir no futuro.

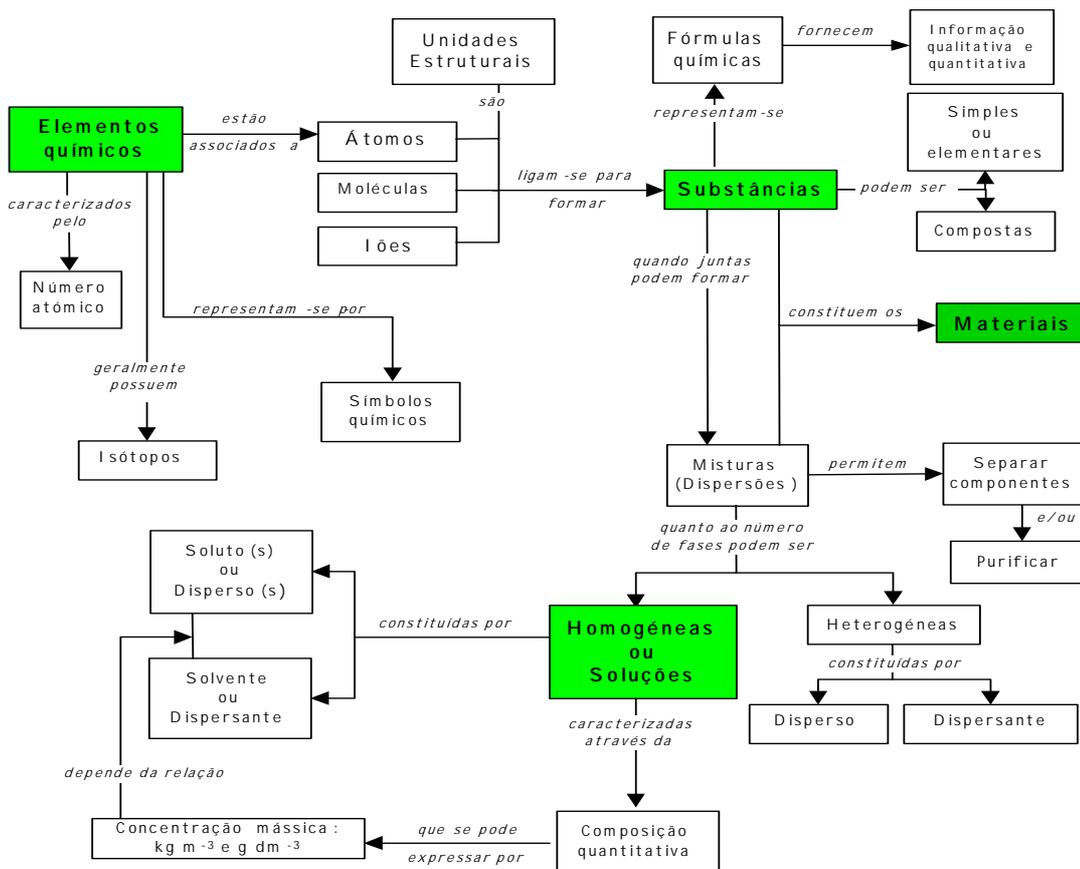
Mas os elementos químicos também são susceptíveis de um modelo interpretativo, o qual se desenvolve em torno da constituição dos átomos respectivos: o número de prótons (número atómico) indica a posição (número de ordem) na Tabela Periódica; a distribuição dos electrões, em particular dos mais exteriores, justifica o tipo de iões monoatómicos que podem existir e as ligações químicas (número e tipo), que os átomos podem estabelecer entre si.

O conhecimento químico é hoje uma parte imprescindível para a interpretação do que existe e é também aquilo que permite construir formas de matéria não existentes anteriormente, permitindo mesmo “desenhar” moléculas que confirmam as propriedades desejadas às substâncias de que fazem parte – vivemos na “Idade da Molécula”.

Embora a Química tenha uma conotação frequentemente negativa junto dos cidadãos, por exemplo através do impacte ambiental de muitos produtos industriais, não é essa a dimensão

que este Módulo procura relevar (na seguinte, esses problemas serão desenvolvidos na abordagem de outros tópicos). A tónica deste coloca-se no reforço da ideia de que tudo à nossa volta, incluindo nós mesmos, é feito de substâncias, nas quais se encontram moléculas, sobre as quais a Química se debruça, estudando e manipulando todas as formas de matéria, incluindo a que compõe o mundo natural em que vivemos. Consolidar algumas das ideias-chave para a exploração e construção de mais conhecimento químico, é o objecto central deste Módulo.

O diagrama conceptual que a seguir se apresenta procura ilustrar os conceitos incluídos neste Módulo e uma relação possível entre eles. Pretende ser um auxiliar do trabalho do professor e não tem, necessariamente, um início e um percurso pré-determinado. Qualquer que tenha sido a via usada, os alunos deverão ter alcançado uma visão integrada do conjunto dos tópicos tratados.



Objecto de ensino

0.1-Materiais

- Qual a origem
- Que constituição e composição
- Como se separam constituintes (AL 0.0 e AL 0.1)
- Como se explica a sua diversidade

0.2-Soluções

- Quais e quantos os componentes
- O que são soluções aquosas
- Composição quantitativa de soluções

0.3-Elementos químicos

- O que são
- Como se organizam
- Átomos diferentes do mesmo elemento

Objectivos de aprendizagem

Este Módulo permite ao aluno :

0.1- Materiais

1 aula

- Explicitar a origem natural ou sintética de alguns materiais de uso corrente
- Descrever a constituição de materiais, que fazem parte de organismos vivos ou não vivos, em termos de substâncias que podem existir isoladas umas das outras (caso das substâncias propriamente ditas) ou formando misturas
- Caracterizar uma mistura pela combinação das substâncias constituintes e pelo aspecto macroscópico uniforme (mistura homogénea) ou não uniforme (mistura heterogénea) que podem apresentar
- Classificar a composição das substâncias como simples (formadas por um único elemento químico) ou compostas (se formadas por dois ou mais elementos químicos)
- Reconhecer que a representação da unidade estrutural é a representação química da substância e que as u.e. podem ser átomos, moléculas ou grupos de iões (mono ou poliatómicos)
- Assumir o conceito de átomo como central para a explicação da existência das moléculas e dos iões
- Descrever o modelo actual (muito simplificado) para o átomo como aquele que admite ser este constituído por um núcleo (com protões e neutrões – exceptuando-se o Hidrogénio-1) e electrões girando em torno do núcleo e que no conjunto o átomo é electricamente neutro, por ter número de protões (carga +) igual ao número de electrões (carga -)
- Interpretar a carga de um ião como a diferença entre o número de electrões que possui e o número de electrões correspondentes ao total dos átomos que o constituem (cada electrão a mais atribui-lhe uma carga negativa; cada electrão a menos atribui-lhe uma carga positiva)
- Explicitar que a mudança de estado físico de uma substância não altera a natureza dessa substância e que se mantém a unidade estrutural, relevando, no entanto, que nem todas as substâncias têm ponto de fusão e ponto de ebulição
- Descrever percursos a seguir para dar resposta a problemas a resolver experimentalmente

0.2 - Soluções

1 aula

- Associar solução à mistura homogénea, de duas ou mais substâncias em que uma se designa por solvente (fase dispersante) e a(s) outra(s) por soluto(s) (fase dispersa)
- Interpretar solvente como a fase dispersante que tem como características apresentar o mesmo estado físico da solução ou ser o componente presente em maior quantidade de substância
- Interpretar soluto como a fase dispersa que não apresenta o mesmo estado físico que a solução ou que existe em menor quantidade
- Explicitar a composição quantitativa de uma solução em termos de concentração mássica cuja unidade SI é quilograma de soluto por metro cúbico de solução (kg m^{-3}), embora vulgarmente se utilize g dm^{-3}
- Fundamentar o uso correcto de equipamento de segurança e manipular com rigor alguns reagentes
- Interpretar os princípios subjacentes à separação de componentes de algumas misturas

0.3 - Elementos químicos

2 aulas

- Reconhecer que a diversidade das substâncias existentes (já conhecidas ou a descobrir na natureza) ou a existir no futuro (a sintetizar) são formadas por 115 elementos químicos dos quais 25 foram obtidos artificialmente
- Caracterizar um elemento químico pelo número atómico (o qual toma valores inteiros e representa o número de prótons existentes em todos os átomos desse elemento), que se representa por um símbolo químico
- Referir que existem átomos diferentes do mesmo elemento que diferem no número de neutrões apresentando, por isso, diferente número de massa, que são designados por isótopos e que a maioria dos elementos químicos os possui
- Caracterizar um elemento químico através da massa atómica relativa para a qual contribuem as massas isotópicas relativas e respectivas abundâncias dos seus isótopos naturais
- Descrever a disposição dos elementos químicos por ordem crescente do número atómico, segundo linhas, na Tabela Periódica assumindo que o conjunto de elementos dispostos na mesma linha pertencem ao mesmo período e que o conjunto de elementos dispostos na mesma coluna pertencem ao mesmo grupo (numerados de 1 a 18)
- Associar a fórmula química de uma substância à natureza dos elementos químicos que a compõem (significado qualitativo) e à relação em que os átomos de cada elemento químico (ou iões) se associam entre si para formar a u. e. (significado quantitativo)
- Indicar algumas regras para a escrita das fórmulas químicas quer quanto à ordenação dos elementos químicos quer quanto à sequência dos iões (no caso de substâncias iónicas)

Actividades práticas de sala de aula

Sugestões metodológicas

As actividades que a seguir se apresentam poderão ser usadas como ponto de partida para a sistematização de aprendizagens essenciais a que esta Unidade diz respeito. Através da sua resolução, os alunos poderão recordar ou esclarecer as aprendizagens enunciadas. Optou-se por apresentar um número alargado de propostas que permita ao professor seleccionar as mais apropriadas à sua turma, podendo, evidentemente, escolher outras.

Análise de rótulos de produtos comerciais para a identificação da constituição (natureza química, origem natural ou sintética, função de uso - finalidade) e interpretação da simbologia química quando utilizada

- A partir de um conjunto de embalagens vazias utilizadas para diversos produtos de uso corrente, e feitas de materiais diversificados, constituir grupos de acordo com critérios estabelecidos (natureza do material, origem do material, material (não) reciclado, material (não) reciclável, material (não) reutilizável)

Análise de uma lista de vários materiais (por exemplo: leite inteiro, cimento, dióxido de carbono, calcário, madeira, sumo de laranja, cloreto de sódio, ar, alumínio, tinta de parede, álcool etílico, vapor de água, papel, granito, algodão) com vista à identificação dos que são substâncias, misturas, misturas heterogéneas e soluções

- Escrita de algumas fórmulas químicas simples, consultando tabela de iões e a Tabela Periódica

Observação de rótulos de soluções já preparadas ou de rótulos de soluções aquosas usadas no dia a dia (por exemplo, rótulos de águas minerais), com composição conhecida, interpretando o significado destas.

Actividades práctico-laboratoriais (AL)

AL 0.0 – Metodologia de Resolução de Problemas por via experimental 1 aula

Quais as etapas a seguir para a resolução de um problema por via experimental?

Propõe-se um trabalho de cariz investigativo, sobre resolução de problemas. Cada grupo terá um problema relativamente ao qual deverá elaborar uma proposta de resolução. A intenção desta Actividade é envolver os alunos na concepção fundamentada de um percurso investigativo para resolver um problema relativamente simples, de modo a que se consciencializem de etapas a seguir com vista a alcançar uma resposta à questão-problema de partida. Os problemas escolhidos deverão incidir sobre processos físicos de separação e privilegiar contextos problemáticos da região e/ou de importância mais geral reconhecida. É provável que as propostas dos alunos sejam diversas, devendo a intervenção do professor ser no sentido de os ajudar a clarificar as suas posições, encontrar soluções para a suas propostas específicas, e não a de os conduzir a uma única e determinada solução.

A execução da proposta final deverá ser realizada em AL 0.1 .

Objecto de ensino

- Metodologia de resolução de questões-problema
- A importância da informação
- Planificação de uma actividade experimental
- Segurança e equipamento no laboratório de Química
- Eliminação de resíduos

Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite aos alunos saber:

- Interpretar o objectivo do trabalho práctico

- Aplicar metodologia de resolução de problemas por via experimental
- Pesquisar informação
- Planificar uma actividade experimental num caso concreto
- Propor equipamento de segurança e protecção pessoal adequado às situações em causa
- Localizar equipamento fixo no Laboratório de Química e como aceder a ele
- Seleccionar material de laboratório adequado às operações pretendidas

Sugestões metodológicas

Todas as actividades de laboratório requerem o reconhecimento do laboratório como um local de trabalho que envolve riscos e que necessita, por isso, de procedimentos adequados respeitantes ao uso, em segurança, de materiais e equipamentos.

A aplicação das regras de segurança na utilização do laboratório/equipamento deverá ser uma preocupação constante do professor ao longo de todas as actividades laboratoriais aproveitando as novas situações (utilização de uma nova técnica, um reagente novo ou um novo instrumento) para reforçar tal preocupação. Neste caso particular é importante uma discussão relativa às regras gerais e pessoais para o trabalho com fontes de aquecimento e vidros (queimaduras térmicas e cortes/golpes). É fundamental promover a discussão acerca da colocação dos resíduos em contentores específicos para proceder a processos de eliminação (por exemplo, a eliminação de gorduras poderá ser feita usando material absorvente - serrim/serradura ou papel usado o qual poderá ser colocado em contentor de resíduos de sólidos orgânicos).

O material de uso corrente (vidro, porcelana, plástico e metal) deve situar-se em local próprio, de fácil acesso aos alunos e estar devidamente identificado (com ilustração do equipamento na etiqueta), facilita a associação do nome ao equipamento. É oportuna uma discussão sobre o tipo de vidros que podem, ou não, ser aquecidos.

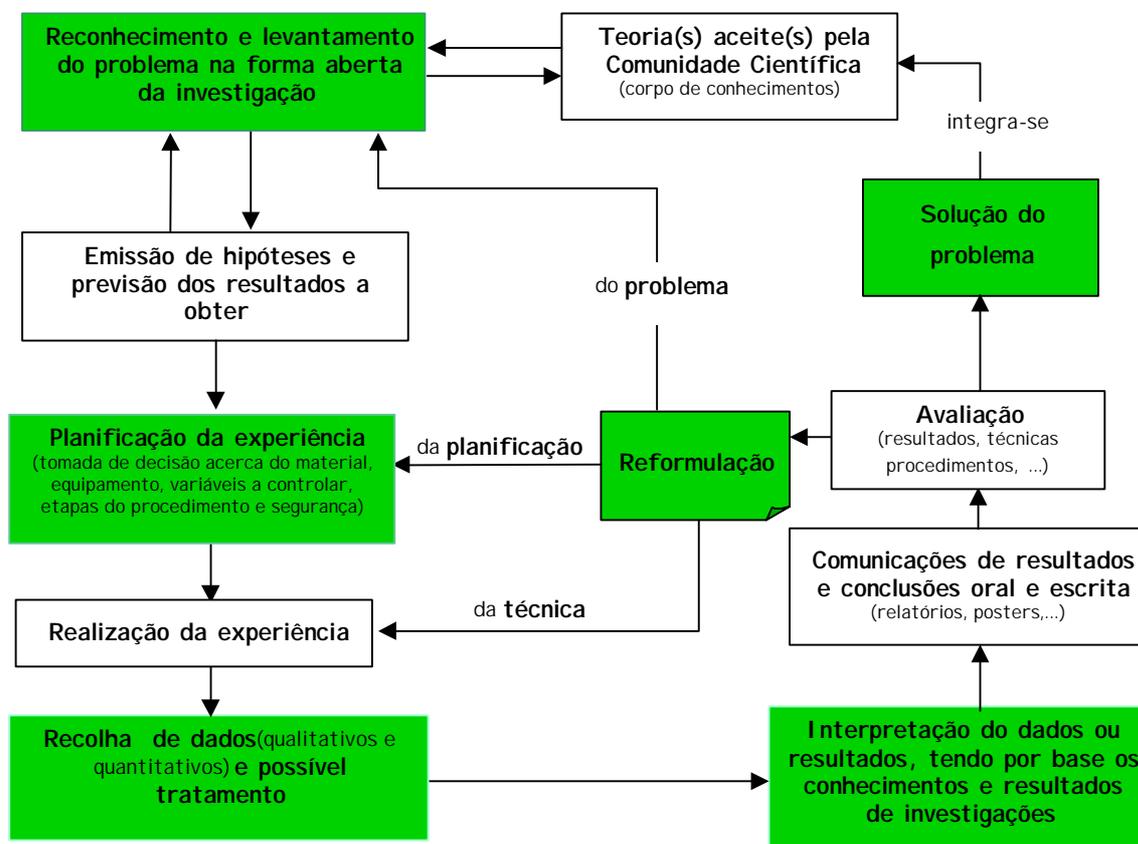
Sugere-se a planificação, em grupo, de uma proposta de resolução de um problema.

Para os alunos poderem planificar um procedimento de resolução do problema apresentado ou escolhido deverão envolver-se progressivamente nas seguintes etapas:

- 1- Qual o problema apresentado? Sou capaz de o traduzir por outras palavras?
- 2- O que é que eu sei de relevante para o problema colocado? Que informação preciso de recolher? Onde a poderei encontrar?
- 3- Com os dados que possuo, como julgo que o problema se resolverá? Qual o caminho, ou caminhos, a seguir?
- 4- Qual a minha previsão sobre os resultados a obter em cada caso?
- 5- Do ponto de vista prático, quais são os passos/etapas especialmente problemáticos em termos de segurança, isto é, quais são os riscos existentes e os aspectos a requerer mais atenção?
- 6- Como executarei o projecto, em termos de materiais e equipamentos?
- 7- O meu grupo de trabalho considera que o problema colocado se resolverá através do seguinte procedimento. O esquema da montagem será mais adequado para a realização experimental?

As etapas descritas anteriormente com a realização experimental (AL 0.1) e interpretação de resultados à luz das ideias que presidiram a planificação seguida, poderão ser enquadradas no modelo que se apresenta.

Modelo proposto para a resolução de um problema por via experimental



AL 0.1. - Separar e purificar

2 aulas

A finalidade desta Actividade é proporcionar aos alunos oportunidade e condições para executarem a planificação preparada em AL 0.0, relativamente a uma das questões-problema:

Como separar os componentes de uma mistura de água, sal e solo?

Como separar uma gordura de uma solução aquosa?

Como dessalinizar água do mar ou água salgada?

Como separar dois líquidos miscíveis como água e acetona?

Como resolver outro problema considerado relevante e/ou de interesse local ao qual se apliquem diversos processos físicos de separação?

Os materiais que se usam no quotidiano são, na sua maioria, misturas. Mesmo os reagentes intitulados como substâncias, possuem graus de pureza variáveis e contêm na sua composição impurezas que são discriminadas nos rótulos das embalagens. Assim, as operações de separar e purificar são tarefas importantes na planificação e execução de uma separação dos componentes de uma mistura (ou purificação de um material). Tais operações deverão ser realizadas, em segurança, no Laboratório.

Objecto de Ensino

Processos físicos usados na separação de componentes de misturas, tais como:

Decantação

- Decantação de misturas de duas fases: sólido – líquido e líquido – líquido

Filtração

- Filtração por gravidade
- Filtração a pressão reduzida

Destilação

- Destilação simples
- Destilação fraccionada

Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno:

- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes da decantação, da filtração e da destilação (simples e fraccionada) à separação de misturas
- Relacionar a técnica com o princípio subjacente
- Interpretar o(s) princípio(s) em que se fundamenta cada técnica
- Seleccionar o tipo de filtração a utilizar num caso específico
- Seleccionar o meio filtrante (papel e placas filtrantes) mais adequado a uma determinada filtração
- Seleccionar o tipo de destilação (simples ou fraccionada) adequado a uma determinada separação
- Executar as técnicas de decantação, de filtração e de destilação, de acordo com as regras de segurança
- Aplicar outras técnicas adequadas à separação de misturas
- Aperceber-se de limitações das técnicas, enquanto processos de separação de componentes de uma mistura

Sugestões metodológicas

Após a análise e discussão das propostas apresentadas pelos diversos grupos para resolução dos problemas equacionados na AL 0.0, e eventuais reformulações, os alunos irão executar os projectos. Se necessário o professor fará exemplificação das técnicas a usar (decantação, filtração, destilação, ...) para esclarecer procedimentos e salientar comportamentos de segurança.

Para a mistura de água, sal e solo, os alunos poderão começar por decantar a mistura separando a suspensão da fase sólida. Em seguida poderão filtrar por um dos processos: por gravidade, usando filtro liso ou de pregas ou a pressão reduzida. A separação da água do sal na solução pode ser feita com recuperação dos dois componentes através de destilação, e comparar a eficácia dos dois processos de filtração usados (pelo mesmo grupo ou por grupos diferentes).

Para a mistura óleo/azeite/hexano e água, os alunos poderão separar as fases líquidas imiscíveis usando uma ampola de decantação.

Para a tarefa de dessalinização, os alunos poderão:

separar o sal da água fazendo uma destilação simples.

Para a separação dos dois líquidos miscíveis:

Uns grupos farão uma destilação simples e outros uma destilação fraccionada;

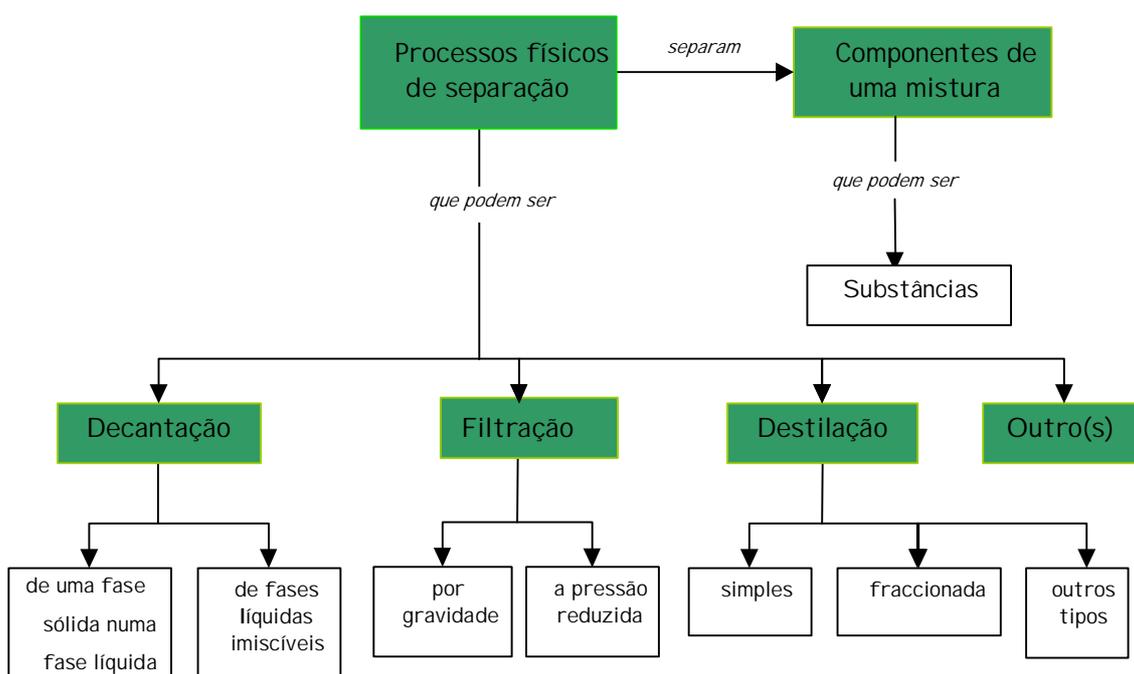
comparar e interpretar a diferença de volume destilado, num dado intervalo de tempo, para os dois tipos de destilação;

prever a eficácia relativa dos dois processos.

Sugere-se que todos os grupos se familiarizem com todas as técnicas. Como cada grupo irá usar apenas algumas, de acordo com o problema que tem para resolver, propõe-se que seja o grupo executante a apresentar aos restantes o(s) procedimento(s) utilizado(s) e sua justificação.

Dado o tempo requerido para a montagem da destilação fraccionada, sugere-se que esta seja montada previamente com o apoio do Técnico de Laboratório.

O diagrama seguinte apresenta uma possível sistematização dos processos físicos de separação envolvidos nas situações problema apresentadas.



Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Ampola de decantação	4
Areia	
Balão Kitasato de 250 mL	4
Baldes de serradura e de areia	1 de cada
Caixa completa de primeiros socorros	1
Chuveiro	1
Contentor para resíduos químicos	1/espécie de resíduos
Elevador	1/bancada
Equipamento para cromatografia de papel ascendente	1

Equipamento completo para destilação fraccionada	2
Equipamento completo para destilação simples	2
Equipamento de protecção pessoal (avental ou bata de algodão, óculos de segurança, luvas, ...)	1/aluno
Equipamento para pressão reduzida (bomba de vácuo) ou trompa de água	1
Espátula	4
Extintores para as classes de fogos (A, B, C e D)	2 de CO ₂ e 1 de pó químico
Funil de Büchner para papel de filtro (circular ou em folha)	4
Funil de vidro	4
Gobelé/copo de 400 mL	4
Lava-olhos	1/ bancada
Manta de aquecimento	1/bancada
Manta de enrolamento	1
Materiais comercializados para adsorção/desactivação de ácidos, bases e solventes	1 conjunto
Papel de filtro	vários
Papel para cromatografia	vários
Quadro mural sobre segurança	1
Sinalização de Segurança	1 conjunto
Solo	
Suporte para ampola de decantação ou suporte universal, noz e argola	4
Suporte para funis	4
Tubos flexíveis de latex para entrada e saída de água do condensador	4 pares
Vareta de vidro	4

Reagentes: Sal de cozinha, hexano, óleo /azeite

Sugestões para avaliação

Analisar os resultados obtidos com a realização experimental.

Rever a proposta de resolução do problema colocado na AL 0.0 e apresentar, com justificação, a proposta reformulada.

Gestão dos tempos lectivos

Objecto 0.1	→	1 aula
Objecto 0.2	→	1 aula
Objecto 0.3	→	2 aulas
Actividade laboratorial 0.1	→	1 aula
Actividade laboratorial 0.2	→	2 aulas

Via B1

Cursos Tecnológicos de:

Construção Civil

Electrotecnia/Electrónica

Informática

Mecânica

UNIDADE 1 – Materiais e Aplicações

Tintas e Vernizes: Proteger e Embelezar

“A pintura é música, escultura, ciência e também uma poesia
que se vê em lugar de se sentir”

Leonardo da Vinci, 1452-1519

Introdução

As mudanças rápidas que se verificam na Ciência e na Tecnologia do mundo competitivo actual em que vivemos, obrigam a que a educação em Ciência seja uma prioridade em qualquer país, como gerador do conhecimento, de novas tecnologias e das capacidades que os cidadãos necessitam para se adaptar a essa mudança.

A Química, como nós a conhecemos, despertou cerca do fim do século XVIII devido ao trabalho de Antoine Lavoisier. Contudo, o novo pensamento químico coincidiu com o início da revolução industrial. Esta originou a necessidade da criação de novos materiais capazes de dar resposta às céleres mudanças que se verificavam na sociedade: o fabrico do sabão e do vidro, agora à escala industrial, o ácido sulfúrico para o acabamento de têxteis e para a produção de soda cáustica, mordentes, agentes branqueadores e corantes.

No fim do século XIX a Química teoriza-se, preocupando-se com o estudo das unidades estruturais e das ligações entre elas para melhor compreender os materiais. E é nesta mesma época que a indústria química desperta igualmente com Leblanc, inventor do processo industrial do fabrico de soda a partir do sal marinho. Porém o século XX é, de todos, o que mais marca o avanço na descoberta de materiais sintéticos, em particular os plásticos. Hoje conhecem-se dezenas de diferentes tipos de plástico, cada um desenvolvido para fins particulares. Os cristais líquidos, copiados da natureza, como os das teias de aranha, usam-se em mostradores de relógios, máquinas de calcular ou telemóveis.

Estamos na idade da molécula; as moléculas mais recentes possuem propriedades eléctricas e magnéticas inesperadas o que traduz um tremendo potencial para a construção de novos tipos de dispositivos electrónicos. Entre eles estão os óxidos metálicos cuja resistência eléctrica varia abruptamente no campo magnético e os célebres supercondutores de baixa temperatura. No século XXI a Química desempenhará um papel crescente para tornar estes dispositivos cada vez mais pequenos e mais rápidos. Os Físicos e os Químicos, actualmente, trabalham mais juntos para explorar e desenvolver estas áreas excitantes para exploração comercial futura. Três excelentes exemplos de materiais são as misturas de óxidos metálicos, os nanoagregados de átomos metálicos e os novos tipos de moléculas de carbono que têm interessantes propriedades electrónicas e que abriam uma nova área da química do carbono. Os nanoagregados deram origem à nanociência, ou seja, a área onde se estuda as estruturas e as partículas cujas dimensões são da ordem do nanómetro. Da nanociência surgiu a nanotecnologia na qual o objectivo é construir dispositivos microscópicos para aplicações electrónicas, ópticas e medicinais, ou seja, permite aos investigadores desenhar máquinas e computadores à escala molecular.

Por tudo isto decorre, então, a necessidade de uma aprendizagem de Ciência e sobre Ciência, de uma forma integrada e contextualizada, na qual a Química tem um importante papel a desempenhar no desenvolvimento e na formação do cidadão (e particularmente dos alunos que frequentam os Cursos Tecnológicos de Construção Civil, de Electrotecnia/Electrónica, de Informática e de Mecânica).

Adoptando como tema aglutinador dois dos materiais mais vulgarmente usados pelas sociedades actuais, **as tintas e os vernizes**, desenvolveu-se a Unidade 1 da componente de Química da disciplina de Física e Química B. É sobejamente conhecida a importância de tintas e vernizes: usam-se pinturas e outros revestimentos congéneres com a dupla função de embelezar e proteger tanto em imóveis como em barcos, automóveis, mobílias, tubagens, embalagens para produtos alimentares, na produção e restauro de obras de arte, entre outros. Por outro lado, à medida que o uso das tintas aumenta, crescem também problemas à escala mundial: emissão para o ambiente de compostos orgânicos voláteis (VOCs) como é o caso dos solventes e pigmentos tóxicos, por exemplo os que contêm iões metálicos.

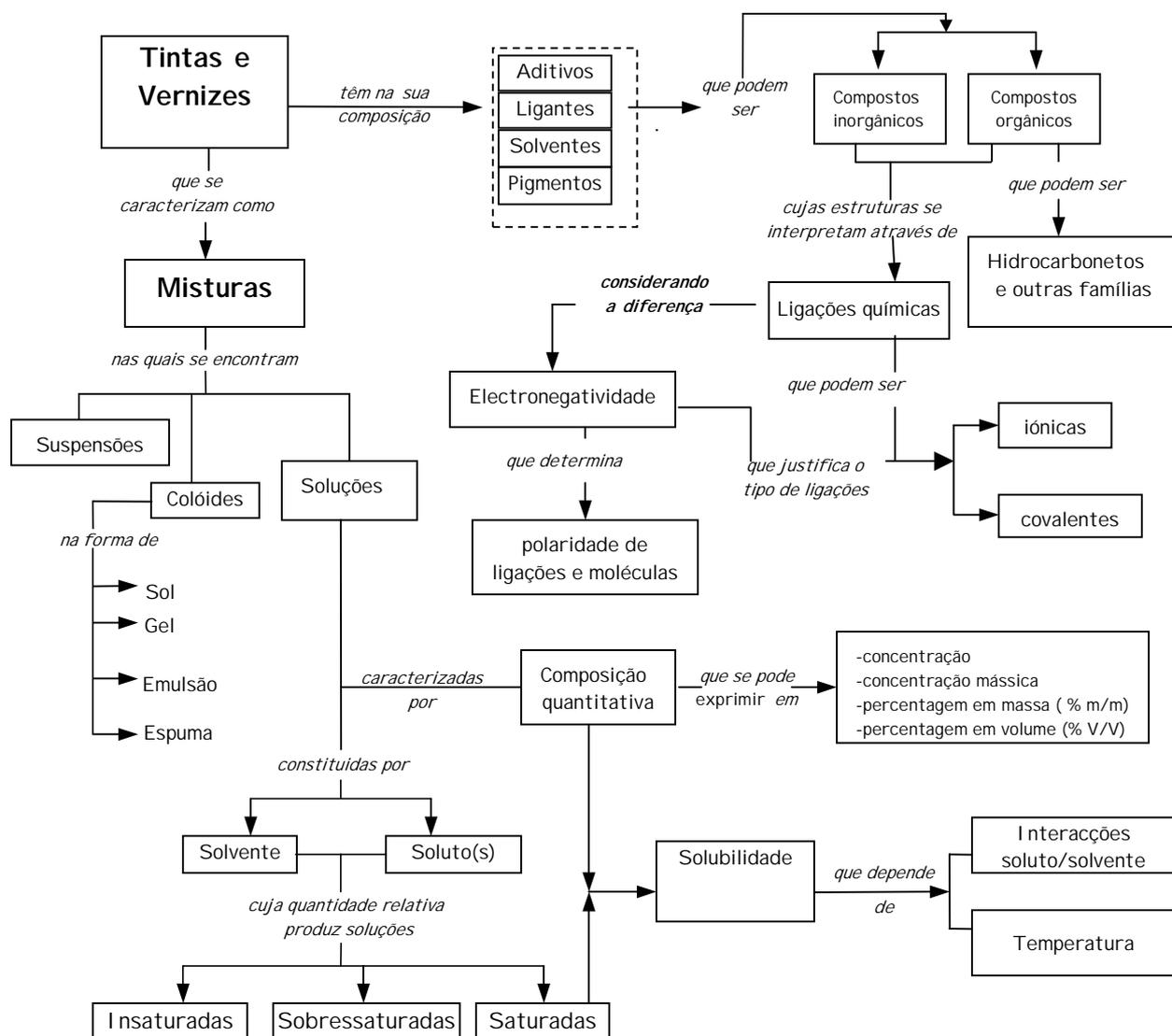
Mais uma vez, Ciência e Tecnologia conjugam esforços para resolver estes problemas substituindo os solventes, criando novos pigmentos, encontrando soluções para um ambiente cada vez menos poluído e que, em simultâneo, satisfaça as exigências de mercado garantindo qualidade aos produtos e inovação na estética. Actualmente, vive-se uma era exigente que privilegia fortemente a componente estética de um produto, não descurando contudo, a qualidade e funcionalidade, bem ao contrário de uma era anterior, em que a tónica era colocada na qualidade, muitas vezes em detrimento da vertente estética do produto: “forte e feio” era então o lema. É no entanto na senda de um outro lema, “proteger e embelezar” que importa conhecer os materiais e estudar as suas propriedades.

Torna-se claro que para perceber a essência do que é uma tinta, como funciona em termos da conjugação dos seus constituintes, qual a função específica de cada um deles e quais os problemas que poderão acarretar para o ambiente, há que aprender conceitos de Química que lhes são inerentes, começando por aqueles que respeitam a moléculas simples, das quais se aborda a estrutura, partindo depois para moléculas mais complexas. Deste modo, através de exemplos simples é feita uma abordagem ao modelo de ligação química, ligação covalente (simples, duplas, triplas) e ligação iónica. São abordados os parâmetros energia, comprimento e ângulo de ligação, fazendo-se também uma breve incursão na polaridade de ligações e de moléculas covalentes.

Uma vez que nos materiais escolhidos, **tintas e vernizes**, existe grande abundância de compostos de origem orgânica (solventes, ligantes e alguns pigmentos) e inorgânica (água e pigmentos), justifica-se uma breve incursão pela suas nomenclaturas. Estes compostos, quando adicionados para formarem o produto final, dão origem a soluções, suspensões e dispersões coloidais, cujos conceitos e propriedades são abordados, numa perspectiva permanente de ligação da Ciência à Tecnologia e à Sociedade que é, por um lado a usufrutuária dos avanços daquelas e, por outro, o verdadeiro motor de arranque para novas descobertas e novas invenções.

A Unidade está prevista para 18 aulas (27 h), sendo 5 (7,5 h) de índole prático-laboratorial.

O diagrama que a seguir se apresenta procura evidenciar os conceitos principais em discussão e a(s) relação(ões) entre eles.



Objecto de ensino

1.1. A Indústria Química e a produção de materiais

- Perspectiva histórica da evolução da Indústria Química
- Importância da indústria química na produção de materiais, particularmente dos corantes

1.2. Tintas e vernizes

- O que são
- Em que se aplicam
- Que impactes ambientais provocam - como os minimizar

1.3. Composição química de tintas e vernizes

1.3.1. Pigmentos

- O que são
- Qual a sua origem
- Toxicidade de pigmentos
- Tipos de pigmentos
 - Pigmentos orgânicos - moléculas orgânicas complexas
 - Pigmentos inorgânicos - óxidos metálicos e sais (fórmulas químicas e nomenclatura)
- Extracção e isolamento de pigmentos AL 1.1

1.3.2. Ligação química e unidades estruturais; geometria molecular

- Ligação química covalente (H_2 , O_2 , N_2 , H_2O , CH_4 , NH_3 e HCl)
 - Parâmetros de ligação
 - Energia, comprimento e ângulo de ligação
 - Geometria molecular
 - Electronegatividade dos átomos dos elementos químicos
 - Polaridade das ligações e polaridade das moléculas
- Ligação química iónica (óxidos metálicos e sais)

1.3.3. Ligantes

- O que são
- Para que servem

1.3.4. Solventes e/ou diluentes

- Qual a sua função
- Como funcionam
- Toxicidade de solventes
- Classes de solventes
 - Hidrocarbonetos alifáticos - alcanos, alcenos, aromáticos, e seus derivados
 - Outros tipos de solventes - álcoois, cetonas, éteres
- Preparação de uma tinta AL 1.2

1.3.5. Aditivos

- O que são
- Qual a sua finalidade

1.3.6. Composição *versus* aplicações

- Tipos de tintas

1.4. Dispersões de tintas e vernizes

- Disperso e dispersante
- Dispersão sólida, líquida e gasosa
- Classificação de dispersões
 - Soluções
 - Colóides
 - Suspensões
- Soluções**
 - O que são
 - Como são constituídas - soluto(s) (disperso(s)) e solvente (dispersante)

1.4.1. Composição quantitativa de uma solução - Unidades SI e outras

- Concentração
- Concentração mássica
- Porcentagem em volume e porcentagem em massa

1.4.2. Soluções não saturadas, saturadas e sobressaturadas de solutos sólidos e ou líquidos

- Solubilidade de um soluto num solvente
- Factores que afectam a solubilidade do soluto
 - interacções soluto/solvente
 - temperatura
- Soluções e sua diluição
 - factor de diluição
- Preparação de soluções- AL 1.3**

1.4.3. Colóides

- O que são
- Como são constituídos - disperso e dispersante
- Importância de colóides nas indústrias de tintas e vernizes
- Classificação de colóides
 - Gel, sol, emulsão e espumas - onde se aplicam
 - Colóides reversíveis e colóides irreversíveis
- Colóides e suas propriedades AL 1.4**
 - Movimento browniano
 - Efeito Tyndall

1.4.4. Suspensões

- O que são
- Como são constituídos - disperso e dispersante
- Qual a sua importância no ambiente

Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permite ao aluno saber:

1.1. A Indústria Química e a produção de materiais

2 aulas

- Referir marcos históricos importantes na evolução da indústria química desde os seus primórdios (meados do século XVIII) até à actualidade
- Estabelecer interligações entre o desenvolvimento industrial e as necessidades sociais
- Reconhecer a importância da produção de corantes e pigmentos, em larga escala, no aparecimento da Indústria Química
- Associar o desenvolvimento da indústria dos corantes e pigmentos à necessidade de proteger e embelezar os materiais

1.2. Tintas e vernizes

- Associar tinta a um material constituído por dispersão de pigmentos ou corantes num solvente aos quais se adicionam outros materiais em menor quantidade (ligantes e aditivos), de forma a conferir-lhe propriedades particulares
- Associar verniz à mistura homogénea de componentes idênticos aos de uma tinta excepto nos pigmentos
- Referir a utilização de tintas e vernizes em diferentes situações como exteriores e interiores de imóveis, em automóveis, em barcos, em tubagens industriais, em embalagens de produtos alimentares, entre outros
- Associar problemas ambientais relacionados com as tintas e vernizes à emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs), intervenientes na formação de ozono troposférico, à libertação de compostos com metais tóxicos, entre outros
- Justificar algumas medidas para diminuir a quantidade de emissão de VOCs e compostos com metais tóxicos, como a utilização de tintas de água (solvente água) e a diminuição dos óxidos e sais de determinados metais nos pigmentos

1.3. Composição química de tintas e vernizes

2 aulas + 2 aulas AL 1.1

1.3.1. Pigmentos

- Associar pigmento a um material constituído por partículas sólidas insolúveis no solvente da tinta à qual lhe dão cor e que em simultâneo lhe podem conferir propriedades protectoras
- Identificar a origem natural de alguns dos primeiros pigmentos, como o ocre vermelho (Fe_2O_3), extraído de minerais existentes em rochas
- Associar as cores e tonalidades baças e térreas de pinturas em monumentos e quadros antigos à variedade de minerais utilizados como pigmentos e ao processo de mistura com óleos e barro para revestimento das superfícies a pintar
- Referir a introdução progressiva de pigmentos orgânicos sintéticos, de moléculas bastante complexas
- Associar a toxicidade dos pigmentos inorgânicos à presença de catiões de metais como o chumbo, o arsénio, o cádmio e o mercúrio ou ainda o crómio no anião cromato
- Identificar o sulfureto de zinco, sulfato de bário, óxidos de ferro (III), de crómio (III) e de titânio (IV) e os cromatos de chumbo, de zinco e de bário como alguns dos pigmentos inorgânicos usados na produção de tintas

- Conhecer algumas regras de nomenclatura de substâncias inorgânicas (ácidos, hidróxidos, sais e óxidos)
- Associar a cada composto que entra na composição de pigmentos a respectiva fórmula química

1.3.2. Ligação química e unidades estruturais; geometria molecular 3 aulas

- Explicar a estrutura da molécula de H_2 , utilizando o modelo de ligação covalente
- Estabelecer a comparação da estrutura da molécula de H_2 com a estrutura de outras moléculas tais como O_2 e N_2 (ligações covalente simples, dupla e tripla)
- Interpretar o facto de o Hélio não formar moléculas
- Explicar a estrutura das moléculas HCl , H_2O , NH_3 e CH_4 , utilizando o modelo de ligação covalente
- Representar as moléculas H_2 , O_2 , N_2 , H_2O , HCl , NH_3 e CH_4 na notação de Lewis
- Associar electronegatividade à capacidade de um átomo atrair para si os electrões da ligação em que se encontra envolvido com outro átomo
- Interpretar a variação da electronegatividade ao longo de um grupo e ao longo de um período na TP
- Associar ligação polar à ligação do tipo covalente em que os electrões que a asseguram estão mais atraídos por um átomo do que por outro, em virtude da sua maior electronegatividade
- Interpretar a geometria da molécula em termos dos parâmetros de ligação - energia, comprimento e ângulo de ligação - para as moléculas H_2 , O_2 e N_2 e estabelecer a comparação
- Interpretar que numa ligação polar, os átomos envolvidos partilham de modo diferente os electrões envolvidos na ligação
- Interpretar que nas moléculas de H_2 , O_2 e N_2 as ligações são apolares, porque não existe diferença de electronegatividade entre os átomos envolvidos, por serem iguais

1.3.3. Ligantes

- Associar ligante a uma mistura de compostos orgânicos que formam uma película depois de seca e oxidada
- Interpretar a função do ligante numa tinta ou verniz como agregador das partículas do pigmento favorecendo a sua adesão à superfície onde é aplicado

1.3.4. Solventes e/ou diluentes 2 aulas + 1 aula AL 1.2

- Interpretar a função de um solvente ou de um diluente numa tinta ou num verniz como a de um agente que lhe é adicionado com a finalidade de facilitar a sua aplicação (diminuição de viscosidade) quer por dissolução do ligante, quer pela formação de uma dispersão coloidal envolvendo o pigmento e o ligante
- Interpretar que a velocidade de evaporação do solvente condiciona a formação adequada da película polimérica
- Associar a diminuição progressiva do odor de uma tinta ou verniz aplicados com a diminuição progressiva da velocidade de evaporação do solvente ou diluente
- Relacionar a toxicidade de solventes com a emissão de VOCs e de outras substâncias contaminantes de águas subterrâneas e/ou superficiais quando aqueles não são tratados nem recuperados
- Associar solvente orgânico a um composto geralmente constituído por carbono, hidrogénio e eventualmente oxigénio, azoto e halogéneos

- Identificar famílias de compostos orgânicos como os hidrocarbonetos do tipo alifático - alcanos, alkenos, do tipo aromático, e seus derivados
- Caracterizar classes de compostos orgânicos do tipo álcool, cetona e éter

1.3.5. Aditivos

- Caracterizar os aditivos de uma tinta quanto à sua composição (6-7% em volume) e função: amaciadores, estabilizadores, tixotrópicos e anti-congelantes
- Associar aditivos aos materiais que se adicionam em pequenas quantidades às tintas e vernizes de forma a melhorar algumas propriedades especiais como o aspecto da superfície e o espalhamento

1.3.6. Composição *versus* aplicações

- Associar a cada utilização pretendida para uma tinta ou verniz a composição adequada em termos de solvente, pigmentos, ligantes e aditivos
- Distinguir diferentes tipos de tintas: tintas de óleo, de água, de esmaltes, de epoxis e de *shellac*

1.4. Dispersões de tintas e vernizes

1 aula

- Definir fase de um sistema como uma parte homogénea que se distingue das outras partes desse mesmo sistema e que tem limites bem definidos
- Associar dispersão a uma mistura de duas ou mais substâncias em que as partículas de uma fase (fase dispersa) se encontram distribuídas no seio da outra (fase dispersante)
- Associar a classificação de dispersão sólida, líquida ou gasosa ao estado físico do dispersante
- Classificar as dispersões em soluções, colóides e suspensões em função das dimensões médias das partículas
- Aplicar a classificação de dispersões à composição de tintas e vernizes

1.4.1. Composição quantitativa de uma solução - Unidades SI e outras

- Identificar uma solução como uma dispersão de partículas de diâmetro inferior a 1 nm
- Descrever a composição quantitativa de uma solução em termos de concentração, concentração mássica e percentagens em volume e em massa
- Associar às diferentes maneiras de exprimir a composição quantitativa de soluções as correspondentes unidades SI e outras vulgarmente usadas na indústria (percentagem em massa, percentagem em volume)

1.4.2. Soluções não saturadas, saturadas e sobressaturadas de solutos sólidos e ou líquidos

1 aula + 1 aula AL 1.3

- Interpretar a solubilidade de um soluto num solvente, a uma determinada temperatura, como concentração máxima de soluto nesse solvente, quando se obtém uma solução saturada
- Referir a influência do solvente e da temperatura na solubilidade de um soluto
- Interpretar gráficos de variação de solubilidade do soluto num dado solvente em função da temperatura
- Associar factor de diluição à razão entre o volume final da solução diluída e o volume inicial da solução de partida
- Indicar algumas situações laboratoriais de utilização do factor de diluição para a preparação de soluções como em diluições de tintas e vernizes
- Relacionar a maior ou menor diluição de uma solução corada com a cor da solução

1.4.3 Colóides**1 aula + 1 aula AL 1.4**

- Caracterizar estado coloidal pela existência de partículas dispersas numa outra fase que é geralmente contínua e pelas dimensões do disperso que podem variar entre 10^{-9} m e 10^{-6} m
- Relacionar o estado coloidal com algumas das propriedades dos materiais: viscosidade, plasticidade, elasticidade, retenção de água e coesão
- Explicitar a utilização de colóides na produção de alguns materiais de construção civil (tintas, vernizes e cimentos), na indústria alimentar (leites, iogurtes, queijos, margarinas, manteigas, maioneses, chocolates e *chantilly*) e na indústria têxtil (da lã, da seda, do linho e do algodão)

1.4.4. Suspensões**1 aula**

- Associar PM_{10} e $PM_{2,5}$ à matéria particulada cujos diâmetros das partículas são respectivamente $10\ \mu\text{m}$ e $2,5\ \mu\text{m}$
- Caracterizar as suspensões pelas partículas (matéria particulada - PM_{10} e $PM_{2,5}$) dispersas numa outra fase (que é geralmente contínua) e pelas dimensões do disperso cujo diâmetro é superior a um micrómetro ($1\ \mu\text{m}$)
- Reconhecer as partículas do disperso (grandes aglomerados de átomos, iões ou moléculas) por visualização ao microscópio óptico ou mesmo a olho nu, as quais sedimentam por gravidade ou por centrifugação e são separáveis por meio de filtros vulgares
- Referir que a matéria particulada (PM), no ar, inclui partículas como o pó, a sujidade, o fumo e as gotas de líquidos, directamente emitidas para o ar por fontes diferentes como fábricas, centrais eléctricas, veículos, actividades ligadas à construção civil, fogos e poeiras trazidas pelo vento
- Reconhecer que a matéria particulada (PM) pode ser formada no ar, a partir de transformações químicas dos gases directamente emitidas para o ar, tal como o dióxido de enxofre, os óxidos de azoto e diversos hidrocarbonetos
- Interpretar o impacte ambiental da matéria em suspensão por exemplo numa água residual (sólidos suspensos) e no ar (matéria particulada, PM_{10} e $PM_{2,5}$)
- Reconhecer que quanto menores forem as partículas, maiores são os riscos para a saúde pública podendo provocar problemas nas vias respiratórias (agravar doenças respiratórias e cardiovasculares), alterar sistemas imunitários e/ou danificar tecido pulmonar
- Relacionar as $PM_{2,5}$ (maior componente do "smog"), com a redução da visibilidade e com os impactes negativos na segurança, na saúde e na estética.

Actividades práticas de sala de aula

Tal como defendido no Módulo Inicial, também nesta Unidade muitas das aprendizagens dos alunos poderão ser alcançadas através da realização, por eles, de actividades do tipo que a seguir se propõe.

Para a organização dessas actividades o professor poderá socorrer-se de documentos e materiais existentes na escola, ou disponíveis no quotidiano ou ainda sugerindo aos alunos que levem para a sala de aula amostras ou objectos materiais adequados aos fins em vista.

1.1.A Indústria química e a produção de materiais

- Pesquisa documental sobre a importância histórica dos corantes na indústria Química e afins

1.2. Tintas e vernizes

- Visita de estudo a um fábrica de tintas e vernizes com elaboração prévia de um roteiro em que constem algumas questões a serem abordadas durante a visita:
 - Tipos de tintas e vernizes produzidos na Empresa
 - Área de mercado (nacional/estrangeiro) mais significativa a que se destina: construção civil (interiores e exteriores), indústria automóvel, indústria têxtil, estaleiros navais, indústria de tintas para pintura artística e indústria aeronáutica
 - Diferenças na composição das tintas em função da finalidade a que se destinam
 - Precauções de pessoas e materiais tomadas durante todo o processo de fabrico e na armazenagem
 - Tipos de planos de emergência, em caso de acidente
 - Planos de redução do impacte ambiental em função das fontes de poluição

1.3. Composição química de tintas e vernizes

- Pesquisa documental sobre tintas e vernizes onde conste:
 - Componentes maioritários e minoritários de diferentes tipos de tintas e vernizes
 - Tipos de tintas usadas na actualidade, em diferentes situações, e que são consideradas ecologicamente mais correctas
- Construção de modelos moleculares com “caixas de modelos moleculares” ou utilizando o computador
- Análise de tabelas de valores de comprimentos, energias e ângulos de ligação, correlacionando-os com algumas geometrias moleculares.
- Pesquisa de pontos de ebulição de solventes e apreciação da volatilidade relativa

1.4. Dispersões de tintas e vernizes

- Pesquisa documental sobre cuidados a ter na selecção de uma tinta ou um verniz em função da finalidade de aplicação (ambientes domésticos e industriais)
- Resolução numérica de alguns exercícios simples sobre preparação de soluções a partir de:
 - sólidos
 - soluções mais concentradas
- Análise documental sobre a composição química de soluções em diferentes estados físicos (por exemplo: ar, ligas metálicas, água oxigenada, ácido sulfúrico comercial, etanol comercial)
- Pesquisa de informação sobre anti-congelantes
 - o que são
 - em que situações se utilizam
 - inconvenientes/perigos da sua utilização

Actividades práctico-laboratoriais

AL 1.1 - Extracção e isolamento de pigmentos

2 aulas

Como se pode proceder à separação dos pigmentos de plantas verdes ou da polpa de tomate?

Objecto de ensino

- Separação de alguns dos pigmentos utilizando a técnica de cromatografia em coluna

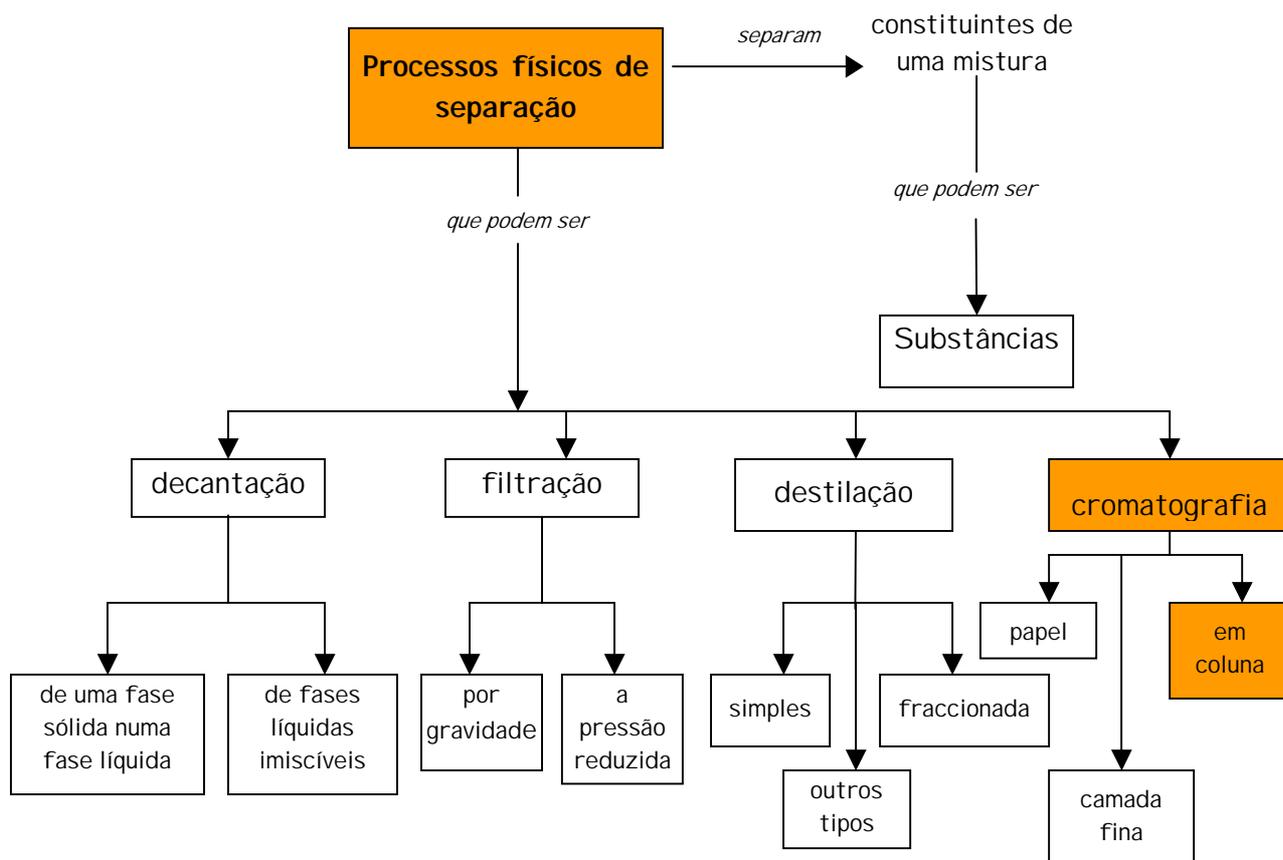
Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar cromatografia como um método de separação dos componentes de uma mistura que se baseia no diferente comportamento de partição desses mesmos componentes entre a fase móvel e a fase estacionária
- Identificar os principais componentes de uma cromatografia: fase móvel (eluente), fase estacionária, suporte e reveladores de cromatogramas
- Identificar a coluna de cromatografia como o suporte da fase estacionária e a fase móvel como transportadora da amostra
- Interpretar a maior ou menor afinidade dos componentes da amostra com a fase estacionária, através do maior ou menor intervalo de tempo de permanência na coluna
- Separar alguns dos componentes corados através de uma cromatografia em coluna
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes, à transferência de sólidos e líquidos
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Proceder à recuperação/eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as regras de segurança

Sugestões metodológicas

Após a planificação da actividade e antes da sua execução os alunos deverão pesquisar as frases de Risco e Segurança para todos as substâncias que vão utilizar e propor as medidas de segurança a utilizar. A actividade 1.1, pode ser efectuada a partir de plantas verdes ou de pasta de tomate, pelo que se apresentam as actividades I e II em alternativa, ou para serem realizadas em simultâneo no mesmo turno, por grupos diferentes.



I - Extracção e isolamento dos pigmentos de plantas verdes

Objectivo:

Separar os diferentes pigmentos que conferem a cor às plantas verdes, usando a cromatografia em coluna

Aprendizagens Prévias:

Investigar as frases de risco e de segurança (R e S) para os reagentes a utilizar, assim como o equipamento de protecção pessoal

Material por turno	Unidades
Almofariz e mão	4
Argola e noz	4
Balança de precisão $\pm 0,1g$	1
Canivete	4
Coluna cromatográfica	4
Copos de 200mL e 400mL	4+4
Erlenmeyer de 100mL	4
Espátula	4

Funil	4
Funil ou ampola de decantação	4
Papel de filtro	1 cx
Pipeta de Pasteur	4
Provetas de 25, 50 e 100 mL	4 de cada
Suporte universal	4
Vareta de vidro	4

Reagentes: Acetona, Algodão, Alumina, Areia lavada, Clorofórmio, Éter de petróleo 40°-60°, Sulfato de sódio anidro e Folhas de plantas verdes

Procedimento

A - Extracção dos pigmentos

Cortar, em pequenos pedaços, cerca de 10 g de folhas de plantas (ervas, espinafres, agriões,...) e macerar num almofariz com uma pequena quantidade de areia;

Transferir o material para um copo de 200 mL, adicionar 30 mL de acetona e agitar; deixar repousar cerca de 10 min, adicionar 20 mL de água e agitar de novo;

Filtrar a solução para um funil de separação;

Adicionar 30 mL de éter de petróleo 40°-60° (10:90), agitar (com os devidos cuidados), deixar repousar e recolher a fase orgânica para um erlenmeyer;

Retirar a água, eventualmente existente na solução, com sulfato de sódio, durante cerca de 10 min e filtrar;

Evaporar o solvente na *hotte* (nicho) até se obter 2-3 mL de solução;

B- Preparação da coluna de cromatografia

1. Colocar um pedaço de algodão na base da coluna;
2. Colocar areia na base da coluna, sobre o algodão, até cerca de 0,5 cm de altura;
3. Encher a coluna até um terço com éter do petróleo e juntar uma suspensão de alumina (5 g) em éter de petróleo; deixar sedimentar e adicionar uma nova camada (fina) de areia;
4. Deixar escoar o solvente até que o nível atinja quase a camada superior de areia e aplicar, com uma pipeta de Pasteur, a solução concentrada do extracto de pigmentos;
5. Deixar que a solução penetre na coluna e lavar a parte superior, com 2 mL de éter de petróleo (não deixar secar a coluna no topo);
6. Iniciar a eluição da coluna utilizando como eluente uma mistura de acetona/éter de petróleo 40°-60° (10:90) e continuar até recolher a fracção amarela (carotenóides);
7. Mudar o eluente para acetona/éter de petróleo (25:75) o qual vai separar uma das clorofilas (clorofila α -verde). Remover a zona verde restante (clorofila β , amarelo esverdeado) utilizando clorofórmio como eluente.

II - Extracção e isolamento dos pigmentos da pasta de tomate

Objectivo:

Separar os diferentes pigmentos que conferem a cor vermelha ao tomate, usando a cromatografia em coluna

Aprendizagens Prévias:

Investigar as frases de risco e de segurança (R e S) para os reagentes a utilizar, assim como o equipamento de protecção pessoal

Material por turno	Unidades
Argola e noz	4
Coluna cromatográfica	4
Copo de 100mL	4
Erlenmeyer de 100mL com rolha esmerilada	4
Funil ou ampola de decantação	4
Proveta de 10mL	12
Suporte universal	4

Reagentes: Acetona, Alumina (óxido de alumínio), Areia lavada, Diclorometano, Éter de petróleo 40°-60°, Sulfato de sódio anidro e Pasta de tomate em tubo

Procedimento:

Extracção do pigmento corado

Espremer o tubo de concentrado de tomate para um copo, até se obter cerca de 2 cm de altura de pasta;

Adicionar 5mL de acetona;

Agitar esta mistura durante cerca de 1 minuto e deixar em repouso, no escuro, durante 10 minutos;

Transferir para um funil de separação, adicionar 5mL de água e agitar;

Adicionar 5mL de éter de petróleo e agitar esta mistura vigorosamente;

Colocar o funil verticalmente num suporte e deixar separar as camadas. Verificar que a camada superior (éter de petróleo) está intensamente corada;

Deixar escoar a camada inferior (aquosa) e lavar a camada superior com 2x2mL de água; desprezar as águas de lavagem;

Transferir o extracto de éter de petróleo para um pequeno Erlenmeyer com rolha esmerilada, adicionar uma porção de sulfato de sódio anidro para secar e deixar em repouso durante 10 minutos;

Filtrar para um recipiente limpo e seco.

Separação dos pigmentos e execução da cromatografia em coluna

Proceder de forma análoga à descrita para as plantas verdes.

Sugestão de avaliação

Resposta a um questionário sobre a actividade laboratorial em desenvolvimento, onde deverão especificar o significado dos termos: cromatografia, fase móvel, fase estacionária, suporte e eluente.

AL 1.2 - Preparação de uma tinta

1 aula

Como se pode preparar uma tinta?

Quais as funções dos componentes de uma tinta?

Objecto de Ensino

Preparação de uma tinta a partir de:

- tijolo
- giz de cor
- minerais de ferro vermelhos e amarelos (ou de ferrugem)

Objectivos da Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Preparar uma tinta a partir de materiais de uso corrente como tijolos e giz de cor
- Identificar os componentes de uma tinta
- Associar a cada componente de uma tinta a sua função nessa mesma tinta
- Planificar a actividade laboratorial
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes, à transferência de sólidos e líquidos
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Proceder à recuperação/eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as regras

Sugestões metodológicas

Após a planificação da actividade e antes da sua execução os alunos deverão pesquisar as frases de Risco e Segurança para todas as substâncias que vão utilizar e propor as medidas de segurança a utilizar.

Na actividade proposta, para preparar uma tinta a partir de tijolo é necessário o seguinte material:

Material por grupo	Unidades
Almofariz	4
Martelo	4
Proveta de 10 mL	4
Tijolo vermelho	4
Vareta de vidro	4

Reagentes: ovos e água

Procedimento

Partir um pedaço de tijolo com a ajuda do martelo (usar óculos) esmagando os pedaços obtidos em bocados o mais pequenos possível com o auxílio de um almofariz;

Adicionar 10 mL de água e continuar a esmagar o tijolo até se obter uma pasta;

Medir o volume de pasta obtida com o objectivo de calcular o número de gemas de ovo (para cada 10 mL de pasta é necessária uma gema de ovo);

Separar, para uma cápsula, as gemas das claras e com a ajuda de uma vareta de vidro, mexer as gemas até ficarem com um tom amarelado. Neste momento, adicionar a gemada obtida à pasta de tijolo anterior e misturar muito bem. Está pronta a tinta.

O pó avermelhado obtido do tijolo é o pigmento (óxido de ferro (III)), a água é o solvente e as gemas são o ligante.

Nota: pode também obter-se uma tinta utilizando giz de cor e, pode ainda, conjugar-se diferentes pigmentos para se obter cores diferentes ou introduzir variantes de cor por adição de plantas trituradas em almofariz.

Sugestão de avaliação

Os alunos poderão classificar os materiais usados na preparação da tinta como aditivo, ligante e solvente.

AL 1.3 - Preparação de soluções

1 aula

Como se pode "afinar" a cor de uma solução corada?

Com esta actividade laboratorial pretende-se que o aluno prepare soluções, utilizando equipamento adequado de medição de massas e volumes e transferência de sólidos e líquidos.

Objecto de Ensino

- **Solução e sua diluição**
 - Solute (disperso) e solvente (dispersante)
 - Concentração e concentração mássica
 - Diluição

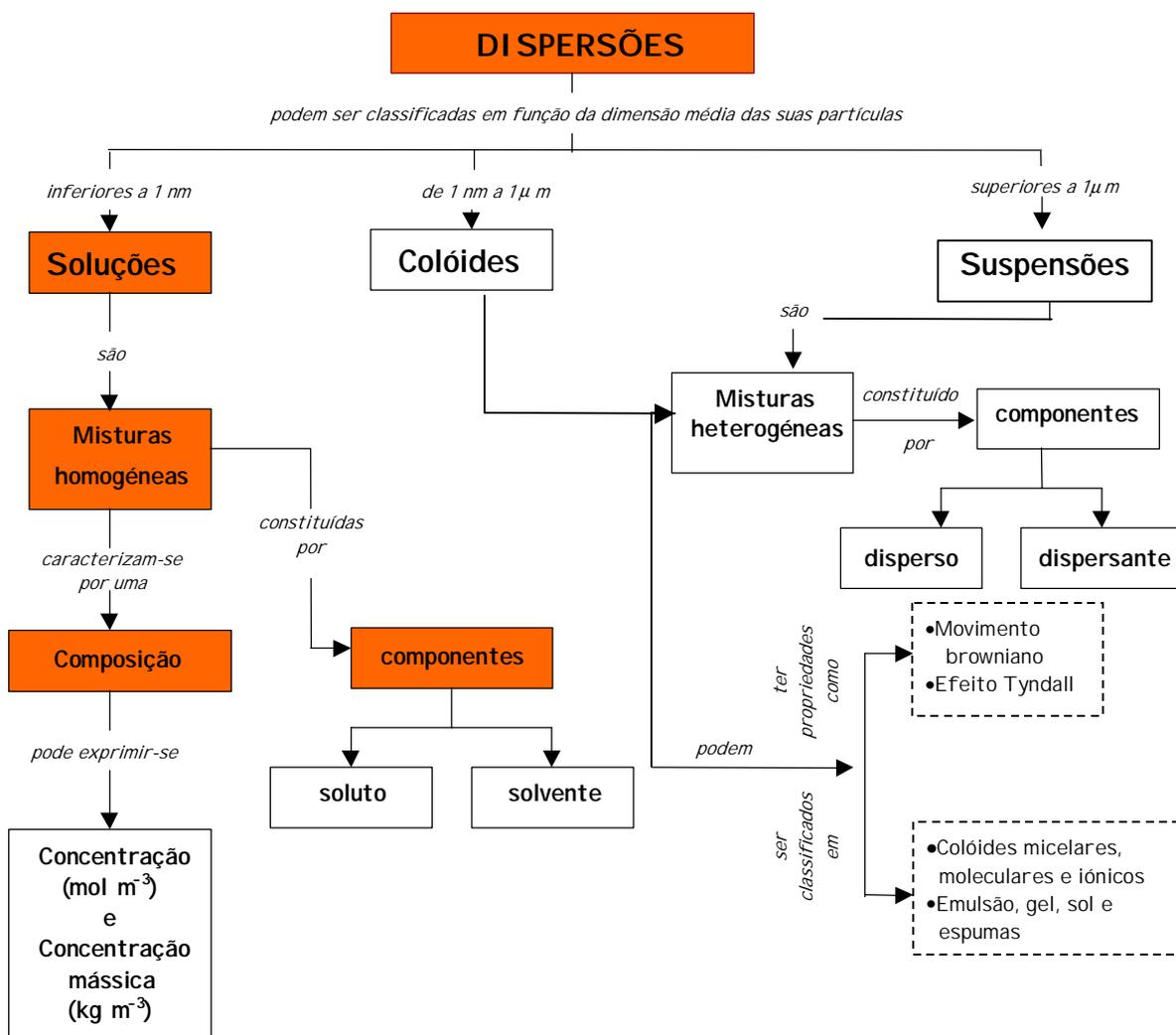
Objectivos da Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar o objectivo do trabalho prático
- Pesquisar informação
- Planificar a actividade laboratorial
- Explicitar as etapas e procedimento necessárias à preparação de uma solução tanto a partir de um soluto sólido como por diluição de outra solução
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes e de massas, à transferência de sólidos e líquido, à dissolução, à diluição e à colorimetria
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Preparar, experimentalmente, soluções
- Proceder à recuperação ou eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as normas de segurança.

Sugestões metodológicas

1. Preparação de $50,0 \text{ cm}^3$ de uma solução $0,030 \text{ mol/dm}^3$ a partir do soluto sólido, por exemplo, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
2. Preparação de soluções diluídas a partir da solução anterior, por exemplo com factores de diluição 2; 2,5; 3 e 4
3. Utilizar o colorímetro, depois de seleccionado o comprimento de onda adequado, para realizar leituras de transmitâncias (ou absorvências) para cada uma das soluções e esboçar o gráfico de concentração em função da transmitância (ou absorvência)
4. Analisar o gráfico obtido relacionando as tonalidades das diferentes soluções com as respectivas transmitâncias (absorvências)
5. Comparar a graduação das diferentes tonalidades obtidas para as diferentes soluções com as respectivas concentrações



Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Balança semi-analítica automática	1
Balão volumétrico de 50,0 mL	4
Esguicho para água destilada	4
Espátula	4
Frascos para armazenamento da solução	4
Funil de vidro	4
Gobelé de 150 mL	4
Gobelé de 50 mL	8
Proveta de 10 mL	2
Vareta de vidro	4
Vidro de relógio	4

Reagentes: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ e água destilada

Sugestão para avaliação

Cada grupo deverá apresentar, por escrito, os cálculos numéricos que fundamentam as etapas seguidas na preparação das soluções.

AL 1.4 - Colóides e suas propriedades

1 Aula

Como distinguir soluções de colóides?

Com este conjunto de trabalhos laboratoriais pretende-se que o aluno saiba distinguir uma solução de um colóide e observar propriedades características dos colóides.

Objecto de Ensino

Colóides

- Preparação de colóides
- Propriedades dos colóides

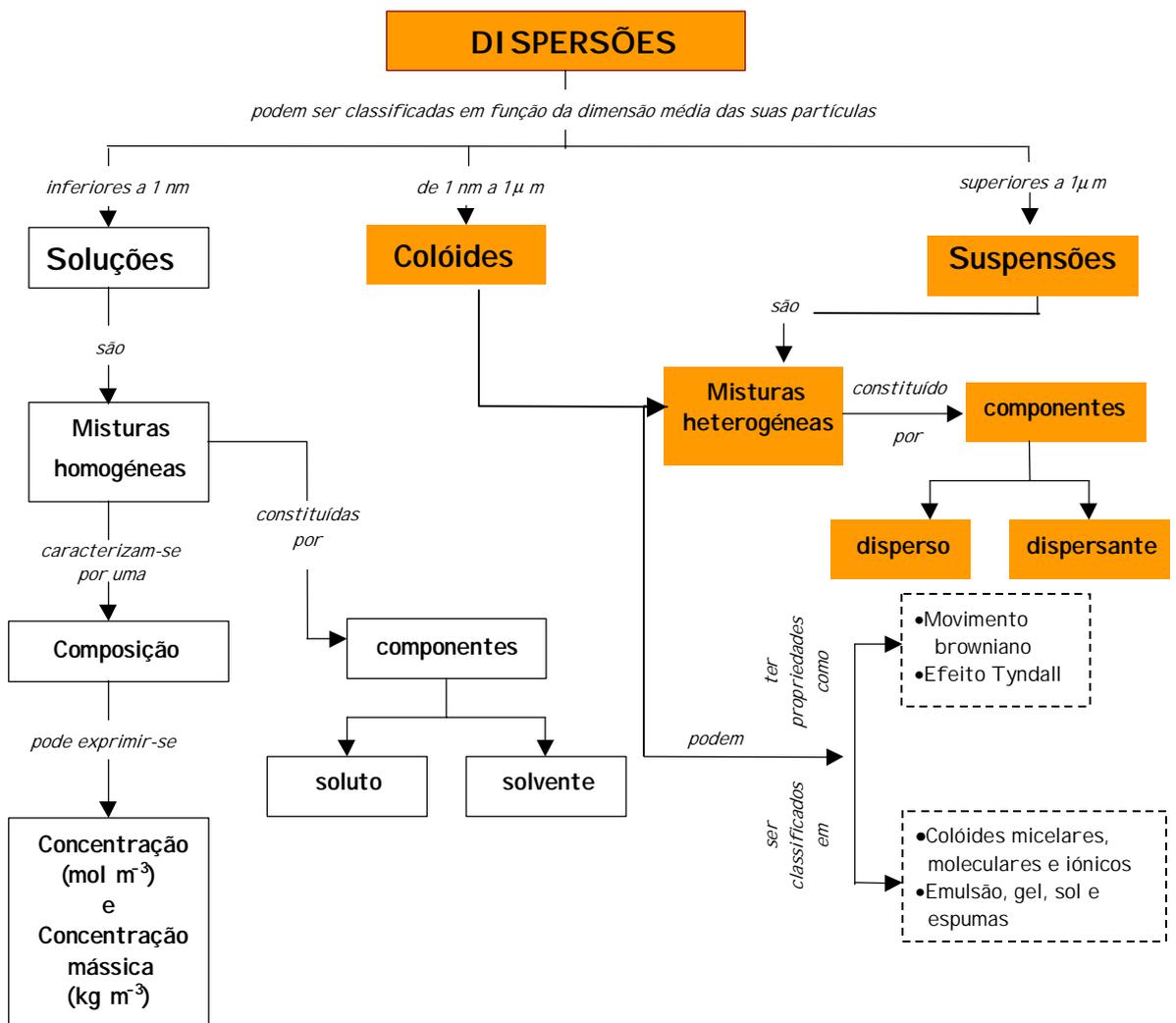
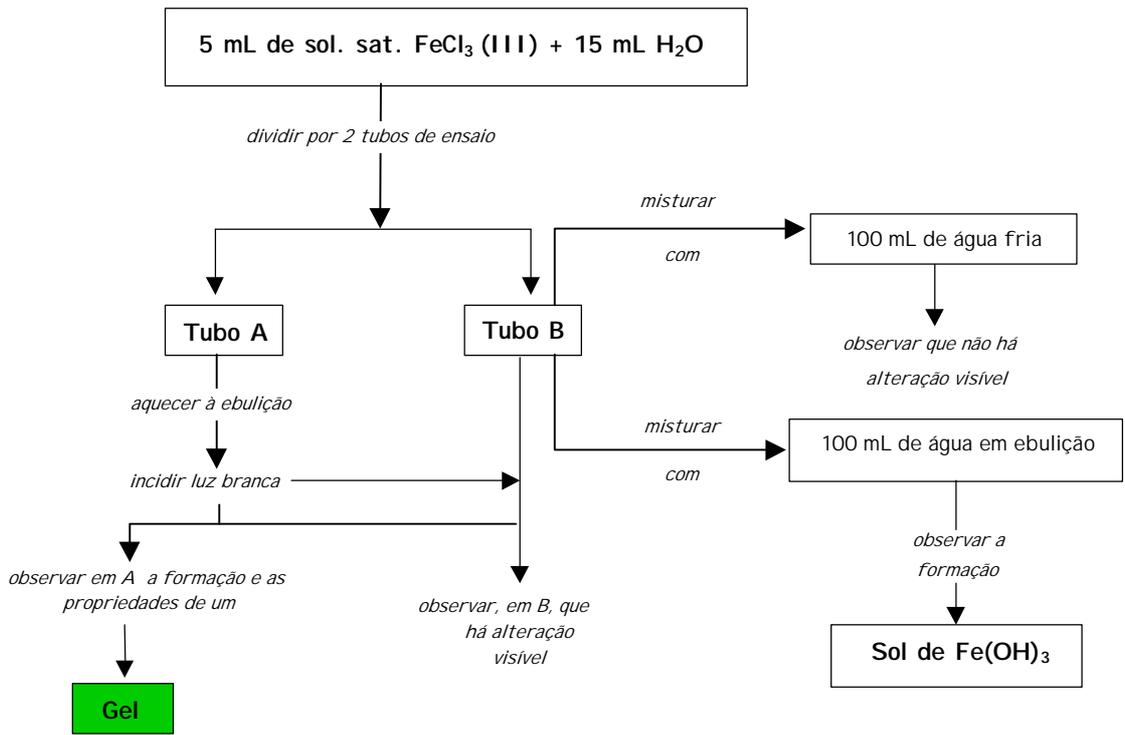
Objectivos da Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar o objectivo do trabalho prático;
- Pesquisar informação;
- Planificar a actividade laboratorial;
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias;
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade;
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes, de massas e à transferência de sólidos e líquidos;
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa;
- Preparar, experimentalmente, um colóide;
- Interpretar o comportamento de soluções e de colóides face à incidência de luz branca;
- Proceder à recuperação ou eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as normas de segurança.

Sugestões metodológicas

Sugere-se a preparação de uma dispersão coloidal de ferro (III) a partir de uma solução saturada de cloreto de ferro (III):



Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Bico de Bunsen	4
Esguicho para água destilada	4
Fonte de luz branca	1
Gobelé de 50 mL	8
Proveta de 10 mL	2
Tubos de ensaio	12

Reagentes: Solução saturada de cloreto de ferro (III) e água

Sugestão para avaliação

- Organização de uma tabela com o registo das observações efectuadas para os tubos A e B da experiência.
- Organização de uma tabela com as características e propriedades de um sol e de um gel, utilizando exemplos do quotidiano.

Gestão dos tempos lectivos

Objecto 1.1 e 1.2	→	2 aulas
Objecto 1.3.1	→	2 aulas
Objecto 1.3.2	→	3 aulas
Objecto 1.3.3 a 1.3.6	→	1 aula
Objecto 1.4.1	→	1 aula
Objecto 1.4.2	→	1 aula
Objecto 1.4.3	→	1 aula
Objecto 1.4.4	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.1	→	2 aulas
Actividade laboratorial 1.2	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.3	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.4	→	1 aula

Via B2

Curso Tecnológico de

Ambiente e Conservação da Natureza

UNIDADE 1- Atmosfera e Ambiente: uma perspectiva Química

Quando tentamos perceber qualquer coisa por si própria, encontramos-a emaranhada com tudo o resto no Universo.

John Muir (1838-1914), naturalista, explorador e conservacionista norte - americano

Introdução

Os átomos fazem parte da maioria da matéria viva e não viva do Universo em que vivemos. Continuadamente, de uma forma cíclica, os átomos reorganizam-se em diferentes substâncias e estas produzem energia através de reacções químicas em que se envolvem. Eles constituem as moléculas dos gases da atmosfera que respiramos, daquelas que a precederam e provavelmente, das que ainda estarão para vir. São também os átomos que compõem as moléculas do solo em que caminhamos, da água que usamos e dos tecidos das plantas e dos animais, incluindo os nossos próprios corpos.

Dada esta permanente reciclagem dos átomos, é bem possível que qualquer um de nós possua alguns que pertenceram ao corpo de algum dos extintos dinossaúros ou de alguma rocha primordial da Terra. Tal como os átomos, este planeta com uma idade de 4,55 mil milhões de anos (determinada com a ajuda da análise dos isótopos de urânio e de chumbo), resultou da evolução do Universo, a partir das poeiras cósmicas que se aglomeraram em grãos, pedras, corpos de dimensões cada vez maiores, e que se tornaram planetas à custa dos impactos violentos com asteróides. Durante cerca de 120 a 150 milhões de anos, a Terra continuou a aumentar o seu tamanho, convulsionada numa revolta profunda das suas entranhas, em que gigantescos oceanos de magma eram ejectados a partir de intensas erupções vulcânicas. Muitos dos gases que existiam no seu interior foram expelidos para a superfície. Arrefecendo lentamente, a Terra começou a isolar o seu núcleo ao mesmo tempo que iniciava a formação da sua **atmosfera**.

Tanto a Terra como a sua atmosfera sofreram evoluções permanentes no tempo. Num cenário plausível da atmosfera primitiva, predominavam o hidrogénio, o azoto, o dióxido de carbono e o vapor de água, substância esta que fazia a diferença para a atmosfera de outros planetas como Vénus ou Marte; havia vestígios de metano, amoníaco e sulfureto de hidrogénio¹. Falamos agora de substâncias gasosas formadas por moléculas, objecto de estudo desta unidade no melhor dos contextos para as estudar que é o berço da sua origem.

Mas o tempo, inexorável no seu decurso, assiste à acção complexa dos factores que conduziram à alteração da composição da atmosfera: o aparecimento dos oceanos, das primeiras formas de vida, da fotossíntese, do oxigénio que vai determinar a vida tal como hoje a conhecemos, o aumento da intensidade da radiação solar... Lenta e progressivamente o planeta adapta-se às diferentes gamas de radiação solar, algumas das quais se tornam vitais para as espécies que nele se irão desenvolver.

Os gases maioritários daquela atmosfera, envolvem-se em reacções químicas variadas, de complexidade crescente e algumas das quais utilizam com muita eficiência a energia solar. É o caso da formação do ozono a partir do oxigénio. O nível crescente de oxigénio e ozono atmosféricos começaram a proteger a Terra dos letais raios solares ultravioleta, permitindo eventualmente a evolução biológica no solo e no mar. Com a existência de uma atmosfera e de uma superfície ricas em água e oxigénio, o clima da terra e a química da atmosfera assumiram um papel principal no desenvolvimento físico, químico e biológico do planeta e foram eles próprios, por sua vez, afectados à medida que as alterações que eles ajudaram a produzir alcançaram escalas globais.

A atmosfera diferencia-se em termos de densidade, pressão, temperatura e composição à medida que a altitude aumenta. Aparecem espécies químicas diferentes conforme a energia das radiações solares que alcançam a matéria e que com ela interactivam – os iões, os radicais livres e outras partículas.

Num viveiro permanente de desequilíbrios, a atmosfera vai-se adaptando à mudança, mesmo quando um dos maiores produtos da evolução biológica, o ser humano, nela lança produtos formados por novas moléculas que lhe são estranhas, como as dos CFC's, ou outros que nela já existem, mas em menores quantidades, como o dióxido de carbono.

Justamente porque é necessário “perceber” as moléculas (começando pelas mais simples), no que respeita à sua estrutura, às ligações entre os seus átomos, a algumas das reacções em que se envolvem e a outros aspectos químicos que lhes são inerentes, que mais não são do que conceitos químicos, que se afigura importante estudá-las no contexto em que apareceram, interactivaram e contribuíram para a qualidade da atmosfera e clima da Terra que hoje temos.

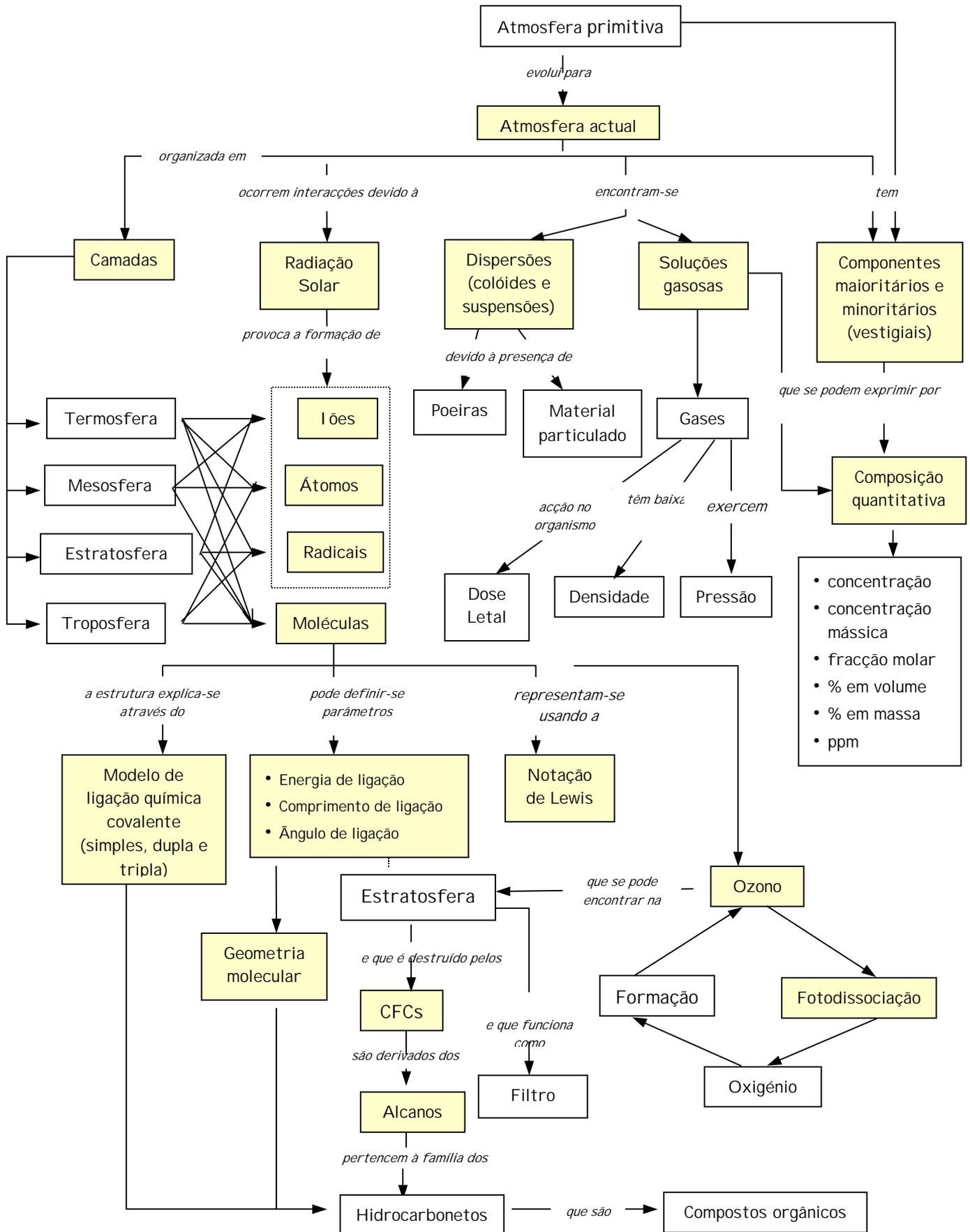
Mas o conhecimento das moléculas implica o conhecimento dos átomos e dos elementos a que eles se associam. Torna-se então necessário olhar muito para além da atmosfera terrestre e ir procurar informação ao berço da sua origem - as estrelas. A radiação que delas emana transporta informação preciosa sobre a sua constituição quando observada em espectroscópios. Ainda hoje é impensável enviar sondas para colheita de amostras da atmosfera solar ou de outras estrelas que se situam a vários anos-luz do nosso planeta, mas a tecnologia resolve o problema: basta apontar um espectroscópio de grau de sofisticação adequado à estrela e interpretar a informação contida no espectro sobre os elementos que a compõem. Mas elementos são representados por átomos e a sua constituição foi e continua a ser um enigma que se vai desvendando com os avanços da Ciência e da Tecnologia. Espectros semelhantes já haviam intrigado Bohr sobre a constituição desses átomos, que o levaram a admitir a quantificação da energia, a propor um modelo de átomo, que posteriormente modificado por outros cientistas conduziu ao modelo mais actual: o modelo quântico.

Os saberes alcançados através desta Unidade permitirão, porventura, aos alunos melhorar a sua perspectiva de educação para a saúde e para o ambiente,

A Unidade está prevista para 18 aulas (27 horas), sendo 3 aulas (4,5 horas) de índole prático-laboratorial.

O diagrama que a seguir se apresenta procura evidenciar os conceitos principais em discussão e a(s) relação(ões) entre eles.

¹ Graedel e Crutzen, 1997



Objecto de ensino

1.1. Evolução da atmosfera- breve história

- Variação da composição da atmosfera (componentes maioritários) ao longo dos tempos e suas causas
- Composição média da atmosfera
 - Componentes principais
 - Componentes vestigiais
- Agentes de alteração da concentração de constituintes vestigiais da atmosfera
 - Agentes naturais e agentes antropogénicos
- Acção de alguns constituintes vestigiais da atmosfera nos organismos
 - Dose-resposta
 - Dose letal

1.2. Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude

- Variação da temperatura e estrutura em camadas da atmosfera
- Volume molar. Constante de Avogadro
- Densidade de um gás
 - Relação volume/número de partículas a pressão e temperatura constante
 - Relação densidade de um gás/massa molar
- Dispersões na atmosfera
 - Soluções gasosas
 - Solução e diluição (factor de diluição) - AL 1.1**
 - Colóides e suspensões- material particulado
 - Colóides e suas propriedades - AL 1.2**
 - Composição quantitativa de soluções
 - Concentração e concentração mássica
 - Porcentagem em volume e porcentagem em massa
 - mg/kg ou cm^3/m^3 (partes por milhão)
 - Fracção molar

1.3. Radiação e estrutura atómica

- Espectro electromagnético - radiações e energias emitidas
- Relação das cores do espectro do visível com a energia da radiação
- Emissão de radiação pelas estrelas - espectro de riscas de absorção
- Quantificação de energia a partir do espectros de absorção/emissão
- Análise elementar por via seca - AL 1.3**
- Quantização de energia
 - Números quânticos (n , l , m_l e m_s)
 - Orbitais (s, p, d)

- Princípio da energia mínima
- Princípio da exclusão de Pauli
- Regra de Hund
- Configuração electrónica de átomos de elementos de $Z \leq 23$
- Posição dos elementos na Tabela Periódica em função das configurações electrónicas

1.4. Interacção radiação-matéria - o ozono na estratosfera

- Formação de iões na termosfera e na mesosfera - O_2^+ , O^+ e NO^+
- Formação de radicais livres na estratosfera e na troposfera - $HO^•$, $Br^•$ e $Cl^•$
- A atmosfera como filtro de radiações solares
 - Filtros solares
- Formação e decomposição do ozono na atmosfera
- A camada do ozono
 - O problema científico e social do “buraco da camada do ozono”
 - Efeitos sobre o ozono estratosférico. O caso particular dos CFC's
- Nomenclatura dos alcanos e alguns dos seus derivados halogenados

1.5. Moléculas na troposfera - espécies maioritárias (N_2 , O_2 , H_2O , CO_2) e espécies vestigiais (H_2 , CH_4 , NH_3)

- Separação de componentes do ar
 - Destilação do ar líquido
- Modelo da ligação química covalente - ligação covalente simples, dupla e tripla
- Notação de Lewis
- Parâmetros de ligação
 - Energia de ligação
 - Ângulo de ligação
- Geometria molecular
- Energia de ligação por molécula e energia de ionização por mole de moléculas

Objectivos da Aprendizagem

Esta Unidade permite ao aluno saber:

1.1.Evolução da atmosfera- breve história

2 aulas

- Relacionar a evolução da atmosfera com os gases nela existentes
- Justificar a importância de alguns gases da atmosfera (O_2 , N_2 , H_2O e CO_2) face à existência de vida na Terra
- Comparar a composição provável da atmosfera primitiva com a composição média actual da troposfera
- Indicar a composição média da troposfera actual em termos de componentes principais (oxigénio, azoto, água e dióxido de carbono) e vestigiais (óxidos de azoto, metano, amoníaco,

monóxido de carbono, hidrogénio,...)

- Explicar como alguns agentes naturais e a actividade humana provocam alterações na concentração dos constituintes vestigiais da troposfera, fazendo referência a situações particulares de atmosferas tóxicas para o ser humano
- Interpretar a persistência de um determinado poluente como uma medida da sua biodegradabilidade
- Interpretar, num sistema, a toxicidade de um determinado contaminante em função da perturbação que provoca nesse sistema
- Relacionar a reacção tóxica (resposta) com a quantidade (dose) de contaminante (veneno) recebido
- Expressar o significado de dose letal (DL_{50}) como a dose de um produto químico que mata 50% dos animais de uma população testada e que se expressa em mg do produto químico por kg de massa corporal do animal
- Comparar valores de DL_{50} para diferentes substâncias
- Comparar os efeitos de doses iguais de uma substância em organismos diferentes
- Discutir a relação do efeito tóxico no organismo com o tempo de exposição e com a sensibilidade individual
- Relacionar maior dose tóxica (maior DT_{50}) com a menor toxicidade do veneno
- Interpretar que a dose tóxica (DT_{50}) não fornece nenhuma informação sobre a dose letal

1.2. Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude

3 aulas + 2 aulas AL

- Explicar que, na ausência de qualquer reacção química, a temperatura da atmosfera deveria diminuir com a altitude até um certo valor e depois aumentar como resultado da actividade solar
- Associar a divisão da atmosfera em camadas, aos pontos de inflexão da variação de temperatura em função da altitude
- Estabelecer uma relação, para uma dada pressão, entre o volume de um gás e o número de partículas nele contido
- Relacionar a densidade de uma substância gasosa com a sua massa molar
- Relacionar a variação de densidade com a altitude
- Reconhecer que a atmosfera é formada por uma solução gasosa na qual se encontram outras dispersões como os colóides e suspensões, na forma de material particulado
- Indicar o significado de solução, colóide e suspensão e distingui-los uns dos outros
- Identificar soluções, colóides e suspensões em situações do quotidiano
- Explicitar a composição quantitativa de uma solução em termos de concentração, concentração mássica, percentagem em massa, percentagem em volume, fracção molar e partes por milhão
- Expressar a composição quantitativa média da atmosfera de formas diversas e estabelecer as correspondências adequadas

1.3. Radiação e estrutura atómica

3 aulas + 1 aula AL

- Interpretar o espectro electromagnético de radiações associando cada radiação a um determinado valor de energia (sem referência à sua frequência e ao seu comprimento de onda)

- Comparar radiações (UV, VIS e IV) quanto à sua energia e efeito térmico
- Situar a zona visível do espectro no espectro electromagnético
- Identificar equipamentos diversos que utilizam diferentes radiações (por exemplo, instrumentos LASER, fornos microondas, fornos tradicionais, aparelhos de radar, aparelhos de raios X)
- Caracterizar os tipos de espectros (de riscas/descontínuos, contínuos, de absorção e de emissão)
- Explicar a existência de níveis de energia quantificados
- Descrever o modelo quântico do átomo em termos de números quânticos (n , l , m_l e m_s), orbitais e níveis de energia
- Referir os contributos dos vários cientistas e das suas propostas de modelo atómico, para a formalização do modelo atómico actual
- Estabelecer as configurações electrónicas dos átomos dos elementos ($Z \leq 23$) atendendo aos princípios da energia mínima e da exclusão de Pauli e à regra de Hund

1.4. Interação radiação-matéria - o ozono na estratosfera

4 aulas

- Interpretar a formação dos iões O_2^+ , O^+ e NO^+ a partir das moléculas correspondentes, por interacção entre radiação e matéria
- Interpretar a formação dos radicais livres da atmosfera (estratosfera e troposfera) HO^* , Br^* e Cl^* como resultado da interacção entre radiação e matéria
- Interpretar a atmosfera como filtro solar (em termos de absorção de várias energias nas várias camadas da atmosfera)
- Explicar o resultado da interacção da radiação de energia mais elevada na ionosfera e mesosfera, em termos de ionização, atomização (ruptura de ligações) e aceleração das partículas
- Enumerar alguns dos efeitos da acção dos radicais livres na atmosfera sobre os seres vivos
- Compreender o efeito da radiação na produção de ozono estratosférico
- Explicar o balanço O_2/O_3 na atmosfera em termos da fotodissociação de O_2 e de O_3
- Explicar a importância do equilíbrio anterior para a vida na Terra
- Conhecer formas de caracterizar a radiação incidente numa superfície - filtros mecânicos e filtros químicos
- Interpretar o modo como actua um filtro solar
- Indicar o significado de "índice de protecção solar"
- Interpretar o significado de "camada do ozono"
- Discutir resultados da medição da concentração do ozono, ao longo do tempo, como indicador do problema da degradação da camada do ozono
- Interpretar o significado da frase "buraco da camada do ozono" em termos da diminuição da concentração daquele gás
- Compreender algumas razões para que essa diminuição não seja uniforme
- Indicar algumas consequências da diminuição do ozono estratosférico, para a vida na Terra
- Indicar alguns dos agentes naturais e antropogénicos que podem provocar a destruição do ozono
- Indicar o significado da sigla CFC's, identificando os compostos a que ela se refere pelo nome e fórmula, como derivados do metano e do etano
- Aplicar nomenclatura dos alcanos e alguns dos seus derivados halogenados

- Explicar por que razão os CFC's foram produzidos em larga escala, referindo as suas propriedades e aplicações
- Indicar alguns dos substitutos dos CFC's e suas limitações

1.5. Moléculas na troposfera - espécies maioritárias (N_2 , O_2 , H_2O , CO_2) e espécies vestigiais (H_2 , CH_4 , NH_3) 3 aulas

- Interpretar a atmosfera como uma fonte de recursos tais como o oxigénio e o azoto
- Aplicar os fundamentos da destilação à destilação do ar líquido
- Explicar a estrutura da molécula de O_2 , utilizando o modelo de ligação covalente
- Comparar a estrutura da molécula de O_2 com a estrutura de outras moléculas da atmosfera tais como H_2 e N_2 (ligações simples, dupla e tripla)
- Relacionar a energia de ligação com a reactividade das mesmas moléculas
- Interpretar o facto de o néon não formar moléculas
- Explicar a estrutura das moléculas de H_2O , utilizando o modelo de ligação química covalente
- Explicar a estrutura das moléculas de NH_3 , CH_4 e CO_2 , utilizando o modelo de ligação química covalente
- Representar as moléculas de H_2 , O_2 , N_2 , H_2O , NH_3 , CH_4 e CO_2 na notação de Lewis
- Interpretar o parâmetro ângulo de ligação nas moléculas H_2O , NH_3 , CH_4 e CO_2
- Interpretar a geometria das moléculas H_2O , NH_3 , CH_4 e CO_2

Actividades práticas de sala de aula

Sugestões metodológicas

Tal como defendido no Módulo Inicial, também nesta Unidade muitas das aprendizagens dos alunos poderão ser alcançadas através da realização, por eles, de actividades do tipo que a seguir se propõe.

Para a organização dessas actividades o professor poderá socorrer-se de documentos e materiais existentes na escola, ou disponíveis no quotidiano ou ainda sugerindo aos alunos que levem para a sala de aula amostras ou objectos materiais adequados aos fins em vista.

1.1. Evolução da atmosfera – breve história

- Análise de documentos, diagramas, tabelas e quadros relativos a várias regiões da atmosfera e seus constituintes
- Interpretação de curvas de variação da temperatura em função da altitude
- Interpretação de textos informativos sobre causas de modificações na composição dos constituintes vestigiais da atmosfera e de implicações desta para a vida na Terra
- Analisar gráficos onde se evidencie a relação dose-efeito

1.2. Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude

- Conversão da composição da atmosfera em mg/kg ou em cm^3/m^3 e em percentagem em volume ou massa, e estabelecer as correspondências possíveis
- Análise de tabelas publicadas em jornais diários/semanários com valores da composição dos poluentes mais comuns nas atmosferas urbanas e conversão nas respectivas unidades SI
- Análise documental sobre a composição química de soluções em diferentes estados físicos (por exemplo: ar, ligas metálicas, água oxigenada, ácido sulfúrico comercial, etanol comercial)

1.3. Radiação e estrutura atómica

- Observação de descargas em tubos de gases rarefeitos utilizando óculos especiais de observação
- Comparação dos espectros de absorção e de emissão, do mesmo elemento
- Análise dos espectros obtidos com lâmpadas de incandescência, lâmpadas fluorescentes e lâmpada de sódio do polarímetro (no momento da ligação e após aquecimento), utilizando o espectroscópio de bolso
- Pesquisa documental sobre modelos atómicos e sua evolução

1.4. Interação radiação-matéria – o ozono na estratosfera

- Observação de fontes de luz diversas: lâmpada solar, lâmpada de UV e lâmpada de IV, usando óculos de protecção.
- Comparação dos efeitos de irradiação de objectos com diferentes fontes luminosas (por exemplo, minerais, roupa branca, notas de banco, detergente em pó)

- Observação do efeito de filtros de vidro e de perspex sobre a radiação UV.
- Observação do efeito protector da radiação UV por um creme solar
- Comparação do efeito de filtros mecânicos e filtros químicos (o caso do ozono) sobre radiações
- Análise de documentos relativos a problemas detectados sobre o ozono na atmosfera
- Sistematização de informação sobre consequências da rarefacção do ozono na estratosfera
- Interpretação de recomendações internacionais para a preservação do ozono na estratosfera

1.5. Moléculas na troposfera - espécies maioritárias (N₂, O₂, H₂O, CO₂) e espécies vestigiais (H₂, CH₄, NH₃)

- Construção de modelos moleculares com equipamento comercial (caixas de modelos), material improvisado ou utilizando modelos computacionais (em articulação com a matemática)
- Análise de tabelas de comprimentos, energias e ângulos de ligação correlacionando os dados com algumas geometrias moleculares

Actividades práctico-laboratoriais

AL 1.1 – Solução e diluição (factor de diluição)

1 aula

Como se pode diminuir o impacto ambiental de um efluente industrial corado?

Com esta actividade laboratorial pretende-se que o aluno prepare soluções, utilizando equipamento adequado à medição de massas e de volumes e à transferência de sólidos e de líquidos.

Objecto de Ensino

- **Solução e sua diluição**
 - Solute (disperso) e solvente (dispersante)
 - Concentração e concentração mássica
 - Diluição

Objectivos da Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar o objectivo do trabalho práctico
- Pesquisar informação
- Planificar a actividade laboratorial;
- Explicitar as etapas e procedimento necessárias à preparação de uma solução tanto a partir de um soluto sólido como por diluição de outra solução;
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias;
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade;
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes e de massas, à transferência de sólidos e de líquido, à dissolução, à diluição e à colometria;
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa;
- Preparar, experimentalmente, soluções.
- Preparar soluções mais diluídas a partir da solução inicial, aplicando factores de diluição determinados
- Proceder à recuperação ou eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as normas de segurança

Sugestões metodológicas

1. Preparação de $50,0 \text{ cm}^3$ de uma solução $0,030 \text{ mol/dm}^3$ a partir do soluto sólido, por exemplo, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
2. Preparação de soluções diluídas a partir da solução anterior, por exemplo com factores de diluição 2; 2,5, 3 e 4

3. Utilizar o colorímetro, depois de seleccionado o comprimento de onda adequado, para realizar leituras de transmitâncias (ou absorvências) para cada uma das soluções e esboçar o gráfico de concentração em função da transmitância (ou absorvência).
4. Analisar o gráfico obtido relacionando as tonalidades das diferentes com as respectivas transmitâncias (absorvências)
5. Comparar as diferentes tonalidades obtidas para as diferentes soluções com as respectivas concentrações

Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Quantidades
Balão volumétrico de 50,0 mL	4
Funil de vidro	4
Vareta de vidro	4
Gobelé de 150 mL	4
Gobelé de 50 mL	8
Proveta de 10 mL	2
Vidro de relógio	4
Espátula	4
Balança semi-analítica automática	1
Esguicho para água destilada	4
Frascos para armazenamento da solução	4

Reagentes

$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$; água destilada

Sugestão para avaliação

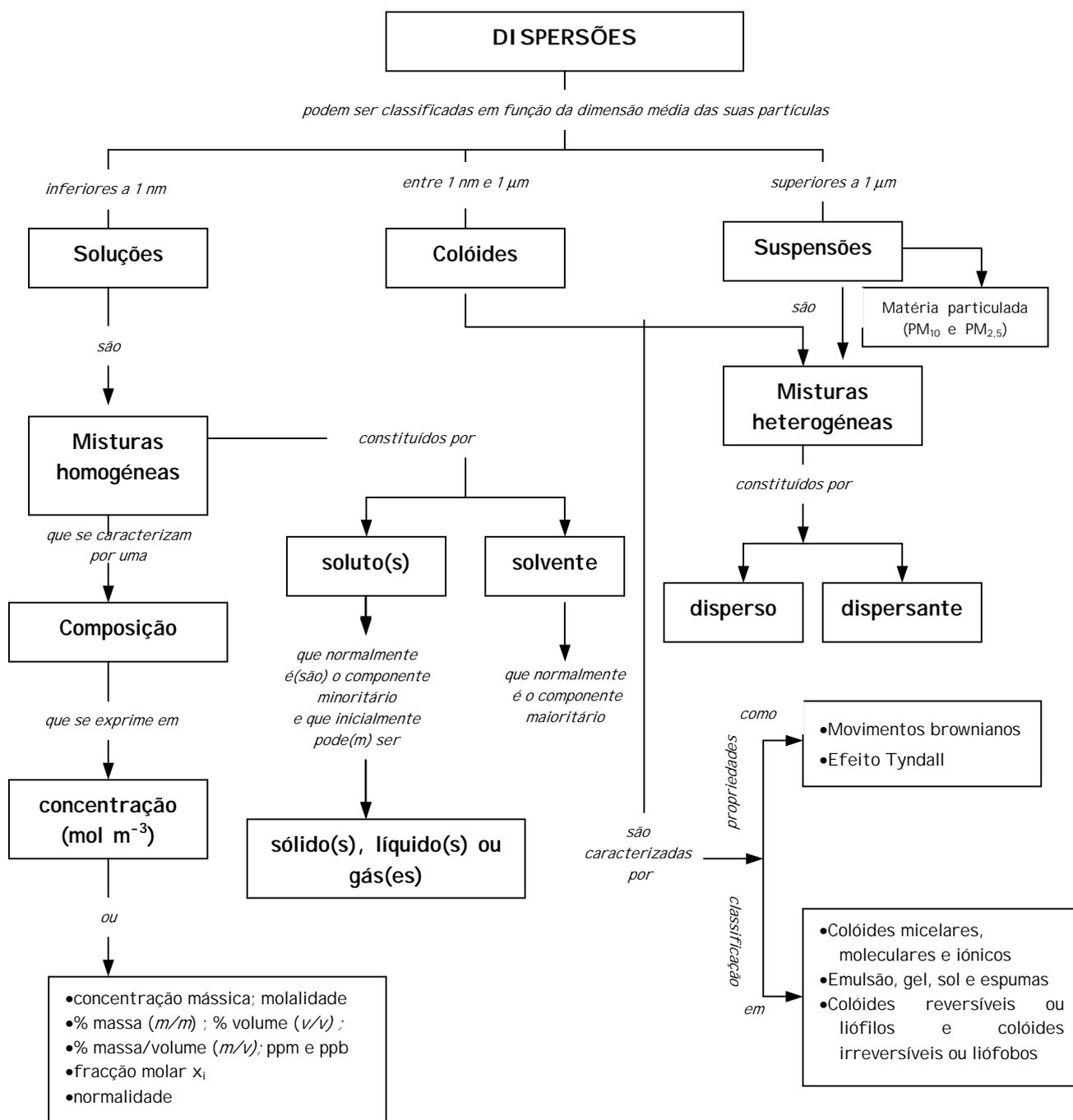
Cada grupo deverá apresentar, por escrito, os cálculos numéricos que fundamentam as etapas seguidas na preparação das soluções.

AL 1.2 – Colóides e suas propriedades

1 aula

Como distinguir soluções de colóides?

Com este conjunto de trabalhos laboratoriais pretende-se que o aluno saiba distinguir uma solução de um colóide e observar propriedades características dos colóides.



Objecto de Ensino

- Colóides e suas propriedades
 - Preparação de colóides
 - Propriedades dos colóides

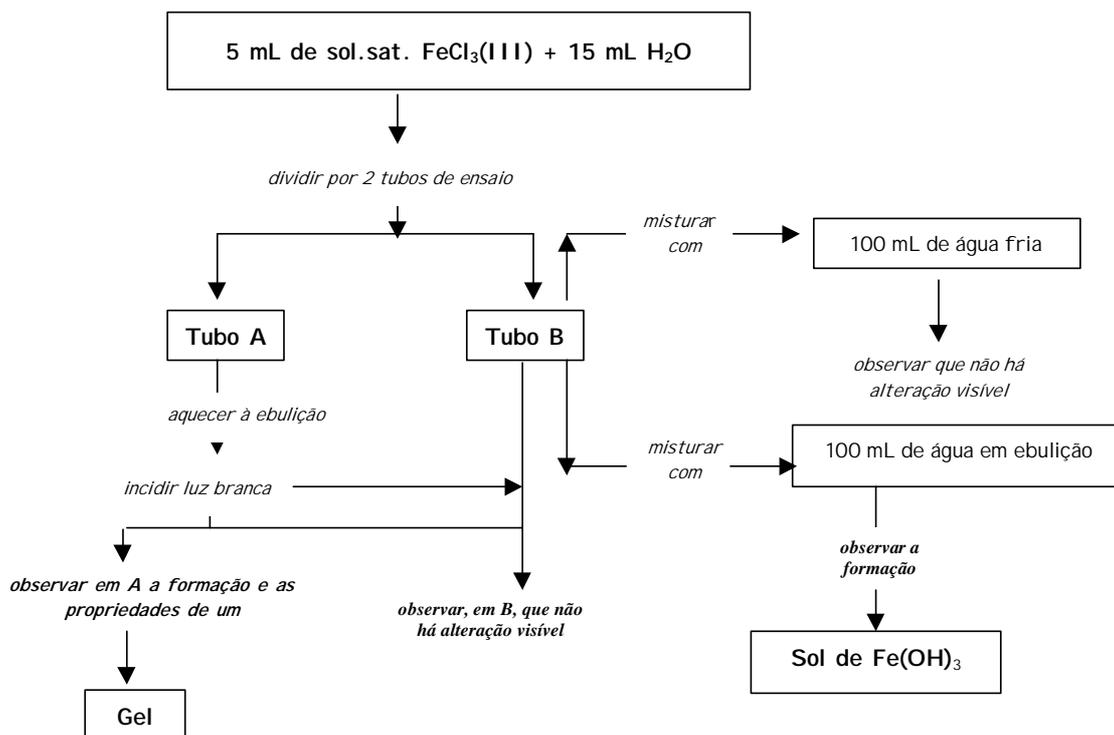
Objectivos da Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar o objectivo do trabalho prático
- Pesquisar informação
- Planificar a actividade laboratorial
- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental e a manipulação do equipamento e material tem regras próprias
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes à medição de volumes e de massas, à transferência de sólidos e líquido
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Preparar, experimentalmente, um colóide
- Interpretar o comportamento de soluções e de colóides face à incidência de luz branca
- Proceder à recuperação ou eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as normas de segurança

Sugestões metodológicas

Sugere-se a preparação de uma dispersão coloidal de ferro(III) a partir de uma solução saturada de cloreto de ferro(III):



Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Quantidades
Tubos de ensaio	12
Fonte de luz branca	1
Bico de Bunsen	4
Gobelé de 50 mL	8
Proveta de 10 mL	2
Esguicho para água destilada	4

Reagentes

Solução saturada de cloreto de ferro(III) e água

Sugestão para avaliação

- Organização de uma tabela com o registo das observações efectuadas para os tubos A e B da experiência;
- Organização de uma tabela com as características e propriedades de um sol e de um gel, utilizando exemplos do quotidiano.

AL1.3 - Análise elementar por via seca**1 aula**

A que será devida a cor do fogo de artifício?

Sais da mesma cor darão cor idêntica a uma chama?

Para responder a estas questões o aluno terá de relacionar conceitos teóricos da estrutura da matéria com os comportamentos das substâncias.

Para além da discussão sobre as limitações do teste de chama na análise qualitativa dos elementos nos sais respectivos, esta actividade proporciona a oportunidade de se observar espectros atómicos descontínuos e estabelecer a sua relação com a quantificação da energia dos electrões nos átomos.

Objecto de Ensino

- Análise química qualitativa - Análise elementar por via seca (Teste de chama)

Objectivos de Aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Interpretar a análise química qualitativa como um meio de reconhecimento da presença ou não de uma ou mais espécies químicas na amostra em questão
- Relacionar o método de análise espectral com a composição química qualitativa de uma dada substância
- Identificar a presença de um dado elemento numa amostra, através da coloração exibida por uma chama quando nela se coloca essa amostra
- Interpretar espectros atómicos simples recorrendo a fundamentos do modelo da distribuição electrónica dos átomos
- Explicitar as limitações do uso do teste de chama na análise elemental em termos da natureza dos elementos presentes na amostra e da temperatura da chama
- Relacionar os resultados do teste de chama com aquilo que se passa quando se queima fogo de artifício
- Relacionar o fenómeno das auroras boreais com a possível colisão de moléculas existentes no ar com partículas carregadas electricamente emitidas pelo Sol e que se deslocam com velocidade elevada

Sugestões metodológicas

Como motivação para a aula prática sugere-se:

- Simulação de fogo de artifício, executada pelo professor, por adição de uma mistura dos sais em estudo, à chama resultante da inflamação de algodão embebido em etanol num cadinho de porcelana
- Pesquisa documental em livros, revistas, Internet, ..., sobre o fenómeno da aurora boreal

Nesta actividade propõe-se aos alunos que, em grupos de trabalho, façam a:

- Análise de amostras de sais não identificadas, com vista a determinar elementos químicos nelas presentes (ver lista de sais propostos):
- Observação de espectros atómicos diversos, obtidos a partir de espectros de chama.

Esta AL requer cuidados de segurança especiais, em particular do bico de Bunsen. Será, pois, conveniente que o professor ilustre o modo de proceder e acompanhe de perto os alunos durante a execução.

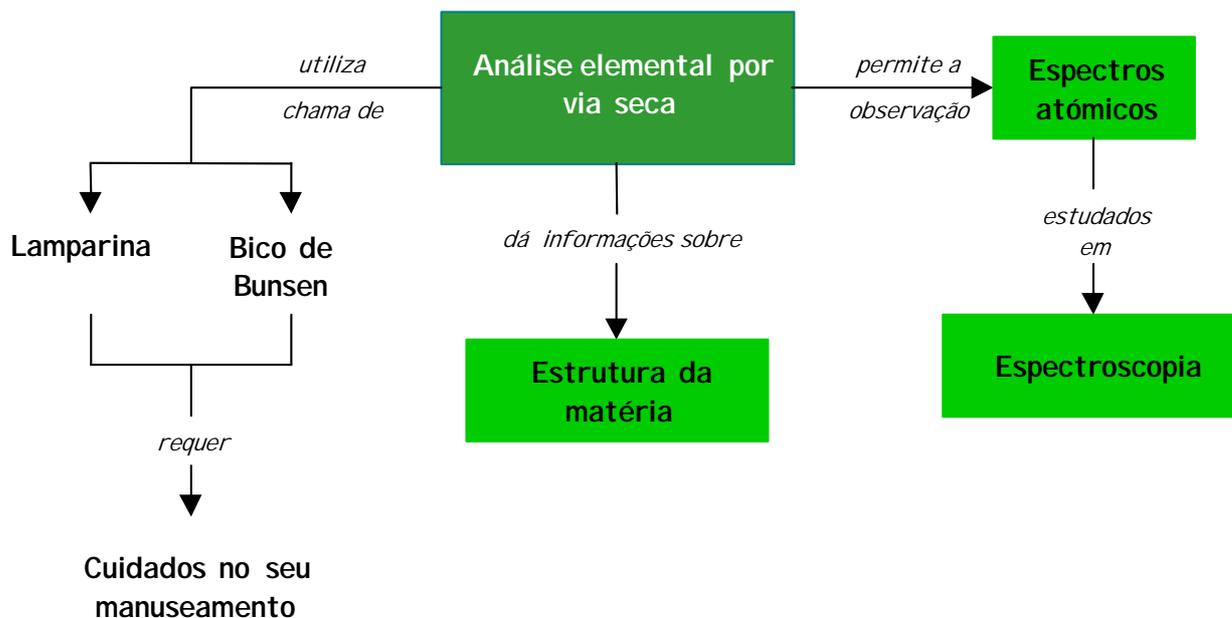
Caso não se utilize uma ansa de Cr/Ni, deve usar-se o ácido clorídrico para limpeza do anel. Os sais e respectivo anel podem rodar entre os grupos. Deste modo eliminam-se os riscos inerentes a manipulação do ácido concentrado. Os sais devem ter o grau Puro (P) ou Pró-Análise (PA).

Em alternativa aos bicos de Bunsen de bancada poder-se-á utilizar bicos de Bunsen adaptadas a mini-botijas de gás portáteis.

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

- *Quais as limitações do uso do teste de chama para o fim em vista?
- *Qual(ais) a(s) relação(ões) das cores da chama após a adição do sal e os espectros atómicos dos elementos respectivos?

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



Material, Equipamento e Reagentes por turno

Material e equipamento	Quantidades
Ansa de inoculação com anel níquel /crómio	1 por bancada
Bico de Bunsen	4
Cadinho ou cápsula de porcelana	12
Espátula	8
Espectroscópio de bolso	4
Vidro azul de cobalto 10x10 cm	4
Vidro de relógio de $\Phi = 80$ mm	24

Reagentes

Cloretos de: sódio, bário, cálcio, potássio, cobre(II), cobre(I), lítio, estrôncio

Etanol a 96% (V/V)

Ácido clorídrico concentrado para limpar os anéis

Sugestão para avaliação

Cada grupo deverá organizar uma tabela/quadro de registo das observações efectuadas, para cada amostra ensaiada (cor conferida à chama e tipo de espectro observado). Com base nas observações registadas e após a realização das pesquisas necessárias em fontes diversas, deverá concluir qual o elemento (catião) presente em cada amostra.

Gestão dos tempos lectivos

Objecto 1.1

→ 2 aulas

Objecto 1.2	→	3 aulas
Objecto 1.3	→	3 aulas
Objecto 1.4	→	4 aulas
Objecto 1.5	→	3 aulas
Actividade laboratorial 1.1	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.2	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.3	→	1 aula

3.2. Componente de Física

O programa do 10º ano desenvolve-se em torno da compreensão da Lei da Conservação da Energia, permitindo o enquadramento de diversos conceitos (de áreas como Termodinâmica, Mecânica e Electricidade) numa perspectiva de aplicação tecnológica e educação ambiental. Organiza-se, assim, em torno de duas ideias fundamentais – a conservação e a degradação da energia. Pouco perceptível na observação de fenómenos reais, a conservação da energia torna-se patente se, em primeiro lugar, for evidenciada a inevitável degradação. É, pois, por este segundo conceito estruturante que se prevê iniciar o estudo. O cálculo de rendimentos e a realização de balanços energéticos constituem meios de concretizar estes conceitos, demasiado abstractos, nesta fase da aprendizagem da Física.

Em todas as unidades procurou-se também dar algum realce às propriedades dos materiais, área dominante nos dias de hoje.

Das 33 aulas previstas para a componente de Física, fez-se uma programação apenas para 22, de modo a que o professor possa gerir as 11 aulas restantes de acordo com as necessidades dos alunos e eventuais condicionamentos.

O uso de calculadoras gráficas nas actividades de sala de aula, nomeadamente no traçado e interpretação de gráficos permite mudar a ênfase do ensino dos processos de resolução de exercícios para o significado e análise crítica dos resultados. O professor não deverá, pois, ficar preocupado pela eventual incorporação de expressões na memória das calculadoras dos alunos. Estas constituirão um formulário a que o aluno deve recorrer, privilegiando-se uma avaliação dirigida não para a memorização, mas para a compreensão e capacidades.

Dado o carácter tecnológico dos cursos a que se destina esta disciplina, dever-se-á, sempre que possível, iniciar os diferentes assuntos pela realização das actividades laboratoriais respectivas.

A planificação prévia das actividades laboratoriais deve ser realizada na aula anterior à sua execução em laboratório, de modo a que os trabalhos em grupo possam decorrer com o ritmo adequado ao desenvolvimento de capacidades que se pretende. Pela importância que reveste a comunicação e discussão dos resultados obtidos pelos vários grupos depois da conclusão do trabalho laboratorial, sugere-se que estas tenham lugar na própria aula ou no início da seguinte.

Para cada uma das actividades de laboratório:

- estão definidos o objecto de ensino e objectivos de aprendizagem que se integram no programa base, concretizando a vertente experimental da aprendizagem que se pretende privilegiar.
- está especificado o equipamento base a utilizar por turno (quatro grupos), embora muitas das experiências possam ser realizadas com equipamento alternativo, nomeadamente sensores e *interfaces* ligados a computadores ou a calculadoras gráficas, de acordo com as disponibilidades das escolas.
- é proposta, a título de exemplo, uma questão problema cuja resolução deve implicar atitudes de reflexão e questionamento, promovendo uma articulação entre o conhecimento conceptual e prático, através do estabelecimento de relações entre as actividades desenvolvidas e os fenómenos do quotidiano. O professor poderá escolher outros exemplos mais de acordo com os interesses e necessidades dos seus alunos.
- apresentam-se tópicos para o desenvolvimento da actividade, destinadas a orientar o professor na preparação dos trabalhos a desenvolver pelos alunos num contexto de investigação dirigida, não se advogando a execução sujeita a protocolos rígidos.

- apresentam-se sugestões de avaliação que o professor deverá adaptar às suas aulas, sem prejuízo de outras formas de avaliação da actividade laboratorial. Estas sugestões pretendem diversificar o modo de apresentação dos resultados.
- As actividades desenvolvem-se em continuidade e articulação com a parte prática de Química, onde os alunos foram sensibilizados para o erro inerente à medição, suas causas, assim como aos procedimentos a adoptar com o fim de o minimizar e ainda para o significado dos algarismos significativos. Os alunos devem, portanto, continuar a ter em conta estes aspectos em todas as actividades. Terão oportunidade de, aos poucos, aprofundarem os conhecimentos sobre erros experimentais.

Pretende-se que este estudo seja gradual e surja sempre associado a uma actividade experimental em que a determinação dos erros (incertezas) não perturbe a essência das interpretações físicas dos problemas abordados. Deste modo recomenda-se que em todas as actividades os alunos tenham em atenção o alcance e a sensibilidade dos instrumentos de medida, indiquem a incerteza associada à escala utilizada no instrumento e usem correctamente os algarismos significativos. Nas medições directas feitas à custa de uma única medição o resultado da medida deve vir afectado da incerteza associada à escala do instrumento de medida (incerteza absoluta de leitura). Sempre que possível, a medição directa deve ser feita a partir de uma série de medições. Na impossibilidade de se fazer um estudo estatístico, dado o número reduzido de ensaios, o aluno deve proceder do seguinte modo:

- determinar o valor mais provável da grandeza a medir (média aritmética dos valores das medições);
- determinar a incerteza absoluta de leitura;
- determinar a incerteza absoluta de observação;
- tomar para incerteza absoluta a maior das incertezas anteriores (de leitura e de observação);
- expressar o resultado da medição directa em função do valor mais provável e da incerteza absoluta;
- determinar a incerteza relativa (desvio percentual) em relação à média.

No final do 10º ano, o aluno deverá estar familiarizado com o cálculo da incerteza absoluta de medições directas e para o facto de a precisão na medida ser mais intuitiva quando se exprime a incerteza em forma de erro relativo. Deve saber determinar o erro relativo (desvio percentual) de qualquer medida que possa ser comparada com valores tabelados ou teoricamente previsíveis. É importante que o aluno fique sensibilizado para o facto de a incerteza na medição se transmitir às medições indirectas, não se exigindo, no entanto, que efectue o respectivo cálculo.

Apresenta-se, no quadro seguinte, uma súmula das competências dos tipos processual (A) e conceptual (B) que cada actividade permite desenvolver, referidas na página 7, numeradas pela ordem em que aí se indicam. Não se especificam as competências do tipo social, atitudinal e axiológico por serem transversais a todas as actividades.

Compe- tências		ACTIVIDADES					
		I	1	2	3	4	5
A	1					x	
	2	x	x	x	x	x	x
	3	x		x		x	x
	4	x		x	x		x
	5	x	x	x	x	x	x
	6			x	x		x
	7		x	x	x	x	x
B	1					x	
	2		x		x	x	x
	3	x		x	x		
	4				x		
	5						
	6	x		x		x	
	7		x	x			
	8	x	x	x	x	x	x

MÓDULO INICIAL – Das fontes de energia ao utilizador

Introdução

Este módulo tem como finalidade permitir a sistematização e consolidação de conhecimentos e competências essenciais previstos nos programas do 3º ciclo do Ensino Básico. Assim, serão tratadas as aprendizagens prévias necessárias ao estudo que será feito neste ano. Pretende-se, ainda, aprofundar alguns conceitos já antes abordados.

O módulo está previsto para cinco aulas (7 h 30 min), sendo uma das aulas de índole laboratorial (AL I).

Tendo em conta os objectivos gerais e específicos do módulo e o tempo proposto para a sua realização, não se prevêem trabalhos de recolha de informação pelo aluno, recomendando-se especial cuidado no material a seleccionar pelo professor para a concretização das actividades previstas, privilegiando áreas de interesse dos respectivos cursos. Estas, bem como a experiência que se propõe para realização no laboratório, deverão permitir, além do desenvolvimento de capacidades científicas dos alunos, a consolidação das aprendizagens que a seguir se especificam (ver Objectos de Ensino e Objectivos de Aprendizagem), bem como o aprofundamento dos conceitos de calor, temperatura e energia interna que serão aplicados na Unidade 1.

Objecto de ensino

1. Situação energética mundial e degradação da energia

Fontes de energia e estimativas de “consumos” energéticos nas principais actividades humanas

Transferências e transformações de energia
Degradação de energia. Rendimento
Uso racional das fontes de energia

2. Conservação da energia

Sistema, fronteira e vizinhança. Sistema isolado
Energia mecânica
Energia interna. Temperatura
Calor, trabalho e potência
Lei da Conservação da Energia. Balanços energéticos

Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permitirá ao aluno saber:

1. Situação energética mundial e degradação da energia (1 aula)

Analisar e comparar dados relativos a estimativas de “consumo” energético nas principais actividades humanas e reconhecer a necessidade de utilização de energias renováveis

Indicar vantagens e inconvenientes da utilização de energias renováveis e não renováveis

Associar a qualquer processo de transferência ou de transformação de energia um rendimento sempre inferior a 100% (degradação de energia)

Identificar factores que contribuem para o uso racional das fontes de energia: aproveitamento de subprodutos, reciclagem, reutilização e redução do consumo (redução da poluição)

2. Conservação da energia

(3 aulas)

- Identificar em processos de transferências e transformações de energia, o sistema, as fronteiras e as vizinhanças
- Caracterizar um sistema isolado como aquele cujas fronteiras não permitem trocas de energia com as vizinhanças ou em que estas não são significativas
- Identificar a energia cinética como a energia associada ao movimento
- Identificar a energia potencial como a energia resultante de interacções
- Identificar energia mecânica de um sistema como a soma das respectivas energias cinética e potencial
- Caracterizar a energia interna como propriedade de um sistema, resultante das diferentes acções entre os seus constituintes e dos seus respectivos movimentos
- Identificar trabalho e calor como quantidades de energia transferida entre sistemas
- Distinguir calor, trabalho e potência e explicitar os valores destas grandezas anteriores em unidades SI
- Identificar transferências de energia como trabalho, calor e radiação
Interpretar o significado físico de conservação de uma grandeza
Interpretar fisicamente a Lei da Conservação da Energia
Aplicar a Lei da Conservação da Energia a situações do dia a dia, efectuando balanços energéticos

Actividades práticas de sala de aula

1. Situação energética mundial e degradação da energia

- Discussão de informações (textos que incluam tabelas e gráficos) contendo dados técnicos e de opinião sobre diferentes consumos energéticos em várias actividades humanas, rendimentos de diferentes processos e uso de fontes de energia, com a finalidade de o aluno fazer uma análise crítica com bases científicas sobre problemáticas energéticas e utilização racional da energia.
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - compreender globalmente o texto
 - identificar termos desconhecidos e procurar o seu significado
 - reconhecer ideias chave
 - estabelecer relações entre as diferentes afirmações
 - identificar o fio condutor do texto
 - seleccionar informação, distinguindo o essencial do acessório
 - resumir o texto por palavras suas
 - interpretar gráficos correspondentes a situações reais
 - retirar informação essencial de gráficos
 - identificar as escalas utilizadas
 - identificar flutuações dos valores registados e concluir se são ou não significativas
 - descrever por palavras suas a situação expressa no gráfico

Sugere-se que, para ampliar estas aprendizagens, se promova o desenvolvimento de projectos* (extra-aula) em que os alunos possam aplicar ao seu meio envolvente (escola) os conhecimentos adquiridos, tomando decisões sobre o uso racional de energia.

2. Conservação da Energia

- Observação e interpretação de transferências e transformações de energia, usando diferentes tipos de materiais (conjuntos laboratoriais, brinquedos e pequenos electrodomésticos).
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - interpretar as transferências e transformações de energia observadas com base na Lei da Conservação de Energia. Caracterizá-las em termos de calor, radiação e trabalho.

Actividade práctico-laboratorial

AI I – Rendimento no aquecimento

(1 aula)

Questão problema

Quais os factores que condicionam o rendimento no aquecimento de água num termoacumulador?

Pretende-se com esta actividade que o aluno reveja os seus conhecimentos sobre calor, temperatura, energia interna, potência, energia fornecida por um circuito eléctrico e rendimento num processo de aquecimento.

Na discussão preliminar do trabalho, entre o professor e os alunos, é importante que estes explicitem as grandezas a medir e a controlar em cada ensaio, de modo a poderem confrontar os rendimentos obtidos quando utilizam massas de água e intervalos de tempo de aquecimento diferentes.

Os alunos deverão:

- prever as alterações nas variações de energia interna e temperatura da água, quando se fornece a mesma quantidade de energia a diferentes massas de água;
- montar um circuito eléctrico com uma resistência mergulhada em água de modo a determinar o rendimento neste processo de aquecimento;
- explicitar a sensibilidade de cada instrumento de medida e as incertezas absolutas de leitura.

Objecto de ensino

Calor, temperatura e energia interna

Quantidade de energia necessária para fazer variar a temperatura de um corpo

Circuito eléctrico

Potência fornecida ($P = UI$); energia fornecida ($E = P \Delta t$)

- Rendimento

* Sugere-se a consulta dos endereços:

<http://www.ase.org/grenschoools/updates/update14.html>

<http://www.teenpower.net/demo/contact.html>

<http://www.energy.ca.gov/education/index.html>

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Distinguir calor, temperatura e energia interna
- Determinar a quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura de uma certa massa de uma substância
- Identificar os elementos constituintes de um circuito eléctrico e efectuar a sua montagem
- Associar a cada elemento do circuito eléctrico a respectiva função
- Determinar a potência fornecida por uma resistência eléctrica
- Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos, identificando as parcelas que correspondem à energia útil e à energia dissipada no processo
- Determinar o rendimento do processo
- Interpretar a influência de alguns factores (isolamento do reservatório e tubagem de saída, calcificação da resistência) no rendimento do termoacumulador

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A3, A4, A5

B3, B6, B8

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Fonte de alimentação	4
Termómetro ou sensor de temperatura	4
Voltímetro	4
Interruptor	4
Gobelé com água	4
Resistência de aquecimento	4
Amperímetro	4
Cronómetro	4
Agitador	4
Balança	1
Fios de ligação e crocodilos	

Sugestões para avaliação

- Apresentar:
 - uma tabela de registos de dados e os cálculos numéricos que justificam o valor do rendimento calculado;
 - a interpretação do valor obtido para o rendimento;
 - a resposta à questão problema colocada na actividade;
 - algumas ideias para a utilização racional de energia no uso de água quente;
 - resposta fundamentada à seguinte questão: *Dois termoacumuladores com água a 50°C, um com capacidade 50 l e outro 100 l, possuem a mesma energia interna?*

UNIDADE 1 – Energia no quotidiano

Introdução

Esta unidade tem como objectivo central a compreensão de que os fenómenos que ocorrem na Natureza obedecem a duas leis gerais - a 1ª e a 2ª leis da Termodinâmica - que, em conjunto, regem a evolução do Universo: o modo como as mudanças se processam é condicionado por uma característica sempre presente - a conservação da energia em sistemas isolados.

Propõe-se o contexto global de fenómenos de produção e utilização de energia no quotidiano, concretizando com algumas aplicações de carácter tecnológico:

- funcionamento de alguns equipamentos de uso geral no aquecimento, bem como comportamentos e características termodinâmicas de alguns materiais;
- transferências de energia como calor, com particular realce para o funcionamento de máquinas térmicas e frigoríficas e respectivos rendimentos;
- transferências de energia como trabalho, e o papel das forças dissipativas na diminuição do rendimento das máquinas.

A 2ª lei da Termodinâmica surgirá operacionalmente por meio de cálculos de rendimentos e interpretação de situações em que é patente a degradação de energia. A ênfase deve ser colocada no facto de, tal como nos casos analisados, em qualquer processo natural, a quantidade de energia útil ser inferior à quantidade de energia que lhe deu origem. Este facto evidencia a irreversibilidade dos processos que ocorrem espontaneamente na Natureza. Embora se mantenha constante a quantidade total de energia do Universo, este evolui num determinado sentido - o caminho da sempre inevitável degradação.

Perseguindo sempre estes objectivos gerais, a unidade está organizada em dois subtemas.

No primeiro, pretende-se que os alunos se apercebam da extrema importância da utilização de energia solar na sociedade actual, cada vez mais dominada pela tecnologia. Para ilustrar as diferentes formas de utilizar a energia solar propõe-se o estudo de colectores solares (para o aquecimento) e de painéis fotovoltaicos (para produzir energia eléctrica). Com o intuito de salientar as diferenças entre estes dois processos propõe-se uma actividade laboratorial para estudo da produção de energia eléctrica a partir da radiação solar.

O uso do colector solar serve também para estudar algumas propriedades termodinâmicas dos materiais, bem como os mecanismos de condução e convecção de calor. Apenas se pretende que o aluno seja capaz de distinguir, de forma operacional, estes dois mecanismos. A comparação entre bons e maus condutores de calor permitirá explorar a importância dos materiais utilizados como isolantes térmicos.

Os alunos deverão compreender a noção de equilíbrio térmico e as implicações da lei Zero da Termodinâmica. Em particular, relaciona-se o poder de emissão e de absorção de radiação com a natureza das superfícies e revestimentos e pretende-se que os alunos compreendam que, numa situação de equilíbrio térmico, são iguais as taxas de emissão e de absorção de radiação dos corpos em presença.

No segundo subtema, o funcionamento de máquinas térmicas e frigoríficas, serve de contexto ao estudo de transferências e transformações de energia, permitindo ilustrar a Lei da Conservação da Energia - 1ª Lei da Termodinâmica ($\Delta E_i = W + Q + R$) - e, através da determinação dos respectivos rendimentos e eficiências, a interpretação física da 2ª Lei da Termodinâmica.

Pretende-se ainda que os alunos aprofundem o seu conhecimento sobre o significado físico de capacidade térmica mássica (com uma actividade laboratorial). Os cálculos de variação de

energia interna serão feitos tendo em conta esta característica das substâncias, em situações em que a variação de volume é desprezável ($\Delta E_i = mc\Delta\theta$).

Quanto a transferências de energia como trabalho, deverão ser dados exemplos, (expansão/compressão de um gás, extensão de um fio), fornecendo valores numéricos das quantidades de energia transferida, mas não se fará o respectivo cálculo.

O estudo do funcionamento de aparelhos de ar condicionado permitirá consolidar estes saberes.

Pretende-se, ainda, atingir os objectivos gerais da Unidade – conservação e degradação de energia - em sistemas puramente mecânicos. O funcionamento de um elevador constituirá o suporte do estudo de transferências de energia como trabalho e respectivo cálculo, bem como de energia potencial gravítica.

Deverá ser chamada a atenção para as condições de validade da representação de sistemas complexos pelo respectivo centro de massa (modelo da partícula ou ponto material). O centro de massa deverá ser apenas descrito como um ponto especial representativo do sistema nas condições referidas - um ponto que se desloca como se possuísse massa igual à do sistema e como se a resultante das forças que actuam no sistema nele estivesse aplicada.

O aluno deverá ser capaz de reconhecer que, usando este modelo, não é possível estudar contribuições correspondentes a variações de energia interna (aquecimento, deformações) quando faz balanços energéticos. Estudará quantidades de energia transferida como trabalho (apenas realizado por forças constantes e actuando na direcção do movimento), privilegiando-se a interpretação de situações em que se evidencie como deverá actuar uma força de modo a contribuir para uma maior eficiência na transferência de energia, ou, perante as forças a que uma partícula está sujeito, em que sentido irão ocorrer as transferências de energia. Pretende-se, com esta abordagem, que não se enfatizem cálculos de trabalho, reduzindo-os a simples aplicações numéricas, sem a devida exploração física do respectivo significado no que diz respeito ao objectivo central deste estudo.

Estudando situações de realização de trabalho pela força gravítica em deslocamentos diversos, é possível chegar ao cálculo de variações de energia potencial gravítica (conceito já estudado no Ensino Básico).

Na aplicação destas noções ao movimento em rampas (planos inclinados), não se pretende que o aluno trabalhe considerações geométricas e relações trigonométricas para as quais ainda tem alguma dificuldade e que serão retomadas, mais tarde, na disciplina de Matemática (só no 11º ano os alunos aprenderão nesta disciplina a relação entre as funções trigonométricas de ângulos complementares). Privilegiando-se a interpretação física, deve recorrer-se à aprendizagem da relação entre o trabalho realizado pela força gravítica com a correspondente variação da energia potencial (afinal, decorrente da própria definição de energia potencial). Deve, pois, usar-se para o cálculo do trabalho realizado pelo peso de um corpo no seu deslocamento ao longo de rampas, a sua relação com a respectiva variação de energia potencial gravítica

A determinação do trabalho realizado por forças de atrito permitirá estudar variações de energia mecânica e explorar o papel das forças dissipativas.

Nesta unidade, pretende-se ainda, a partir das características dos materiais de que são feitas as bolas utilizadas em diferentes modalidades desportivas, bem como dos materiais usados em revestimento de superfícies, que os alunos compreendam a importância das propriedades físicas dos materiais para o fim a que se destinam.

A unidade está prevista para 17 aulas de noventa minutos, incluindo 5 actividades laboratoriais (AL1, AL2, AL3, AL4 e AL5).

Objecto de ensino

1. Utilizando a energia solar: colector solar e painel fotovoltaico*

Sistema termodinâmico
Emissão e absorção de radiação.
Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica
Mecanismos de transferência de calor: condução e convecção
Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica

2. Transferindo energia: máquinas e movimento

Máquinas térmicas e máquinas frigoríficas
Transferências de energia em mudanças de estado físico
Expansão e compressão de um fluido: efeitos térmicos
1ª Lei da Termodinâmica
Degradação da energia
Acção de forças dissipativas
Rendimento. 2ª Lei da Termodinâmica
Sistema de ar condicionado
Sistema mecânico. Modelo da partícula material
Trabalho realizado pelo peso – variação de energia potencial gravítica
Variação da energia mecânica

Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permitirá ao aluno saber:

1. Utilizando a energia solar: colector solar e painel fotovoltaico

- Reconhecer que a interacção da radiação com diferentes materiais pode originar fenómenos diferentes (aquecimento no colector solar e transformação de energia eléctrica num painel fotovoltaico)
- Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna
- Indicar que todos os corpos emitem e absorvem energia na forma de radiação electromagnética
 - Identificar situações de equilíbrio térmico
 - Explicitar o significado da Lei Zero da Termodinâmica
 - Explicar que, quando um sistema está em equilíbrio térmico com as suas vizinhanças, as respectivas taxas de absorção e de emissão de radiação são iguais
 - Distinguir os mecanismos de condução e convecção
 - Relacionar condutividade térmica de um material com a taxa de transmissão de calor
 - Distinguir materiais bons e maus condutores do calor com base em valores tabelados de condutividade térmica

* Estudo realizado em actividade laboratorial

2. Transferindo energia: máquinas e movimento

- Interpretar situações em que a variação de energia interna se faz à custa de trabalho e de calor:

Explicar, com base num diagrama, os princípios de funcionamento de uma máquina térmica e de uma máquina frigorífica

Identificar as transferências de energia em mudanças de estado físico

Identificar os efeitos térmicos num fluido quando sujeito a uma compressão ou expansão

Identificar as fases de funcionamento da máquina em que as variações de energia interna se fazem à custa de calor ou de trabalho

Reconhecer que as máquinas térmicas e frigoríficas funcionam ciclicamente

Interpretar a 1ª Lei da Termodinâmica* a partir da Lei Geral da Conservação da Energia

Calcular o rendimento máximo de máquinas térmicas e a eficiência máxima de máquinas frigoríficas a partir das quantidades de energia transferidas

Identificar as forças de atrito como forças dissipativas (degradação de energia)

Indicar o efeito de forças dissipativas no rendimento de uma máquina térmica e na eficiência de uma máquina frigorífica

Explicar, com base num diagrama, os princípios de funcionamento de um sistema de ar condicionado.

- Interpretar situações em que a variação de energia mecânica se faz à custa de trabalho:

Reconhecer que, no modelo do centro de massa, a acção das forças dissipativas se traduz apenas numa diminuição de energia mecânica

Indicar as condições para que a acção de uma força contribua para um aumento ou diminuição de energia do centro de massa do sistema em que actua

Calcular o trabalho realizado por uma força constante na direcção do movimento

Relacionar o trabalho realizado pelo peso com a variação da energia potencial gravítica

- Indicar que o valor da energia potencial gravítica num ponto só é conhecido se for estabelecido um nível de referência

Relacionar o trabalho realizado pelas forças de atrito e resistência do ar com a variação de energia mecânica de um sistema

Calcular rendimentos em sistemas mecânicos

Relacionar a dissipação de energia com um rendimento de sistemas mecânicos inferior a 100%

Actividades práticas de sala de aula

1. Utilizando a energia solar

* Utilizar a convenção: valor da energia recebida pelo sistema (calor ou trabalho), positiva; valor da energia cedida pelo sistema (calor ou trabalho), negativa.

Observação de uma situação de equilíbrio térmico de um sistema exposto a radiação durante algum tempo (por exemplo, ar contido numa lata pintada de preto aquecida por uma lâmpada).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- distinguir as situações de aquecimento, equilíbrio térmico e arrefecimento do sistema
- interpretar a situação de equilíbrio térmico com as vizinhanças com base na igualdade das taxas de emissão e absorção da radiação

- Observação de situações em que o aumento de energia interna de um sistema se faça à custa de trabalho (ex: elevação de temperatura originada por agitação mecânica de um batedor eléctrico ou inversão brusca de um tubo contendo grãos de chumbo, de modo que estes caiam na vertical, um elevado número de vezes).

Interpretação de situações do dia a dia em que o aumento de energia interna do sistema se faça à custa de radiação (ex: utilização do forno microondas, de lâmpadas de infravermelho, de *LASER*).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

Prever os resultados das experiências a realizar

identificar o modo como se obteve o aumento de energia interna em cada sistema analisado

construir esquemas que traduzam o balanço energético nas situações observadas

fazer balanços energéticos em situações propostas pelos próprios alunos

- Observação de uma situação que diferencie os mecanismos de convecção e condução (ex: aquecimento directo da água contida em dois tubos de ensaio, um com um cubo de gelo no fundo e outro à superfície).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar o mecanismo dominante (condução ou convecção) em cada uma das situações

- Análise crítica de uma situação real (isolamento térmico de uma casa, sala de aula...).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

associar valores da condutibilidade térmica a bons e maus condutores do calor

fundamentar a análise crítica efectuada

- Análise de um esquema de um colector solar.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar os diferentes elementos e reconhecer as funções de cada um

- relacionar as propriedades físicas dos materiais utilizados com as funções que desempenham

- identificar os mecanismos de transferência de energia em cada elemento

- em relação ao elemento colector:

- indicar as funções de cada uma das partes

- interpretar o efeito dos diferentes materiais utilizados na cobertura e na placa absorvedora

- interpretar o equilíbrio térmico atingido

- explicar como se pode obter água aquecida a diferentes temperaturas máximas adequadas a diferentes fins (uso doméstico, piscinas...)

2. Transferindo energia: máquinas e movimento

Observação de situações que ajudem a compreender o funcionamento de uma máquina térmica e de uma máquina frigorífica: trocas de energia com o exterior como trabalho à custa da evaporação e condensação de um fluido; arrefecimento das vizinhanças próximas à custa da vaporização de um fluido.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar o sentido das trocas de energia entre o sistema e as vizinhanças durante as mudanças de estado e os respectivos efeitos

- Análise do esquema de funcionamento de uma máquina térmica e de uma máquina frigorífica.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- explicitar as finalidades de uma máquina térmica e de uma máquina frigorífica
- reconhecer que numa máquina térmica é impossível converter em trabalho toda a energia recebida como calor
- reconhecer que uma máquina frigorífica retire energia como calor de um sistema a temperatura mais alta para outro a temperatura mais baixa, sem que receba energia como trabalho
- identificar os locais onde há trocas de energia como trabalho e como calor entre o sistema e as vizinhanças em cada uma das máquinas
- calcular o rendimento de uma máquina térmica e a eficiência de uma máquina frigorífica

- Análise de um esquema de um sistema de ar condicionado

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar os sistemas em que há trocas de energia – fluido refrigerante e ar no interior e exterior do edifício;
- explicar as funções do compressor e válvula de expansão e os seus efeitos sobre o fluido;
- interpretar as trocas de energia associadas às mudanças de estado que ocorrem no fluido da serpentina no interior e exterior do edifício;
- interpretar as transferências de energia (calor e/ou trabalho) e as respectivas variações de energia interna em cada uma das serpentinas;
- interpretar um ciclo de funcionamento do sistema de ar condicionado no Inverno e no Verão, com base na 1ª Lei da Termodinâmica.

Resolução de exercícios e problemas em que se aplique a 1ª e a 2ª Leis da Termodinâmica, de acordo com as recomendações feitas na introdução a esta unidade.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- reproduzir por palavras suas a situação descrita no exercício/problema (utilizando, se necessário, esquemas, diagramas e gráficos)
- identificar a questão problemática
- identificar os dados existentes para a resolução do exercício/problema
- fazer o enquadramento teórico da situação
 - mencionar os conceitos e leis relacionados com a situação
 - traduzir analiticamente essas leis, aplicando-as à questão a resolver
 - ler expressões matemáticas
 - traduzir uma proposição por uma expressão matemática
- identificar dados não presentes mas necessários ou dados existentes não necessários, no caso da resolução de problemas

- planificar o procedimento da resolução
- analisar e criticar a solução (e discutir as diferentes soluções, se for caso disso)
 - justificar a selecção do resultado, no caso de haver mais do que um
 - comprovar as unidades do resultado
 - comprovar se os resultados são coerentes e compatíveis com a situação física
- propor outros caminhos para chegar à mesma solução
- analisar possíveis situações análogas
- propor outros exercícios de aplicação dos mesmos princípios teóricos

Análise de um texto com esquema de funcionamento de um elevador e comparação das situações em que uma pessoa se desloque de um piso para o outro, utilizando o elevador ou subindo as escadas.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de, para cada caso:

- interpretar as transferências/transformações de energia ocorridas;
- identificar a energia útil e energia degradada;
- identificar situações em que o atrito é útil ou prejudicial;
- identificar as condições para que se possa aplicar o modelo do centro de massa ao sistema.

Deslizar um carrinho* ao longo de uma calha (tipo "montanha russa).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

Prever se o carrinho consegue ou não atingir uma altura superior à de que partiu

Medir a altura de partida e a altura máxima atingida

Analisar se o efeito das forças dissipativas é significativo

Determinar o rendimento do processo

analisar uma situação problema do dia a dia, como por exemplo, *"Como é possível que, nas "montanhas russas" dos parques de diversões, se atinjam alturas superiores à altura da partida?"*

- Resolução de um problema por via experimental: *"Com o material disponível delinear e executar uma experiência que permita determinar o rendimento de um motor"*.

(material: motor, corpo, fio, régua ou fita métrica, fonte de alimentação, amperímetro, voltímetro e fios de ligação e cronómetro).

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

executar uma montagem que lhe permita medir as grandezas necessárias ao cálculo da potência fornecida ao motor e da potência que o motor utiliza para elevar um corpo de uma certa altura

fazer as medições necessárias e calcular as potências anteriormente definidas

calcular o rendimento do processo

- Resolução de exercícios e problemas que envolvam o cálculo de energias mecânicas e suas variações e de trabalho realizado por forças constantes com a direcção do movimento, discutindo o modo como estas devem actuar para que contribuam para aumento/diminuição da energia do sistema em que actuam.

O professor deverá ter em conta o que se refere na página 79 sobre a resolução de exercícios e problemas.

* Na impossibilidade de realização da experiência, analisar simulações em computador (ex: <http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/index.html>)

Actividades práctico-laboratoriais

AL 1 - Absorção e emissão de radiação

(1 aula)

Questões problema

Porque é que as casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco?

Porque é que a parte interna de uma garrafa-termo é espelhada?

Nesta actividade pretende-se que o aluno compare o poder de absorção de energia por radiação de superfícies diversas (uma superfície preta com uma superfície branca e uma superfície polida com uma superfície baça).

Os alunos deverão:

fazer incidir durante um certo intervalo de tempo, luz emitida por uma lâmpada de 100 W, sobre uma das faces de um cubo de Leslie* e medir a elevação de temperatura do ar contido no cubo. Proceder do mesmo modo para as outras faces, partindo das mesmas condições iniciais;

explicitar a sensibilidade de cada instrumento de medida e as incertezas absolutas de leitura.

Na discussão preliminar do trabalho, entre o professor e os alunos, é importante que se tomem decisões sobre o planeamento do modo de registo e organização dos resultados das medições e explicitem as condições de trabalho dos diferentes grupos de modo que os resultados sejam comparáveis.

Objecto de ensino

Emissão, absorção e reflexão de radiação
Equilíbrio térmico

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

Analisar transferências e transformações de energia em sistemas

Relacionar o poder de absorção de radiação com a natureza das superfícies

Reconhecer que a radiação incidente num corpo pode ser parcialmente absorvida, reflectida ou transmitida

Relacionar as taxas de emissão e de absorção da radiação de um corpo com a diferença entre a sua temperatura e a do ambiente que o rodeia

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A5, A7

B2, B7, B8

* O cubo de Leslie pode ser substituído por 4 reservatórios diferindo apenas nas características da superfície (branca e preta, de metal polido e baço). O traçado de gráficos de temperatura em função do tempo permite comparar as diferentes temperaturas de equilíbrio.

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Cubo de Leslie	4
Sensor de temperatura ou Termómetro (0° C a 50° C; 0,1°C)	4
Reservatório pintado de branco	4
Reservatório pintado de preto	4
Reservatório espelhado	4
Lâmpada de 100 W	4

Sugestões para avaliação

Apresentar o registo dos dados obtidos experimentalmente, a respectiva interpretação e conclusões.

Responder às questões formuladas inicialmente.

AL 2 - Energia eléctrica fornecida por um painel fotovoltaico**(1 aula)**

Questão problema

Pretende-se instalar painéis solares fotovoltaicos de modo a produzir a energia eléctrica necessária ao funcionamento de um conjunto de electrodomésticos. Como proceder para que o rendimento seja máximo?

Pretende-se com esta actividade que os alunos façam o estudo das condições de rendimento máximo de um painel fotovoltaico.

Os alunos deverão:

fazer a montagem de um circuito com um painel solar (associação de células fotovoltaicas), um amperímetro, um reóstato e, nos terminais deste, um voltímetro. A resistência variável simulará a resistência equivalente do conjunto de aparelhos ligados em simultâneo.

calcular a potência eléctrica (P) fornecida ao circuito para vários valores da resistência (R) e construir o gráfico $P=f(R)$, iluminando o painel com uma lâmpada fixa a uma certa distância.

concluir, a partir do gráfico construído, que o rendimento do painel é máximo para um determinado valor da resistência utilizada.

fazer o controlo de variáveis necessário para concluir sobre a potência eléctrica fornecida por um painel fotovoltaico nas seguintes situações:

- sem iluminação, com a iluminação normal do laboratório e com uma lâmpada extensa;
- com a iluminação da lâmpada para várias inclinações relativamente ao painel;
- interpondo filtros adequados.

Objecto de ensino

- Radiação solar na produção de energia eléctrica - Painel fotovoltaico
- Vantagens e desvantagens da produção de energia eléctrica através de painéis fotovoltaicos

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

Explicitar que a conversão fotovoltaica da energia solar consiste na transformação de energia radiante numa diferença de potencial entre os polos do painel fotovoltaico

Determinar a potência eléctrica fornecida por painel fotovoltaico

Identificar a existência de uma resistência exterior que optimiza o rendimento de um painel fotovoltaico

Explicar que, para maximizar o rendimento de um painel fotovoltaico, este deve estar orientado de forma a receber o máximo de radiação incidente (orientação a Sul e inclinação conveniente)

Explicar que, para dimensionar um sistema de conversão fotovoltaico, é necessário ter em consideração a potência média solar recebida por unidade de superfície terrestre, durante o dia (ou número médio de horas de luz solar por dia) e a potência a debitar

Identificar vantagens e desvantagens da produção de energia eléctrica a partir de painéis fotovoltaicos em comparação com outros processos de produção de energia eléctrica

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A3, A4, A5, A6, A7

B3, B6, B7, B8

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Painel fotovoltaico	4
Reóstato	4
Amperímetro	4
Voltímetro	4
Lâmpada	4
Fios de ligação	

Sugestões para avaliação

- Apresentar possíveis soluções para o problema anterior, fundamentando-as com os resultados experimentais registados em tabelas e no gráfico.

Estimar a área de painéis solares (associação de módulos) que seria necessária para o funcionamento diário, em simultâneo, de um conjunto determinado de electrodomésticos,

- conhecendo o rendimento de cada painel e a potência solar média disponível por unidade de área da superfície terrestre (ou a potência útil fornecida por painel, área de iluminação deste e número médio de horas de luz solar por dia na região);
- calculando a potência total correspondente ao funcionamento do conjunto, tendo em conta a potência de cada painel e a estimativa do tempo de funcionamento diário.

AL 3 – Capacidade térmica mássica**(1 aula)**

Questões problema

Porque é que no Verão a areia fica escaldante e a água do mar não?

Existem vantagens na utilização de radiadores cerâmicos no aquecimento das casas?

Ao realizar esta actividade, o aluno deverá consolidar o conceito de capacidade térmica mássica, compreendendo que é uma característica de um material que lhe confere propriedades específicas relativamente ao aquecimento e ao arrefecimento.

A actividade consiste em determinar a capacidade térmica mássica de um material (alumínio, latão etc.), fornecendo uma certa quantidade de energia a um bloco calorimétrico de massa conhecida, através de uma resistência eléctrica* colocada no seu interior.

Os alunos deverão:

montar correctamente o circuito e usar os instrumentos de medida adequados à realização da experiência;

explicitar a sensibilidade de cada instrumento de medida e as incertezas absolutas de leitura;

fazer leituras correctas no amperímetro, no voltímetro, no termómetro e no cronómetro;

representar graficamente a temperatura do bloco, indicada pelo termómetro, em função do tempo, para determinar a variação de temperatura por unidade de tempo;

calcular a capacidade térmica mássica do metal;

comparar os valores da capacidade térmica mássica, obtidos experimentalmente, com os valores tabelados e calcular o desvio percentual, analisando causas e modos de o minimizar.

Na discussão preliminar do trabalho, entre o professor e os alunos, é fundamental que: os alunos prevejam a evolução da temperatura do metal no intervalo de tempo em que a resistência está ligada e imediatamente após ser desligada; analisem os factores que contribuem para minimizar a dissipação de energia do sistema; explicitem os cuidados a ter quando se repete a experiência.

Objecto de ensino

Capacidade térmica mássica

Balço energético

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Analisar transferências e transformações de energia num sistema
- Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos, identificando as parcelas que correspondem à energia útil e à energia dissipada no processo
- Associar o valor (alto ou baixo) da capacidade térmica mássica ao comportamento térmico do material

* Para diminuir a taxa de dissipação de energia por condução e radiação, a resistência deve ser ligada num curto intervalo de tempo. Para melhorar o contacto térmico, quer com a resistência quer com o termómetro, deve ser colocado um pouco de glicerina no interior dos orifícios de cada bloco.

- Aplicar o conceito de capacidade térmica mássica à interpretação de fenómenos do dia a dia

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A4, A5, A6, A7

B2, B3, B4, B8

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Balança	1
Conjunto de blocos calorimétricos de metais diferentes	4
Resistência de aquecimento (12 V; 50 W)	4
Termómetro (-10° C a 110° C) ou sensor de temperatura	4
Amperímetro (0 - 5A)	4
Voltímetro (0 - 15 V) ou (0 - 10 V)	4
Fonte de alimentação (0 - 12 V)	4
Reóstato	4
Cronómetro	4
Interruptor	4
Fios de ligação	
Glicerina	

Sugestões para avaliação

- Elaborar um relatório referente à actividade realizada que inclua a resposta às questões formuladas inicialmente.

AL 4 – Bolas no desporto

(1 aula)

Questões problema

Existirá alguma relação entre a altura a que se deixa cair uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto?

Porque é que as bolas são feitas de materiais diferentes, conforme o desporto e o piso onde é praticado?

A actividade consiste em deixar cair de alturas diferentes bolas de massas e elasticidades diversas e medir a altura atingida no primeiro ressalto. Pretende-se que os alunos, para além da análise das considerações energéticas sobre o sistema em estudo, reforcem competências experimentais como:

- medição de uma grandeza (valor mais provável, incerteza...)
- construção de um gráfico a partir de um conjunto de valores experimentais
- interpolação e extrapolação

Os alunos deverão:

planear a experiência, indicando as variáveis a medir e a controlar, bem como o modo de recolha e registo dos dados;

construir, com os dados experimentais recolhidos, um gráfico da altura de ressalto em função da altura de queda, traçando a recta que melhor se adapta ao conjunto dos valores registados;

relacionar o declive da recta com o coeficiente de restituição* na colisão da bola com o chão;

comparar os resultados obtidos pelos diversos grupos e interpretar as diferenças em termos da elasticidade do material de que são feitas as bolas.

Cada grupo deverá realizar a experiência com uma bola de massa e elasticidade diferentes das dos outros.

Objecto de ensino

Transferências e transformações de energia

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Identificar transferências e transformações de energia num sistema
- Aplicar a Lei da Conservação da Energia
 - Identificar a dissipação de energia num sistema
 - Relacionar o valor do coeficiente de restituição com uma determinada dissipação de energia e com a elasticidade dos materiais.

Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A2, A3, A5, A7

B1, B2, B6, B8

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Bolas com diferentes elasticidade	4
Fita métrica ou régua ou sensor de posição	4

Sugestões para avaliação

O aluno deverá:

- prever, usando o gráfico previamente traçado, a altura do primeiro ressalto de uma bola ao cair de uma altura não experimentada anteriormente. Realizar a experiência e

* O coeficiente de restituição é definido apenas para o caso de colisões com um alvo que se possa considerar fixo.

- comparar os dois valores. Indicar se as medições efectuadas foram precisas e como minimizar as fontes de erro;
- comparar os valores obtidos na questão anterior pelos vários grupos e interpretar possíveis diferenças;
- tendo em conta a Lei da Conservação da Energia, justificar por que é que a bola não subiu até à altura de que caiu.

AL 5 – O atrito e a variação de energia mecânica

(1 aula)

Questão problema

Pretende-se projectar:

- uma rampa para fazer deslizar materiais de construção, de uma certa altura para o interior de um camião.

- um escorrega que permita a uma criança deslizar com facilidade, mas que a force a parar na parte final, antes de sair.

Que materiais poderão ser utilizados nas superfícies de cada rampa?

Pretende-se, nesta actividade, que o aluno faça as medições das grandezas necessárias para calcular a variação de energia mecânica de um bloco que desliza ao longo de uma rampa, partindo do repouso.

Para poderem comparar o efeito das forças de atrito, todos os grupos devem realizar a experiência variando os materiais das superfícies em contacto no deslizamento, para uma mesma inclinação da rampa.

Os alunos deverão consultar tabelas de coeficientes de atrito cinético para ajudar a solucionar as situações problema. Devem interpretar o coeficiente de atrito como uma propriedade característica das superfícies de dois materiais em contacto, do qual depende directamente a força de atrito. Não se pretende com esta actividade estabelecer experimentalmente a relação entre a força de atrito e a reacção normal, preferindo que o aluno seja sensibilizado para situações do dia a dia em que é vantajoso eliminar o efeito do atrito e outras em que este efeito é indispensável. No entanto, o professor deverá levar os alunos a relacionar qualitativamente a força de atrito com a compressão exercida na superfície. Para isso, deverá explorar situações de deslizamento entre superfícies idênticas de corpos de pesos diferentes, para determinada inclinação da rampa, e do mesmo corpo sobre rampas com diversas inclinações.

Objecto de ensino

- Trabalho realizado pela resultante das forças que actuam sobre um corpo.
- Dissipação de energia por efeito das forças de atrito
- Força de atrito e coeficiente de atrito cinético
- Variação de energia mecânica
- Vantagens e desvantagens do atrito

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Medir valores de velocidades
- Relacionar a variação de energia mecânica de um sistema com o trabalho realizado por forças de atrito
Explicar que as forças de atrito resultam de interações entre as superfícies em contacto
Identificar o coeficiente de atrito cinético como uma característica de dois materiais em contacto, em movimento relativo
Relacionar a força de atrito com o coeficiente de atrito cinético e a compressão exercida na superfície de deslizamento
Identificar situações do dia a dia em que o atrito é vantajoso ou prejudicial

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A3, A4, A5, A6, A7

B2, B8

C1 - C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Balança eléctrica	4
Calha metálica e suporte para a inclinar	4
Bloco	4
Célula fotoeléctrica	4
Digitímetro	4
Fios de ligação	

Sugestões para avaliação

Com base nas conclusões experimentais, os alunos devem fundamentar possíveis soluções dos problemas propostos.

4. Bibliografia

4.1. Bibliografia de Didáctica

Bibliografia essencial

- Brincones, I. (1999). El uso de la estrategia de resolución de problemas por alumnos de educación secundaria. *Aspectos Didácticos de Física y Química (Física)*, 8. Universidade de Zaragoza: I.C.E.
Muito útil para resolução de problemas.
- Cachapuz, A. (org.) (2000). *Perspectivas de Ensino*. Coleção Formação de Professores - Ciências, n.º1. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciências.
Texto que procura apresentar uma visão histórico-didáctica da evolução de perspectivas de ensino das ciências e de seus pressupostos, até à Nova Didáctica das Ciências.
- 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.
- Driver, R., Tiberghien (Ed.) (1992). *Children's ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
Um "clássico" da literatura sobre concepções alternativas.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., Torregrosa & J. (1991). *La Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Institut de Fiències de l'Educació.
Contém vários capítulos com interesse para a actualização didáctica dos professores.
- 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.
- Membiela, 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.
- 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.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para Todos* (tradução de C. C. Martins. (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.
- 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".

- Valadares, J. & Graça, M. (1998). *Avaliando... para melhorar a aprendizagem*, Coleção Plátano Universitária. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Lda.

Contém o essencial sobre avaliação.

- 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., Gunstone, R. (1993). *Probing understanding*. Philadelphia: The Falmer Press
Bom auxiliar para a avaliação formativa.

Outra bibliografia

- 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.

- Atlay, M., Bennett, S., Dutch, S., Levinson, R., Taylor, P., West, D. (Eds) (1992). *Open Chemistry*. London: Hodder & Stoughton and Milton Keynes: The Open University.
- 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.
- Bingle, W. H., Gaskell, P. J. (1994). Scientific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Scientific Knowledge. *Science Education*, 78 (2), 185-201.
- Fensham, P., Gunstone, R., White, R. (1994). *The content of Science. A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a Ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.
- García, M., Cerezo, J., López, J. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad -una introducción al estudio social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, S. A.
- Herron, J. D. (1996). *The Chemistry Classroom. Formulas for Successful Teaching*. Washington: American Chemical Society.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Martins, I. P. e Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Membriela, P. (1995). CTS en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales.

Alambique, 3, 7-11

- Millar, R. (1997). Science Education for Democracy: What can the School Curriculum Achieve?, in 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, cientista 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.
- Osborne, J., Driver, R., Simon, S. (1998). Attitudes to Science: issues and concerns. *School Science Review, 79* (288), 27-33.
- Osborne, R. E., Freyberg, P. (1991). *Learning in Science - The implications of children's science*. Auckland: Heinemann Education.
- Pozo, J., Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Ratcliffe, M. (Ed.) (1998). *ASE Guide to Secondary Science Education*. Hatfield: ASE.
- Solomon, J. (1990). The discussion of social issues in the science classroom. *Studies in Science Education, 18*, 105-126.
- 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.
- Torregrosa, J., Carbonell, R., Pérez, D. (1999). La evaluación en una enseñanza de la Física como construcción de conocimientos. *Aspectos Didácticos de Física y Química (Física), 8*. Universidad de Zaragoza: I.C.E.
- Toussaint, J. (Coord.) (1996). *Didactique Appliquée de la Physique-Chimie*. Paris: Éditions Nathan.
- Valadares, J., Pereira, D. C. (1991). *Didáctica da Física e da Química*. Vol. I e II. Lisboa: Universidade Aberta.
- 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.
- Wynn, C. M., Wiggins, A. W. (1997). *The Five Biggest Ideas in Science*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Yager, R. E. (1992). *The Status of Science – Technology – Society. Reform Efforts Around the World*. Arlington: ICASE.

4.2. Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial – Segurança e Técnicas

Bibliografia essencial

- ASE (1996). *Safeguards in the School Laboratory*. Hatfield: ASE.
- Baptista, M. J. (1979). *Segurança em Laboratórios de Química*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- 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: I DCT.
- IUPAC (1998). *Chemical Safety Matters - IPCS International* Cambridge.
- Lopes Solanas, V. L. (1991). *Técnicas de Laboratório*: Ediciones e Distribuciones Universitárias, S. A.

Livro para alunos
- Malm, L.E. (1975). *Manual de Laboratório para Química Uma Ciência Experimental*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Livro para professores, com propostas de experiências que podem ser realizadas na sala de aula, acompanhados de uma explicação dos fundamentos teóricos mais relevantes.
- 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 o ácido - base e oxidação - redução.
- Pombeiro, A. J. (1991). *Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial* (segunda edição). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Livro para professor
- 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.
- Vários. Catálogos de Reagentes e Equipamentos Laboratoriais. Diversos Fabricantes.
- Vários. *Prevenção de Acidentes no Trabalho e Doenças Profissionais*, Gabinete de Higiene e Segurança no Trabalho, Publicação Periódica.

4.3 Revistas de publicação periódica

Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales.

publicação da Editorial Graò, Barcelona, Espanha, quatro números por ano (grao-comercial@jet.es). Revista para professores sobre investigação em Didáctica das Ciências. Os números são temáticos.

American Journal of Physics -<http://www.amherst.edu/~ajp/>

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.

Chem13News – 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.

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.

Gazeta de Física – publicação trimestral da Sociedade Portuguesa de Física.

Revista para professores com artigos sobre o ensino da Física numa perspectiva didáctica e da especialidade.

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).

Revista de divulgação científica para professores e alunos mais interessados, sobre grandes temas científicos da actualidade, em diversos domínios.

Physics Education -<http://www.iop.org/Journals/pe>

Revista sobre o ensino da Física, dedicada a professores do ensino secundário

Physics Today – <http://www.physicstoday.org>

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.spg.pt>).

Revista para professores com artigos sobre o ensino da Química numa perspectiva didáctica e da especialidade.

School Science Review – <http://www.ase.org.uk/publish/jnews/ssr/index.html>

Revista útil para professores de Ciências do ensino secundário.

Science Education – <http://www.interscience.wiley.com>

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.

The Physics Teacher – http://www.aapt.org/pubs_catalog/tpt/tpt.html

Revista sobre o ensino da Física, útil para professores do ensino secundário

4.4 Bibliografia específica de Química

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.

- Berns R. S. (1999). *Principles of Color Technology*. 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons

Livro de aprofundamento para professores. Para a via B1.

- Blackie Academic and Professional (1996). *Chemistry and Technology of Water Based Ink*. New York: P. Laden Editor.

Livro de aprofundamento para professores. Para a via B1.

- Burton, G., Holman, J., Pillin, G., Waddington, D. (1994). *Salters Advanced Chemistry*. 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 Assessment Pack* apresentam-se muitas actividades práticas de laboratório e outras. O *Teachers Guide* fornece orientações preciosas para a gestão do programa. Obra para professores e alunos (mais interessados), útil para todas as Unidades.

- 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.

- Crook, J., Learner, T. (2000). *The Impact of Modern Paints*. New York :Watson-Guptill .
Livro de aprofundamento para professores. Para a via B1.
- 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.
- 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 certas) 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 CDs, o primeiro chamado "competências para a resolução de problemas", o qual contém algumas questões úteis, testes e vinte e dois excelentes videoclips de demonstrações laboratoriais de reacções químicas. O segundo CD, Chamado "visualização", contém algumas animações e simulações. Para todas a 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

Outra bibliografia

- American Chemical Society (1988). ChemCom, *Chemistry in the Community* (2nd edition). Dubuque, 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. Útil para todas as Unidades.
- Atkins, P. W.; Beran, J. A. (1992). *General Chemistry* (2nd 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, em relação ao programa do 10º ano, nos capítulos, 2, 3, 4 e 5. Para a via B2.
- Ball, P. (1994). *Designing the Molecular World - Chemistry at the Frontier*. New Jersey: Princeton University Press.
Livro para professores. O capítulo dez trata da química da atmosfera (Transforming the Globe-the crisis of atmospheric chemistry). Para a via B2.

- Birks, J. W., Calvert, J. G.; Sievers, R. E. (Eds) (1993). *The Chemistry of the Atmosphere : Its Impact on Global Change. Perspectives and Recommendations*. Washington, DC: American Chemical Society.

Para a via B2.
- Bodner, G. M., Pardue, H. L. (1995). *Chemistry. An Experimental Science* (2nd edition). New York: John Wiley & Sons, Inc.

Livro de química geral, destinado a professores onde poderão encontrar informação útil nos capítulos, 1, 2, 6, 7, 8 e 23.
- 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.
- Ellis, A. B. et al (1993). *Teaching General Chemistry, A Material Science Companion*. Washington, DC: American Chemical Society.

Livro de Química Geral para professores. Mostra que os materiais uma excelente fonte de grandes oportunidades para os químicos nas décadas que se seguiram aos anos 90 e um veículo natural para introduzir princípios químicos.
- 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.
- Ennis, C. A.; Marcus, N. H. (1996). *Biological Consequences of Global Climate Change*. Sausalito, CA : University Science Books.

Livro para professores e alunos (mais interessados) sobre a relação dos seres vivos com as alterações climáticas. Abordagem interdisciplinar dos problemas, em particular do efeito de estufa e da rarefacção do ozono. Apresenta questões para discussão na turma e um glossário. Para a via B2.
- Epp, D. N. (1995). *The Chemistry of Natural Dyes, Palette of Color* Monograph Series. Ohio: Terrific Science Press (*)
- Epp, D. N. (1995). *The Chemistry of Food Dyes, Palette of Color* Monograph Series. Ohio: Terrific Science Press (*)
- Epp, D. N. (1995). *The Chemistry of Vat Dyes, Palette of Color* Monograph Series. Ohio: Terrific Science Press (*)

(*) Série de 3 volumes de monografias intituladas *Palette of Color*. Esta série foi projectada para ajudar os professores a introduzir os seus alunos numa área fascinante da química industrial: os corantes. Contêm informação sobre a história e a química de vários corantes, juntamente com actividades laboratoriais para a produção, teste e uso desses químicos. Para a via B1.
- Freemantle, M. (1991). *Chemistry in Action*. London: Macmillan Educational, 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.

- Friday, L.; Laskey, R. (Eds) (1991). *The Fragile Environment*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Livro para professores sobre os principais problemas do ambiente e o modo como a vida na Terra altera o clima. No capítulo sete é desenvolvida uma perspectiva histórica sobre as mudanças climáticas, a relação entre a composição da atmosfera e a radiação que a atravessa, e um estudo prospectivo sobre a concentração de alguns componentes. No final deste capítulo, apresentam-se sugestões de leituras para aprofundamento. Para a via B2.
- Graedel, T.E., Crutzen, P. J.(1997). *Atmosphere, Climate and Change*. New York: Scientific American Library.

Livro para professores, criado com a intenção de apresentar algumas das alterações da atmosfera e do clima de uma forma simples e acessível ao público em geral. Apesar disso, os autores apresentam um formalismo científico correcto, recorrendo às equações químicas necessárias à cabal explicação dos fenómenos. Livro profusamente ilustrado, a cores, podendo constituir um bom recurso didáctico. Para a via B2.
- 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.
- Mackenzie, F. T.; Mackenzie, J. A. (1995). *Our Changing Planet, An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*. New Jersey: Prentice Hall.

Livro para professores sobre diversos aspectos do planeta Terra. Destaque para o capítulo 1 sobre a origem e evolução do Universo (teoria do Big-Bang) e para o capítulo 3 sobre a atmosfera e hidrosfera. Apresenta questões por capítulo (com respostas) e glossário Para a via B2.
- Marrion, A. R. (editor) (1994). *The Chemistry and Physics of Coatings*, RSC Paperbacks. London: Royal Society of Chemistry.

Livro de aprofundamento para professores. Para a via B1.
- Miller, G.T. Jr. (1994). *Living in the Environment* (eighth edition). Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.

Livro muito diversificado que aborda os mais diversos temas sobre o ambiente, numa perspectiva ecológica, baseando-se no princípio de que a meta prioritária na educação de um jovem, não deveria ser prepará-lo para uma carreira, mas sim capacitá-lo a desenvolver respeito pela vida. O autor, à medida que desenvolve os temas ambientais, enaltece os valores inerentes à vida e dá uma perspectiva de esperança para o futuro do planeta. Para a via B2.
- Pour la Science (Juin 1996). L'Atmosphère. *Pour la Science*. Dossier Hors-Série.

Número temático sobre a atmosfera e os fenómenos que nela ocorrem, com excelentes ilustrações, que poderão ser úteis para produção de materiais didácticos. Importante para alunos e professores. Para a via B2.
- Pour la Science (Avril 2000). La Couleur, *Pour la Science*, Dossier Hors-Série.

Dossier inteiramente dedicado à cor, abrangendo aspectos muito diversificados, numa perspectiva interdisciplinar, como as pedras preciosas, as cores na história, os pigmentos e os corantes, a visão e o daltonismo, a fotografia a cores e os códigos de cores. Para professores e alunos (mais interessados) Para a via B1.

- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace* (fifth 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* (2nd edition). New York, Chichester: John Wiley and 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 professores, é muito útil para construção de materiais didácticos. Todas as Unidades.
- Thompson, B. (1998). *Printing Materials: Science and Techonology*. Surrey: Pira International.
Livro de aprofundamento para professores Para a via B1.
- 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.
- Winfield, A. (1995). *Environmental Chemistry*. Cambridge: Cambridge University Press.
Livro para alunos (e professores) sobre a atmosfera e a hidrosfera, seus componentes e problemas. Inclui resumo das principais ideias e questões (com soluções). Via B2
- Yung, Y. L., DeMore, W. B. (1999). *Photochemistry of Planetary Atmospheres*. Oxford: Oxford University Press.
Livro de aprofundamento para professores em que apresenta as descobertas mais recentes reativas às atmosferas dos planetas do sistema solar, interpretadas com base nos conhecimentos e teorias actuais. Apresenta uma colecção grande de dados úteis para interpretar alguns dos fenómenos. Para a via B2.
- Zollinger, H. (1999). *Color Chemistry. Syntesis, Properties and Applications of Organic Dyes and Pigments*. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons.
Livro de aprofundamento para professores. Para a via B1.

Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001)

Segurança em Laboratórios

<http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/>

(lugar muito completo da universidade de Oxford sobre segurança, perigos, cuidados no laboratório de química)

<http://www.who.edu/safety/>

(entre outras assuntos apresentam regras e manual de segurança da instituição)

<http://www.safety.ubc.ca>

(entre outras assuntos apresentam o manual de segurança da universidade)

<http://www.cochise.cc.az.us/dawn/safety.htm>

(entre outras assuntos apresentam regras de segurança no laboratório)

<http://www2.chemistry.ohio-state.edu/EHS/>

(entre outras assuntos apresentam um conjunto de regras, manual de segurança e um conjunto de ligações a outros lugares)

http://www.uic.edu/~magyar/Lab_Help/lghome.html

(regras, manual de segurança e um conjunto de ligações a outros lugares.)

<http://www.safetyplace.com>

(conjunto de regras e procedimentos para laboratórios industriais)

<http://www.fordhamprep.pvt.k12.ny.us/gcurran/tutor/shosys14.htm>

(lugar de ensino a distância que entre outras lições aborda a segurança no laboratório. Contém listagens de regras e procedimentos a observar num laboratório; como manusear um material desconhecido, segurança com fogos)

Precisão e exactidão

<http://www.ee.unb.ca/tervo/ee2791/intro.htm>

(páginas muito simples, que explicam a diferença entre precisão e exactidão, tem um conjunto de questões e pode-se ter acesso às respostas pretendidas, pode servir para motivar os alunos)

<http://www.fordhamprep.pvt.k12.ny.us/gcurran/tutor/shosys25.htm>

(lugar de ensino a distância que entre outras lições aborda os conceitos de precisão e exactidão)

http://learn.chem.vt.edu/user/long/chemath/S2_BasicSkills.html

(lugar que aborda de uma maneira muito simples os conceitos de precisão e exactidão)

Algarismos significativos

<http://www.fordhamprep.pvt.k12.ny.us/gcurran/calsiq.htm>

(lugar de ensino a distância que entre outras lições aborda este assunto)

<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/SigFigs.html>

(lugar com um grande conjunto de informação diversa sobre química. Entre outros pontos, também aborda o tema dos algarismos significativos)

Conversão de unidades

<http://www.ex.ac.uk/cimt/dictunit/dictunit.htm>

(lugar muito completo sobre sistemas de, conversão e definições de unidades)

Análise qualitativa

<http://www.rjclarkson.demon.co.uk/middle/middle7.htm>

(conjunto de páginas informativa sobre conjunto de testes de identificação de catiões, aniões e gases)

<http://www.msu.edu/user/codybrya/qual.htm>

(lugar sobre a química forense, onde entre outros temas aborda o da análise qualitativa de um modo muito simples)

<http://www.rmc.edu/academic/departments/chem/ochem.dir/springlab.dir/s99lab1.html>

(conjunto de protocolos experimentais para a identificação de compostos orgânicos)

<http://www.slu.edu/colleges/AS/CH/chemweb/162QualAnalysisI.html>

(lugar da Universidade de S. Louis, entre outros assuntos apresenta um conjunto de protocolos experimentais para a identificação de catiões em solução)

Química analítica

http://www.indiana.edu/~cheminfo/ca_acc.html

(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas de espectrometria de massa - para professores)

Dispersões, solubilidade e propriedades coligativas

http://www.kingston.ac.uk/~ch_s475/ch208/handout1.htm

(página com informação em tabela sobre tipos e propriedades físicas de colóides)

<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/>

(lugar com um grande conjunto de informação diversa sobre química. Entre outros pontos, também aborda o tema das propriedades coligativas)

<http://www.chemistrycoach.com/tutorials-4.htm#Solutions>

(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre soluções, propriedades, preparação, cálculos e testes)

<http://vax1.bemidji.msus.edu/~chemistry/solubility/solubility.html>

(página que aborda um problema de solubilidade versus temperatura, com um conjunto de perguntas e respostas)

<http://edie.cprost.sfu.ca/~rhlogan/trolytes.html>

(lugar sobre propriedades coligativas electrólitos e não electrólitos, entre outros)

Diluições

<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/Solutions/Dilution.html>

(lugar sobre propriedades propriedades de soluções, diluições. Com um conjunto de perguntas e respostas)

Operações unitárias

http://www.chemistrycoach.com/tutorials-9.htm#Chemistry_Laboratory

(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre operações unitárias, cálculos e testes)

Tabela Periódica

[http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm#Periodic Tables](http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm#Periodic_Tables)

(lugar de ensino a distância com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre tabela periódica)

<http://www.chemicalelements.com/>

<http://www.resource-world.net/PerTable.htm>

<http://library.thinkquest.org/2782/index.html>

<http://www.gorham.k12.me.us/shaw/PeriodicTable/PeriodicTable.htm>

<http://members.aol.com/DanHussain/other/chemlink.htm#measurement>

(todos estes lugar apresentam uma tabela periódica interactiva e com muita informação útil sobre os elementos.)

História da Ciência

<http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers.html>

(lugar sobre artigos relacionados com a história da química em geral.

Atmosfera e camada de ozono

http://www.exploratorium.edu/learning_studio/sii/

(lugar construído por cientistas e professores abordando um grande conjunto de temas entre eles o do ozono na estratosfera)

<http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/earth/atmosphere.html>

(lugar sobre as camadas e composição da atmosfera, com simulações da variação do ozono na atmosfera)

<http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/atmosphere.html>

(lugar sobre a atmosfera: camadas, constituição, variação da pressão com a altitude. Aborda o problema do buraco na camada de ozono. Permite que se coloquem questões a cientistas da Universidade de Cambridge, que mais tarde terão resposta)

<http://explorezone.com/earth/atmosphere.htm>

(lugar sobre a atmosfera: camadas, constituição e efeito de estufa. Tem um conjunto de ligações a outra páginas sobre o mesmo assunto)

<http://www.crpc.rice.edu/CRPC/GT/louviere/history.html>

(lugar muito interessante sobre a evolução da atmosfera terrestre. Apresenta um guia para o professor explorar este lugar.)

<http://www.epa.gov/ozone/science/>

(lugar muito interessante sobre o ozono. O problema é abordado não só do ponto de vista científico, mas também do de cidadão consciente. Apresenta um conjunto de imagens e animações.)

http://www.soton.ac.uk/~engenvir/environment/air/oz_parts.htm

(lugar sobre a atmosfera: camadas, constituição.)

<http://www oulu.fi/~spaceweb/textbook/ionosphere.html>

(lugar sobre a ionosfera terrestre: constituição e variação da temperatura, densidade de carga, etc.)

4.5 Bibliografia específica de Física e ensino da Física

Bibliografia essencial

- Arons, A. (1997). *A Guide to Introductory Physics Teaching*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
Um excelente livro para o professor: reflexões sobre o ensino de conceitos e leis físicas, baseadas na longa experiência do autor.
- Driver, R., Miller, R. (1985). *Energy Matters*. Universidade de Leeds.
Livro de Actas de um congresso internacional sobre o ensino de energia: contém contribuições muito interessantes para o programa de 10ºano.
- Güémez, J., Fiolhais, C., Fiolhais, M. (1998). *Fundamentos de Termodinâmica do Equilíbrio*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
Um livro onde o professor pode actualizar os seus conhecimentos de Termodinâmica.
- Halliday, D., Resnick, R. (1996). *Fundamentos de Física*. Livros Técnicos e Científicos Ed.
Um bom livro de Física Geral.
- Hecht, E. (1994). *Physics*. Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing Company.
Tradução espanhola: *Física – Álgebra y trigonometría*. Vol 1 e 2. Espanha: International Thomson Editores, S.A.
Um excelente livro de Física Geral, com magníficas ilustrações.
- Lopes, J. B. (1994). *Resolução de problemas em Física e Química*. Lisboa: Texto Editora.
Bom para o estudo de resolução de problemas.
- McDermott, L. (1996). *Physics by Inquiry*. Vol I e II. New York: John Wiley & Sons, Inc.
Um bom livro para ajudar o professor a planificar as suas aulas.
- Solomon, J. (1992). *Getting to Know about Energy – in School and Society*. London: The Falmer Press.
Um precioso auxiliar para o ensino/aprendizagem da conservação e degradação de energia.
- Tipler, P. (1994). *Física*, (3ª edição). Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
Um bom livro de Física Geral.

Outra Bibliografia

- Adie, G. (1998). The impact of the graphics calculator on physics teaching. *Physics Education*, 33 (1), 50-54.
- Abreu, M. C., Matias, L., Peralta, L. (1994). *Física Experimental – Uma Introdução*. Lisboa: Editorial Presença.
- Arons, A. (1994). *Homework and Test Questions for Introductory Physics Teaching*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Avison, J. (1989). *The World of Physics*. Thomas Nelson & Sons.
- Bartels, R. A. (1990). Do darker objects really cool faster?. *American Journal of Physics*, 58 (3), 244-248.
- Bauman, R. P. (1987). *A First Course in Physical Science*. John Wiley & Sons.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bent, H. A. (1965). *The Second Law*. Oxford University Press.
- Brito, A. (1993). Os Materiais no Limiar do 3º Milénio. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, 11 (2), 1999, 49-51.
- Caldeira, M. H., MARTINS, D. R. (1990). Calor e temperatura - Que noção têm os alunos universitários destes conceitos?. *Gazeta de Física*, 13 (2), 85.
- Caldeira, M. H. (1991). Calor e temperatura mais uma vez... *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 46 (Série II) Dez.
- Cook, B., Sang, D. (1989). *Physics of Materials*. Universidade de Leeds.
- Costa, M. M., Almeida, M. J. (1993). *Fundamentos de Física*. Livraria Almedina.
- Dias de Deus, J., Pimenta, M., Noronha, A., Peña, T., e Brogueira, P. (2000). *Introdução à Física*. Mc Graw-Hill.
- Driver, R. e Miller, R.(1985). *Energy Matters*. Universidade de Leeds.
- Eisberg, R. M., Lerner, L. S. (1982). *Física, Fundamentos e Aplicações*. Vol. 1. Mcgraw-Hill.
- Feynman, R., Leighton, R., Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics*. Vol I. Addison-Wesley.
- French, A. P. (1971). *Newtonian Mechanics*. New York: Norton & Company Inc.
- Haber- Schaim, U. (1983). The role of the second law of thermodynamics in energy education. *The Physics Teacher*, (Jan) 17.
- Hecht, E. (1999). Física en Perspectiva. México: Addison Wesley Longman de México, S. A.
- Hewitt. P. (1993). *Conceptual Physics*. (Seventh Ed.). Harper Collins- College Pub.
- Jones/ Childers (1993). *Physics*. University of South Carolina. Addison-Wesley.
- Jong, E., Armitage, F., Brown, M., Butler, P., Hayes, J. (1992). *Physics in Context*. Vol 1 e 2. Melbourne: Heinemann.
- Kesidou, S., Duit, R. (1993). Student's conceptions of the second law of thermodynamics – an interpretative study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (1), 85-106.

- Lambert, A. (1990). *Questions on Everyday Physics*. Blackie and Son Ltd.
- Nicholls, G. e Ogborn, J. (1993). Dimensions of children's conception of energy. *International Journal of Science Education*, 15 (1), 73-81.
- Ogborn, J. (1976). Dialogues concerning two old sciences. *Physics Education*, 6, 272.
- Pérez-Landazábal, M. C. (2000). La energia en las aulas: un puente entre la ciencia y la sociedad. *Alambique*, 24 (Abril), 18-29.
- Rodrigues, F. (1999). A Redução é Urgente – A Proposta do Contador Entrópico. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, 11 (2), 4-12.
- Rothman, M. (1972). *Discovering the Natural Laws – The Experimental Basis of Physics*. New York: Dover Publications, Inc.
- Silva, A. A. (1999). *Didáctica da Física*. Porto: Edições ASA, S.A.
- Solbes, J., Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza De Las Ciencias*, 16 (3), 387-397.
- Spencer, P. McNeill, K., Maclachlan, J. (1987). *Matter and Energy*. Toronto: Irwin Publishing
- Thomaz, M. F., Malaquias, I., Valente, M. O., Antunes, M. J. (1994). Uma tentativa para ultrapassar concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Gazeta de Física*, 17 (3), 10-17.
- Thomaz, M. F., Malaquias, I., Valente, M. O., Antunes, M. J. (1994). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30, 19-26.
- Tremoço, J., Sousa, C. (2000). Sobre alguns problemas de mecânica do 10º ano. *Gazeta de Física*, 23 (4), 10-15.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15 (2), 139-148.
- Waring, G. (1980). Energy and the automobile. *Physics Teacher*, 18, (7), 494-503.
- Zemansky, M. W. (1970). The use and Misuse of Word "Heat "in Physics Teaching. *The Physics Teacher*, 8, 295.
- Zemansky, M. W. (1978). *Calor e Termodinâmica*. Ed. Guanabara dois S. A.

Outras Revistas e Publicações *

Aquecimento de água por energia solar in Energia – Revista de economia e gestão de energia na indústria, (Janeiro/Fevereiro, 1992), 35-38. Departamento de energias renováveis. INETI.

Energia Solar e Biogás nº 46. Outubro/Dezembro. Ano 8. Orgão da Sociedade Portuguesa de Energia Solar. Departamento de Energias Renováveis. INETI.

PAES, P. RODRIGUES, C.N., AGUIAR, R. *Dimensionamento de Sistemas Solares Fotovoltaicos*. Departamento de Energias Renováveis. INETI.

Relatório técnico, Grupo EDP.

* Estes materiais estão disponíveis nas respectivas Instituições, quando solicitados pelos professores.

Solar Collectors and their fields of application. European Commission Directorate - General of Energy (DG XVII). (1995). Departamento de Energias Renováveis. INETI.

Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001)

Situação energética mundial e degradação da energia

<http://www.sjsu.edu/depts/it/edit241/energy.html>
<http://www.eccj.or.jp/ehandbook/jech.html>
<http://www.geic.or.jp/choco2a.html>
<http://www.usnews.com/usnews/issue/971201/1glob.htm>
<http://www.oregonlive.com/news/00/03/st031201.html>
<http://www.inventionfactory.com/pathways/campus/chm112/chm112/esamples.html>
<http://www.science.org.au/nova/046/046key.htm>
<http://qub.ac.uk/edu/niesu/physics/esources.htm>
<http://ecep.usl.edu/ecep/home>
<http://www.swiftly.com/apase/charlotte/activite.html>
<http://www.cfn.ist.utl.pt/port/expofusao/cap1.htm>
<http://gasa.dcea.fct.unl.pt/cea/alunos/energia/sol.html>

Conservação da energia

<http://library.thinkquest.org/3042/conservation.html>

Utilizando a energia solar: colector solar e painel fotovoltaico

<http://www.maxwellian.demon.co.uk/art/esa/temperature/temperature.html>
<http://www.science.org.au/nova/005/005act05.htm>
http://www.anoa.pt/universo/sistema_solar/sol/
http://www.uic.edu/~mansoori/Thermodynamics.Educational.Sites_.html
<http://solarexpert.com/photovoltaics.html>
<http://www.solar4power.com/>
<http://riera.ceeeta.pt/foto-voltaica.htm>
<http://www.eren.doe.gov/roofus/roof.html>
<http://www.science.org.au/nova/005/005act05.htm>

Transferindo energia: máquinas e movimento

<http://www.waynesburg.edu/GCTC/physsci/thrmodnm.htm>
<http://phys.udallas.edu/>
<http://www.asu.edu/lib/noble/physics/thermo.htm>
<http://osu.orst.edu/instruct/nfm236/energy>
<http://riera.ceeeta.pt/tecnolog.htm>
<http://library.thinkquest.org/2745/data/lawce2.htm>
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/BBoard.html>
<http://phys.udallas.edu/>

Demonstrações experimentais e actividades laboratoriais

<http://www.eskimo.com/~billb/scied.html>
<http://www.eskimo.com/~billb/electrom/statbotl.html>
<http://phys.udallas.edu/>