

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO

## Programa de Física e Química A

10<sup>o</sup> ou 11<sup>o</sup> anos

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias

### Autores

#### Componente de Química

Isabel P. Martins (Coordenadora)

José Alberto L. Costa

José Manuel G. Lopes

Maria Clara Magalhães

Maria Otilde Simões

Teresa Sobrinho Simões

Colaboração na Unidade 1 de Paulo Pinto

#### Componente de Física

Adelaide Bello

Clara San-Bento

Elisa Prata Pina

Helena Caldeira (Coordenadora)

Colaboração na verificação das  
actividades laboratoriais de

Augusta Patrício

Teresa Soares

Homologação

12/03/2001

## Índice

1. Introdução .....	3
2. Apresentação do programa.....	3
A. Finalidades formativas do Ensino Secundário no domínio das Ciências.....	4
B. Componentes da formação científica .....	4
C. Orientações para o ensino da Física e da Química .....	5
D. Nível de aprofundamento .....	5
2.1. Finalidades da disciplina de Física e Química A .....	6
2.2. Objectivos gerais de aprendizagem e competências.....	7
2.3. Visão geral do Programa (Física e Química A) e sugestões metodológicas .....	9
Componente Laboratorial - visão geral .....	10
2.4. Avaliação.....	11
3. Desenvolvimento do Programa de Física e Química A - 10ºano .....	13
3.1. Componente de Química.....	13
Avaliação das Actividades Prático-Laboratoriais.....	14
MÓDULO INICIAL - Materiais: diversidade e constituição .....	15
Introdução .....	15
Objecto de ensino .....	16
Objectivos de aprendizagem .....	17
Actividades práticas de sala de aula.....	18
Actividades prático-laboratoriais (AL) .....	19
UNIDADE 1 – Das Estrelas ao Átomo .....	25
Introdução .....	25
Objecto de ensino .....	28
Objectivos de aprendizagem .....	29
Actividades práticas de sala de aula.....	31
Actividades prático-laboratoriais (AL) .....	34
UNIDADE 2- Na atmosfera da Terra: radiação, matéria e estrutura .....	43
Introdução .....	43
Objecto de ensino .....	46
Objectivos da aprendizagem.....	47
Actividades práticas de sala de aula.....	49
Actividades prático-laboratoriais.....	50
3.2 Componente de Física .....	54
MÓDULO INICIAL – Das fontes de energia ao utilizador .....	57
Introdução .....	57
Objecto de ensino .....	57
Objectivos de aprendizagem .....	57
Actividades práticas de sala de aula.....	58
Actividade prático-laboratorial .....	59
UNIDADE 1- Do Sol ao aquecimento.....	61
Introdução .....	61
Objecto de ensino.....	62
Objectivos de aprendizagem .....	62
Actividades práticas de sala de aula .....	63
Actividades prático-laboratoriais.....	65
UNIDADE 2- Energia em movimentos .....	72
Introdução .....	72
Objecto de ensino .....	73
Objectivos de aprendizagem .....	73
Actividades práticas de sala de aula.....	74

Actividades práctico-laboratoriais.....	76
4. Bibliografia.....	81
4.1. Bibliografia de Didáctica.....	81
4.2. Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial - Segurança e Técnicas .....	84
4.3. Revistas de publicação periódica .....	85
4.4. Bibliografia específica de Química.....	86
Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001).....	92
4.5. Bibliografia específica de Física e ensino da Física .....	96
Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001).....	99

# PROGRAMA DE FÍSICA e QUÍMICA A

## 1. Introdução

A disciplina de Física e Química A é uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário (E. S.). Dá continuidade à disciplina de Ciências Físico-Químicas, do 3º ciclo Ensino Básico, 8º e 9º anos. Representa, por isso, uma via para os alunos aprofundarem conhecimentos relativos à Física e à Química, duas áreas estruturantes do conhecimento nas Ciências experimentais. É uma disciplina bienal (10º e 11º anos), com 4,5 h por semana, representando cerca de 16% da escolaridade de cada um dos anos.

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 (ver secção 2.4) 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 escolaridade de 4,5 h / semana, toma-se como ponto de partida que esta é organizada em três sessões de 90 minutos cada, sendo uma delas exclusivamente de carácter prático-laboratorial, com a turma dividida em turnos, no máximo com 12 alunos cada. Estas aulas deverão ser conduzidas no laboratório equipado para o efeito e 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 prático-laboratoriais (número e proximidade das outras aulas) os turnos deverão funcionar no mesmo dia da semana (articulados com o desdobramento equivalente para a disciplina de Biologia e Geologia do Curso Geral de Ciências Naturais).

Embora a divisão do ano lectivo em semestres permita alcançar uma situação de equilíbrio nas duas componentes, pensa-se que a ordem de leccionação deverá ser diferente nos dois anos. 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 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 perspectivar 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.

Se é compreensível que qualquer currículo e correspondentes programas devam ser adequados ao nosso país e ter, por isso, em conta a realidade das escolas e da sociedade portuguesa (em especial alunos e professores), é igualmente fundamental que a revisão curricular assuma frontalmente o dever que lhe assiste de recuperar atrasos e de contribuir para um nível de literacia e cultural mais elevado dos alunos que frequentam a escola, aproximando-os dos seus colegas de países mais desenvolvidos. Razões desta natureza levam a assumir como pressuposto para a concretização do programa, o carácter prático-laboratorial

de um terço dos tempos lectivos, onde os alunos trabalhem individualmente e/ou em pequeno grupo, acompanhados pelo professor (no máximo 12 alunos por turno).

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. se tomem como orientações para o ensino das Ciências, as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma cultura científica, e o desafio de cativar muitos deles (sobretudo os melhor preparados) para carreiras ligadas às Ciências / Tecnologias, onde não seja esquecida a profissão docente, 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 (ligada ou não à natureza dos estudos aí desenvolvidos) e a de uma via para prosseguimento de estudos. Compreende-se pois que tenham de ser diversificadas as propostas do E. S., ao nível da componente de Formação Específica e na Área de Projecto.

As disciplinas de Ciências que integram esta componente devem, por isso, servir para traçar este caminho. A Física e Química A 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.

O E.S. deve ter em conta aquilo que o Ensino Básico contempla, valorizando aprendizagens anteriores dos alunos e ajudando-os porventura a reinterpretar conhecimentos prévios, alargando os seus conhecimentos, 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. No que diz respeito à Física e Química, deve, além disso, 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:

1. 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.
2. 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 A, 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 Gerais de Ciências Naturais e de Ciências e Tecnologias deve conferir aprendizagens de e sobre Ciência relevantes para os jovens que optaram por esta área de estudos no ensino pós-obrigatório e que, em geral, pretendem aceder a estudos posteriores (de nível superior), muitos deles em Ciências e/ou Tecnologias.

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

1. 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.
2. 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.
3. Adequar o nível de tratamento (por exemplo, não enfatizar demasiado modelos matemáticos, mas não abdicar da linguagem matemática como forma de expressão).
4. 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.
5. 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!
6. 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 A

As finalidades da disciplina de Física e Química A são aquelas que decorrem da própria estrutura e finalidades do E.S., respeitante aos dois Cursos Gerais (de Ciências Naturais e de Ciências e Tecnologias) e, em particular, no que aos saberes da Física e da Química diz 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 futura, em particular para prosseguimento de estudos.

## 2.2. Objectivos gerais de aprendizagem e competências

A disciplina de Física e Química A 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 gerais

- 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
- Exprimir 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 síntese, 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 A) 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, alguns fenómenos naturais ou 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, a natureza dos fenómenos que lhe terão dado origem 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 (famílias - grupos funcionais; estrutura - ligação química; composição - elementos químicos)
- a interpretação química sobre a organização do mundo material (Tabela Periódica dos Elementos Químicos; estrutura atómica - alguns modelos)
- a natureza das reacções químicas que podem ocorrer (reacções de ácido-base, de precipitação, de oxidação-redução) e modelos interpretativos (equilíbrio químico).

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)
- as relações entre as forças e os seus efeitos (em particular, os movimentos).

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 permitam aceder, com a formação adequada, às disciplinas de Física e de Química de carácter opcional, no 12º ano.

O programa de 10º ano de Física e de Química está organizado em cada componente, em duas Unidades, precedidas de um Módulo Inicial, estruturadas 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.

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 Unidade 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, a evolução histórica dos conceitos, bem como os contextos e implicações sociais da sua descoberta.

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.

Advoga-se 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:

1. Os alunos devem saber o que procuram, o que prever em termos de resultados, como executar e como estabelecer conclusões.
2. 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. 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 aula 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 pretendam 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 A 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 os alunos 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 grelhas 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 A 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 A – 10ºano

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

Componente	Química	Física
<b>Finalidade:</b> consolidar	<b>Módulo Inicial</b> – Materiais: diversidade e constituição	<b>Módulo Inicial</b> – Das fontes de energia ao utilizador
<b>Finalidade:</b> Sensibilizar e aprofundar	<b>Unidade 1</b> - Das Estrelas ao Átomo <b>Unidade 2</b> – Na atmosfera da Terra: radiação, matéria e estrutura	<b>Unidade 1</b> – Do Sol ao aquecimento <b>Unidade 2</b> – Energia em movimentos

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 claras quanto possível, as suas intenções. Daí não se ter optado por uma Secção onde tais "sugestões" apareçam isoladas.

#### 3.1. Componente de Química

O programa parte daquilo que o Ensino Básico preconiza nos aspectos centrais, considerados por isso essenciais, pelo que se inclui um Módulo Inicial 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 caso do 10º ano prevêem-se no total 37 aulas (90 minutos cada), ficando as restantes (12 aulas) para gestão pelo professor de acordo com as características da turma ou situações imprevistas. 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 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.

## 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 mais relevantes para a componente de Química do programa de Física e Química A, em particular do 10º ano, previstos em programas do Ensino Básico. Não se pretende fazer uma revisão geral dos programas anteriores, mas destacar as competências do foro conceptual, processual 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 (no laboratório). Dado que a aula semanal com desdobramento da turma está dependente da organização dos horários em cada escola, poderá acontecer que no tempo destinado a este Módulo não decorram três aulas no laboratório. Tal situação não será especialmente preocupante visto que a primeira actividade, AL 0.0, não carece de instalações laboratoriais. Poderá ser realizada em sala de aula.

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 traduzir a 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 protões (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 tópico “Tabela Periódica” será desenvolvido na Unidade 1).

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

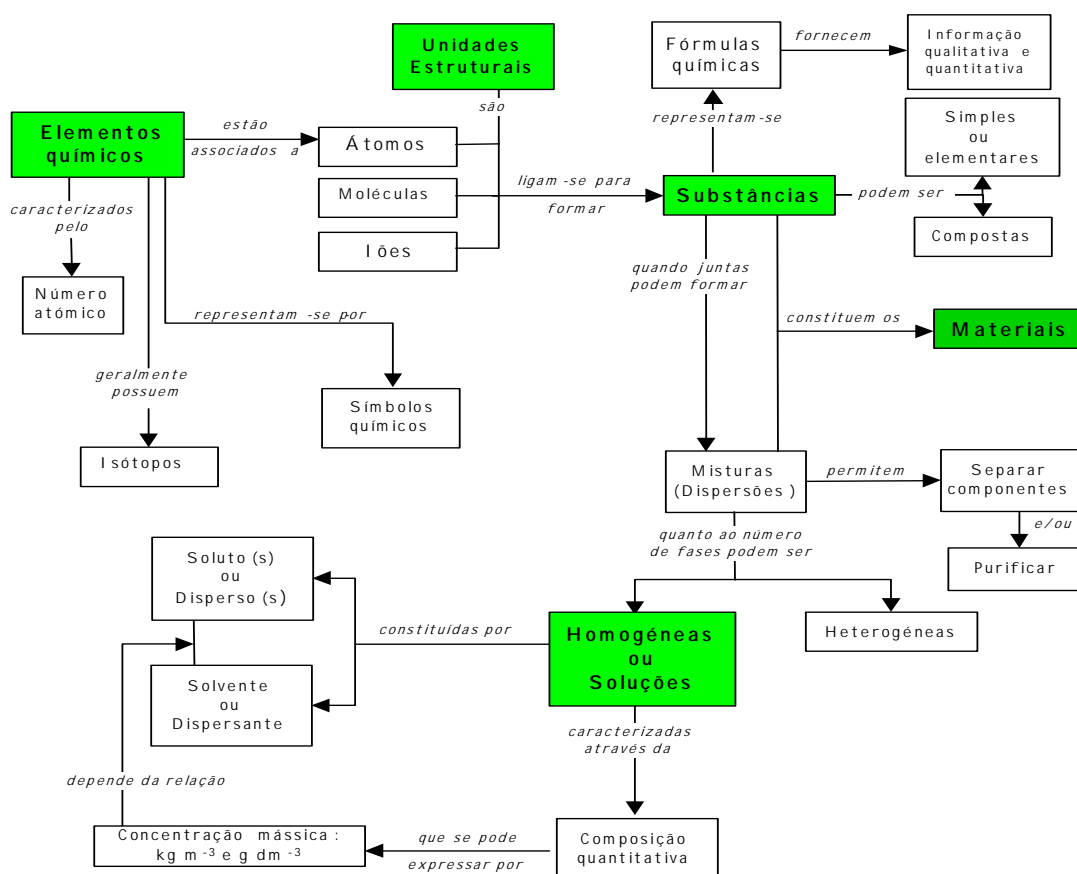


anteriormente, permitindo mesmo “desenhar” moléculas que confirmam as propriedades desejadas às substâncias de que fazem parte – vivemos na “Idade da Molécula”.

Embora a Química tenha uma conotação frequentemente negativa junto dos cidadãos, por exemplo através do impacto ambiental de muitos produtos industriais, não é essa a dimensão que este Módulo procura relevar (nas seguintes, esses problemas serão desenvolvidos na abordagem de outros tópicos).

A tónica deste Módulo 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 saber:

### 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 pode 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 ( $\text{kg m}^{-3}$ ), embora vulgarmente se utilize  $\text{g dm}^{-3}$
- 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 prático-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 prático
- Aplicar metodologias 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), facilitando a associação do nome ao equipamento. É oportuna uma discussão sobre o tipo de vidros que podem, ou não, ser aquecidos.

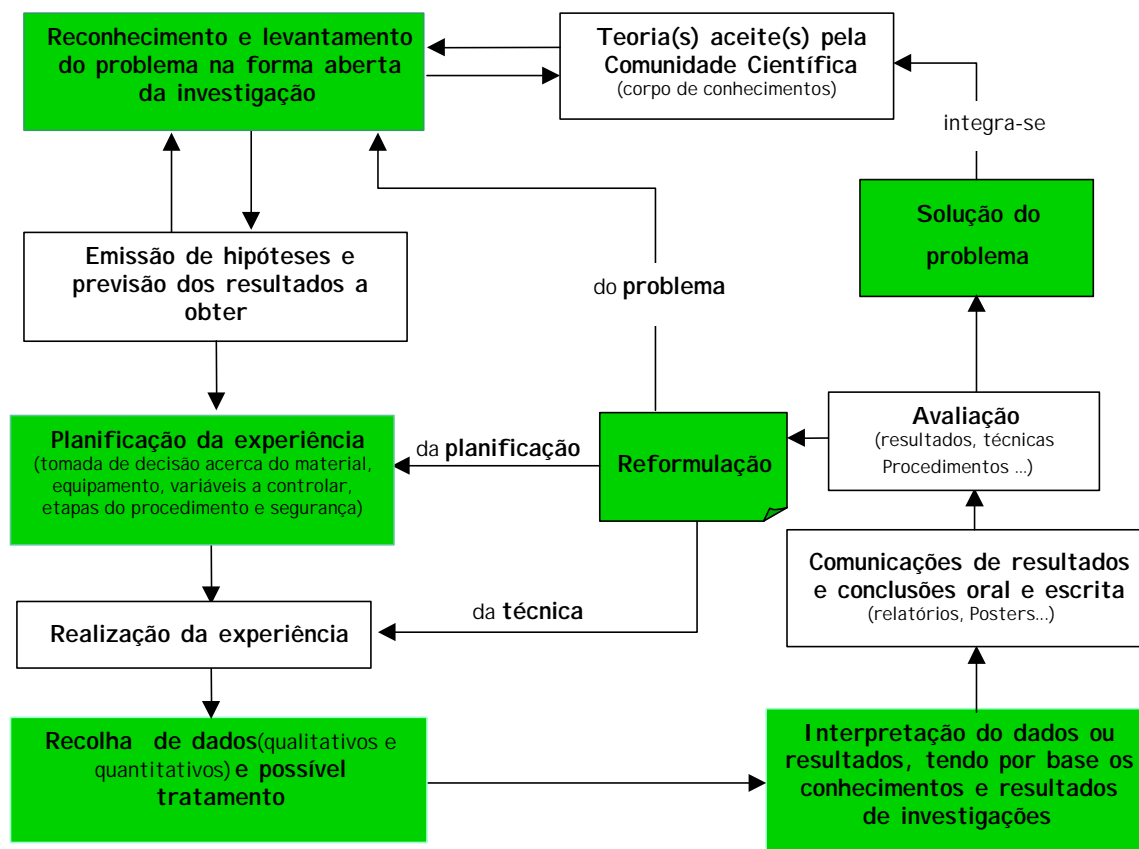
Sugere-se a planificação, em grupo, de uma proposta de resolução de um problema.

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. 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:

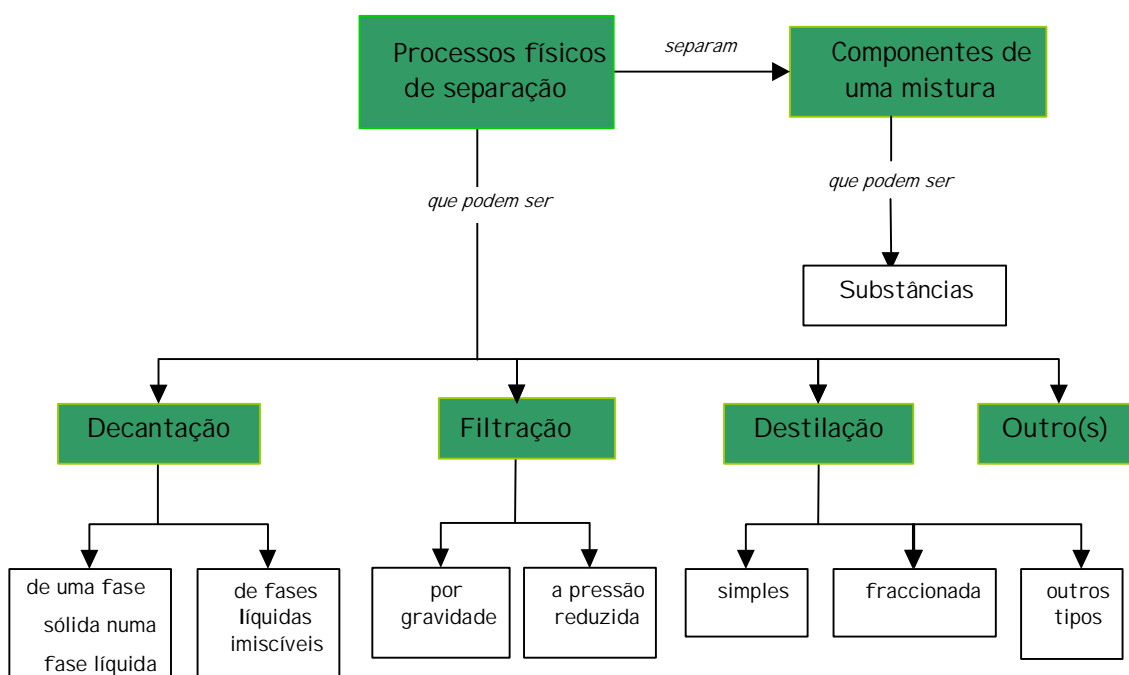
- Uns grupos farão uma destilação simples e outros uma destilação fraccionada;

- 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	1/aluno



algodão, óculos de segurança, luvas, ...)	
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 <sub>2</sub> 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

## UNIDADE 1 – Das Estrelas ao Átomo

O esforço para a compreensão do Universo é uma das muito poucas coisas que elevam a existência humana um pouco acima do nível da farsa e lhe dão algo do encanto da tragédia

Steven Weinberg, físico americano,  
Prémio Nobel da Física em 1979

### Introdução

Esta Unidade, composta por duas partes, conta a história dos átomos, dos elementos, das partículas sub-atómicas e de como o conhecimento das propriedades dos elementos foi organizado na tabela periódica. Na primeira parte a história centra-se nos átomos, elementos e partículas subatómicas.

Trata-se de uma longa história que começa no início dos tempos, o Big-Bang origem do Universo, e pretende terminar, por agora, no modelo mais actual do átomo.

Tudo no Universo, as estrelas, os buracos negros, a Lua, a Terra, nós próprios e a folha de papel onde este texto está escrito, faz parte das cenas desta história. O papel principal cabe, contudo, ao hidrogénio, o elemento mais abundante do Universo, o primeiro a ser formado a partir das partículas diferenciadas nos primeiros momentos, após a grande explosão e que vai servir de “combustível” para fabricar os outros elementos. São as estrelas que compõem o cenário onde se desenrolam estas espectaculares reacções nucleares, autênticos berços de novos elementos e como tal merecem o devido destaque na primeira parte desta Unidade. A teoria da formação das estrelas e o modo como evoluem é uma das maiores produções científicas do século XX. É a partir dela que melhor se compreende como surgiram os elementos e como se encontram distribuídos pelo Universo.

Quando se pretende estudar os **átomos** e os **elementos** a que dizem respeito, não nos podemos alhear do contexto em que essas entidades existem, do modo como apareceram e do fabuloso desenvolvimento científico e tecnológico que nos permite compreendê-los e para os quais a Química e a Física tiveram uma contribuição vital.

E, porque o cenário em que tudo se desenvolve, abarca valores gigantescos de distâncias, tempos e temperaturas, comparados com os do mundo que nos rodeia, impõe-se que os alunos se confrontem com novas unidades de comprimento, de tempo e de temperatura mais adequadas àquelas situações; por outro lado, é fundamental que, no contexto universal, percebam que o planeta que habitam, maravilhoso e azul, esplendoroso de vida e do qual já se pensou ser o centro do Universo e do nosso sistema solar, não é mais do que um simples planeta que gira à volta de um banal sol, num dos muitos sistemas solares que o Universo contém e situado nos subúrbios da Via Láctea, a nossa galáxia. É, portanto, neste contexto que nos propomos dar resposta à questão “*de onde vêm os elementos químicos?*”

A partir da radiação emanada das estrelas, e que é função da sua temperatura e composição, inicia-se a segunda parte da Unidade. Os cientistas aprenderam a analisar essa radiação utilizando uma das mais poderosas “ferramentas analíticas” conhecidas actualmente, a **espectroscopia**. Desta análise, é possível deduzir a composição das estrelas, em termos dos elementos que as constituem. O objectivo é interpretar os seus espectros de absorção de riscas, sendo que, cada conjunto de riscas a que está associada uma determinada gama de energia, corresponde a um elemento. Do mesmo modo que absorvem radiação de uma certa energia, as estrelas também emitem radiação cuja energia está contida no espectro

electromagnético, aqui caracterizado apenas pelas energias associadas a cada gama das radiações que o compõem, não se fazendo alusão, neste momento, à frequência ou ao comprimento de onda.

O hidrogénio, voltando a assumir o seu lugar de primeiro plano, emite radiação cujo espectro foi interpretado com recurso à quantização da energia, aos números quânticos e ao modelo mais actual para o átomo – **o modelo quântico**.

É evidente que este caminho está longe de ser fácil e linear. Foram os contributos de vários cientistas que permitiram chegar ao estado actual do conhecimento sobre o átomo mas, os meandros deste trajecto foram muitas vezes difíceis e atribulados. São estes os caminhos da Ciência e importa pois, fazer-lhes a devida referência, dando relevância aos marcos mais significativos, sem contudo nos perdermos nos detalhes.

Deste modo propomo-nos dar resposta às questões

“Como se conhece a constituição dos átomos?”

“Qual é a estrutura de um átomo?”

No final, uma breve incursão pela **Tabela Periódica** permite estabelecer a relação entre a estrutura do átomo e a organização dessa mesma Tabela.

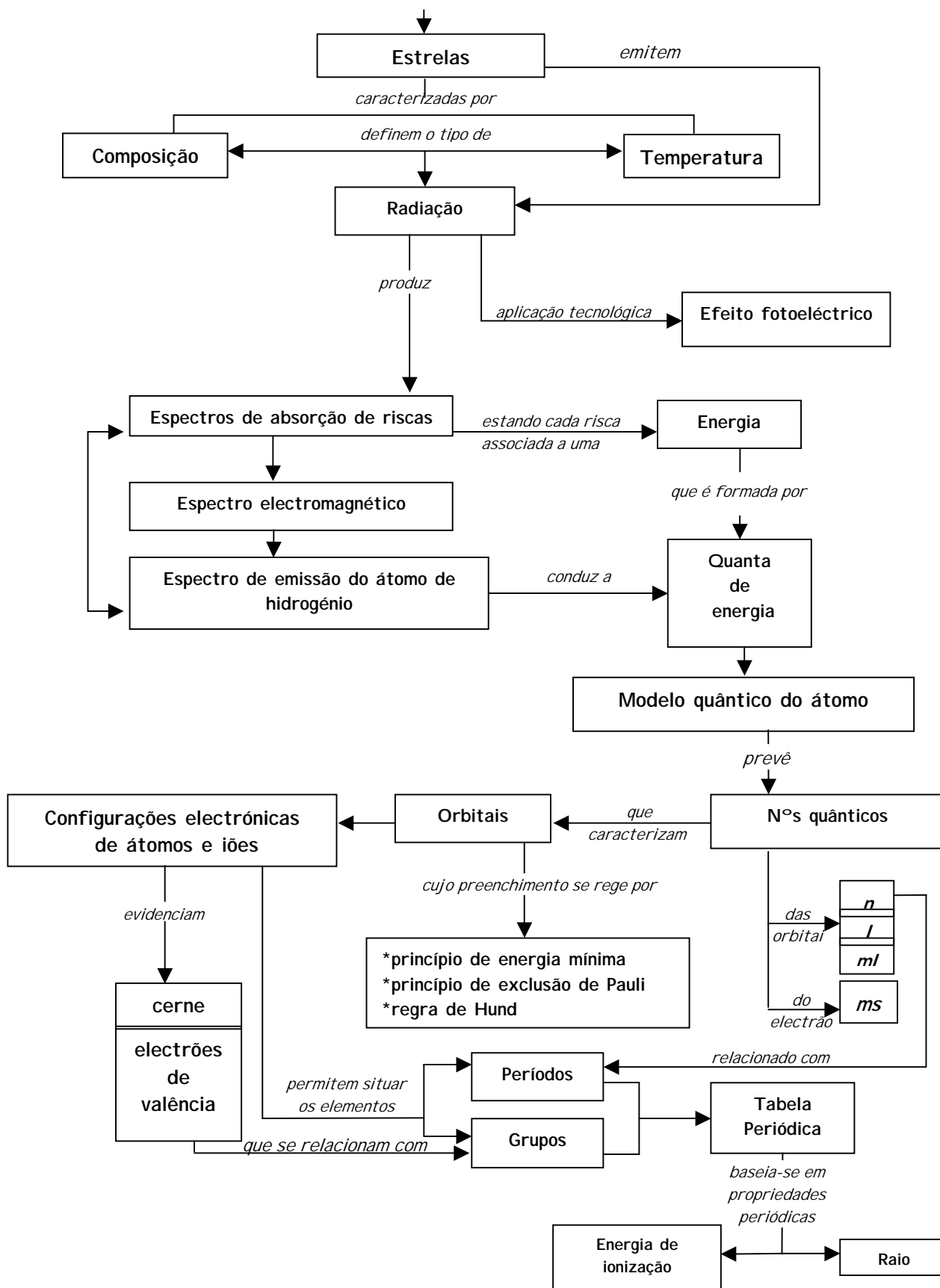
Mais uma vez se coloca a questão da evolução do conhecimento no que respeita à transformação da organização da Tabela até se converter nesse fabuloso instrumento da Química, a partir do qual tanta e tão útil informação se pode retirar. Porque não é necessário esgotar toda a riqueza dessa informação num só momento, o estudo da Tabela e o seu uso serão feitos nas ocasiões consideradas oportunas, destacando-se, agora, as propriedades **raio atómico** e **energia de ionização**.

Dada a sua importância, algumas aplicações tecnológicas da interacção radiação-matéria serão abordadas nesta Unidade.

A história dos átomos, afinal interminável, por via dos seus actores sempre presentes e sempre em constante interacção, terá novos episódios na Unidade seguinte.

A Unidade está prevista para 15 aulas (22,5 h), sendo cinco (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. Arquitectura do Universo

- Breve história do Universo  
Teoria do Big-Bang e suas limitações; outras teorias
- Escalas de tempo, comprimento e temperatura  
Unidades SI e outras de tempo, comprimento e temperatura
- Medição em Química (AL 1.1)
- Aglomerados de estrelas, nebulosas, poeiras interestelares, buracos negros e sistemas solares.
- Processo de formação de alguns elementos químicos no Universo  
As estrelas como "autênticas fábricas" nucleares
- Algumas reacções nucleares e suas aplicações  
Fusão nuclear do H e do He  
Síntese nuclear do C e do O  
Fissão nuclear
- Distribuição actual dos elementos no Universo

### 1.2. Espectros, radiações e energia

- Emissão de radiação pelas estrelas – espectro de riscas de absorção
- Espectro electromagnético – radiações e energia
- Relação das cores do espectro do visível com a energia da radiação
- Análise elementar por via seca (AL 1.2)
- Aplicações tecnológicas da interacção radiação-matéria

### 1.3. Átomo de hidrogénio e estrutura atómica

- Espectro do átomo de hidrogénio
- Quantização de energia
- Modelo quântico  
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  $Z \leq 23$

### 1.4. Tabela Periódica - organização dos elementos químicos

- Descrição da estrutura actual da Tabela Periódica
- Breve história da Tabela Periódica
- Posição dos elementos na Tabela Periódica e respectivas configurações electrónicas
- Variação do raio atómico e da energia de ionização na Tabela Periódica
- Propriedades dos elementos e propriedades das substâncias elementares

- Identificação de uma substância e avaliação da sua pureza (AL 1.3)

## Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permite ao aluno saber:

### 1.1. Arquitectura do Universo

2 aulas + 1 aula AL 1.1

- Posicionar a Terra e a espécie humana relativamente à complexidade do Universo
- Referir aspectos simples da Teoria do Big-Bang (expansão e radiação de base) e as suas limitações; referir a existência de outras teorias
- Analisar escalas de tempo, comprimento e temperatura no Universo
- Explicitar os valores das medidas anteriores nas unidades SI
- Explicitar a organização do Universo em termos da existência de aglomerados de estrelas, nebulosas, poeiras interestelares, buracos negros e sistemas solares
- Descrever o processo de formação de alguns elementos químicos no Universo, através de reacções de fusão nuclear e por choques de partículas de massas, energias e origens diferentes
- Distinguir, de forma simplificada, reacção nuclear de reacção química, frisando o tipo de partículas e as ordens de grandeza das energias envolvidas
- Distinguir reacção nuclear de fusão de reacção nuclear de fissão
- Caracterizar as reacções nucleares de fusão para a síntese nuclear do He, do C e do O
- Associar fenómenos nucleares a diferentes contextos de utilização (por exemplo, produção de energia eléctrica, datação, meios de diagnóstico e tratamento clínicos)
- Interpretar a formação de elementos mais pesados à custa de processos nucleares no interior das estrelas
- Analisar um gráfico de distribuição dos elementos químicos no Universo e concluir sobre a sua abundância relativa
- Relacionar o processo de medição com o seu resultado – a medida – tendo em conta tipos de erros cometidos

### 1.2. Espectros, radiações e energia

2 aulas + 1 aula AL 1.2

- Caracterizar tipos de espectros (de riscas/descontínuos e contínuos, de absorção e de emissão)
- Interpretar o espectro de um elemento como a sua “impressão digital”
- 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 e aparelhos de raios X)
- Estabelecer a relação entre a energia de radiação incidente, a energia mínima de remoção de um electrão e a energia cinética do electrão emitido quando há interacção entre a radiação e um metal

- Identificar algumas aplicações tecnológicas da interacção radiação-matéria, nomeadamente o efeito fotoeléctrico
- Interpretar espectros atómicos simples

### 1.3. Átomo de hidrogénio e estrutura atómica

3 aulas

- Descrever o espectro do átomo de hidrogénio
- Associar, no átomo de hidrogénio, cada série espectral a transições electrónicas e respectivas radiações Ultra Violeta, Visível e Infra Vermelho
- Explicar a existência de níveis de energia quantizados
- 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 de 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
- Interpretar o efeito fotoeléctrico em termos de energia de radiação incidente, energia mínima de remoção de um electrão e energia cinética do electrão emitido
- Identificar algumas aplicações tecnológicas do efeito fotoeléctrico

### 1.4. Tabela Periódica-organização dos elementos químicos

3 aulas+3 aulas AL 1.3

- Interpretar a organização actual da Tabela Periódica em termos de períodos, grupos (1 a 18) e elementos representativos (Blocos s e p) e não representativos
- Referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à organização actual
- Verificar, para os elementos representativos da Tabela Periódica, a periodicidade de algumas propriedades físicas e químicas das respectivas substâncias elementares
- Interpretar duas importantes propriedades periódicas dos elementos representativos - raio atómico e energia de ionização - em termos das distribuições electrónicas
- Identificar a posição de cada elemento na Tabela Periódica segundo o grupo e o período
- Distinguir entre propriedades do elemento e propriedades da(s) substância(s) elementar(es) correspondentes
- Interpretar informações contidas na Tabela Periódica em termos das que se referem aos elementos e das respeitantes às substâncias elementares correspondentes
- Relacionar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas
- Reconhecer na Tabela Periódica um instrumento organizador de conhecimentos sobre os elementos químicos
- Fundamentar, de forma simplificada, técnicas laboratoriais para a determinação de grandezas físicas (densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição...)
- Aplicar procedimentos (experimentais, consulta de documentos...) que visem a tomada de decisão sobre a natureza de uma amostra (substância ou mistura)

## Actividades Práticas de Sala de Aula

### Sugestões metodológicas

Os objectivos de aprendizagem atrás enunciados deverão ser encarados como objectivos respeitantes a aprendizagens essenciais. Não se pretende que sejam condicionantes do que os alunos poderão aprender. Para isso será muito importante que o professor diagnostique aquilo que os alunos já sabem e o tome como ponto de partida para novas abordagens, mais aprofundadas.

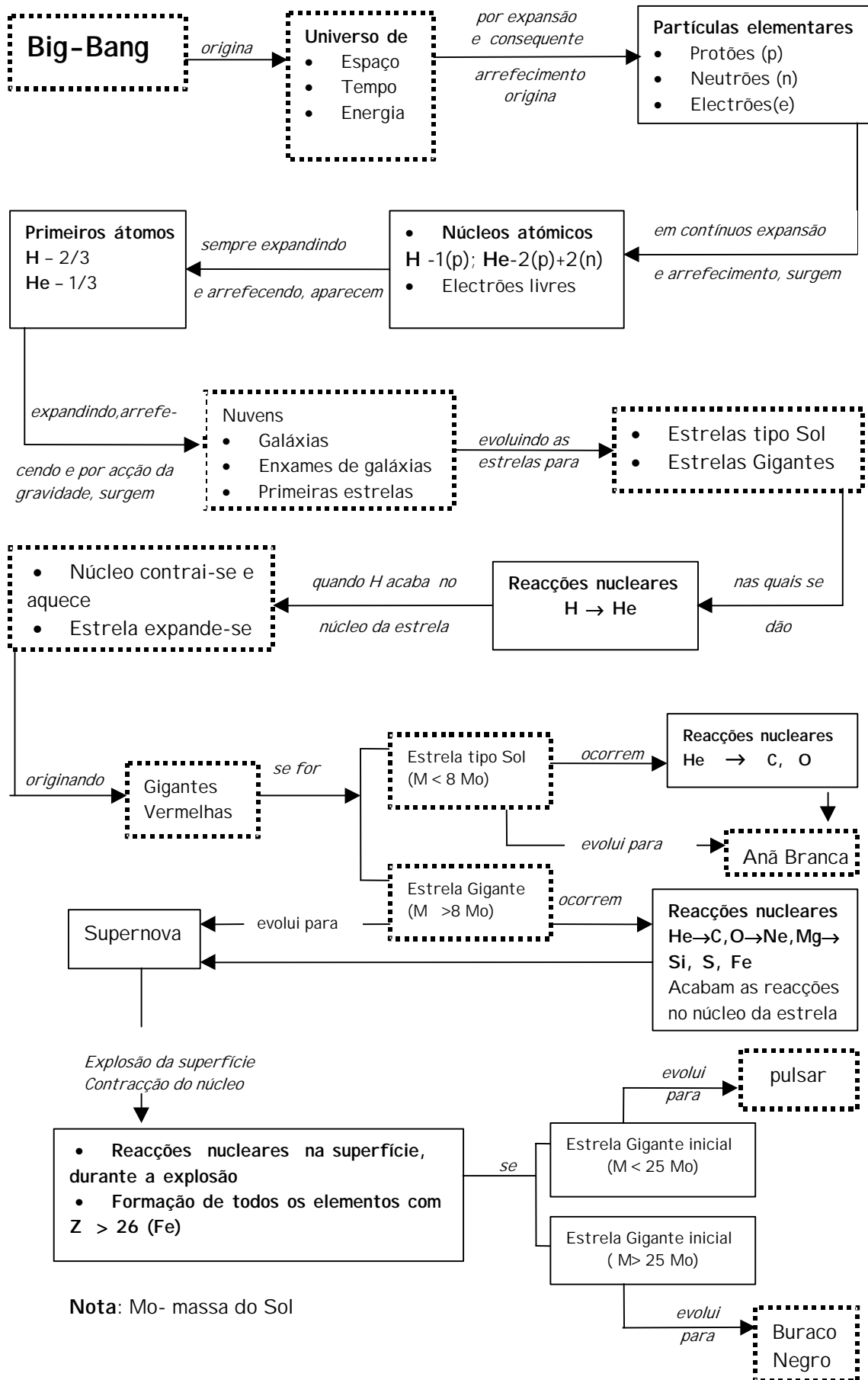
As actividades que a seguir se apresentam são exemplos que o professor poderá usar para envolver os alunos na consecução dos objectivos enunciados.

A teoria do Big-Bang é assumida como a teoria explicativa sobre a origem do Universo, com maior sustentação teórica. No entanto, outras teorias poderão ser referidas. Não se impõe nenhuma em particular, podendo por isso ser uma abordagem livre.

Nas aplicações tecnológicas da interacção radiação-matéria, o efeito fotoeléctrico surge, necessariamente, pela sua importância. Embora não seja objectivo desta Unidade abordar as teorias interpretativas sobre a natureza da luz, tal não impede que se refiram aplicações tecnológicas da interacção da radiação com a matéria.

A primeira parte da Unidade assenta numa temática ainda não muito habitual em Programas de Química, pelo que se fez a opção de apresentar um diagrama com maior grau de especificação, com o objectivo de tornar mais claro aquilo que está em causa que os alunos aprendam.





Nota: Mo- massa do Sol

### 1.1. Arquitectura do Universo

- Pesquisa documental sobre a constituição do Universo utilizando fontes de informação diversas (livros, revistas, enciclopédias, jornais...) e as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação)
- Ficha de trabalho contemplando situações que abrangem o infinitamente pequeno e o infinitamente grande, centrada em três aspectos fundamentais:
  - 1º- previsão de dimensões (no SI)
  - 2º- comparação da previsão feita com os resultados recolhidos na literatura
  - 3º- identificação e comparação de ordens de grandeza.
- Ficha de trabalho que contemple a conversão de valores de temperatura nas escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit (esta última relevante devido à sua utilização em *endereços na Internet* dos EUA)
  - Pesquisa, utilizando as TIC e outras fontes, sobre:
    - fusão e fissão nucleares e suas aplicações tecnológicas
    - origem dos elementos químicos
    - distribuição dos elementos químicos no Universo

### 1.2. Espectros, radiações e energia

- 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

### 1.3. Átomo de hidrogénio e estrutura atómica

- Análise do espectro do átomo de hidrogénio
- Pesquisa documental e/ou utilizando as TIC sobre aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico, em situações do quotidiano
- Pesquisa documental sobre modelos atómicos e sua evolução

### 1.4. Tabela Periódica – organização dos elementos químicos

- Trabalho de investigação (que se sugere seja desenvolvido na área de projecto)  
Cada aluno deverá “adoptar” um elemento de entre os elementos representativos e alguns não representativos (mais vulgarmente utilizados) sobre os quais deve pesquisar informação, nomeadamente sobre:
  - \*história do elemento
  - \*características do elemento (número atómico, raio atómico, raio iónico, tipos de ligação, energias de ionização...)
  - \*substâncias em que se encontra e propriedades destas; utilização dessas substâncias na indústria e implicações para o ambiente
  - \*outras características pertinentes.Exposição dos trabalhos realizados (por exemplo, no final do semestre)
- Pesquisa sobre a história da concepção da Tabela Periódica (que se sugere seja desenvolvida na área de projecto)

## Actividades Prático-Laboratoriais (AL)

### AL 1.1 – Medição em Química

1 aula

#### *Será possível fazer uma medição exacta?*

A precisão e a exactidão de uma medida depende do instrumento de medição usado e do modo como este é utilizado. Torna-se assim importante o conhecimento dos tipos de erros associados aos instrumentos e ao operador assim como o conhecimento dos processos que permitam minimizá-los.

Esta preocupação deverá estar presente ao longo de todas as actividades experimentais onde é exigido rigor na medição directa das grandezas ou nos cálculos que envolvam algarismos significativos (medição indirecta).

#### Objecto de ensino

##### Medição em Química

- Medição e medida
- Erros acidentais e sistemáticos; minimização dos erros acidentais
- Instrumentos para medição de grandezas físicas
- Notação científica e algarismos significativos
- Inscrições num instrumento de medida e seu significado

#### Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

##### Medição em Química

- Distinguir medição de medida
- Seleccionar instrumentos adequados à medição em vista, com diferentes precisões, de forma a minimizar os erros acidentais
- Diferenciar erros acidentais de erros sistemáticos em medição
- Interpretar as inscrições em instrumentos de medida
- Expressar os resultados de uma medição atendendo ao número de algarismos significativos dados pela precisão do aparelho de medida

#### Sugestões metodológicas

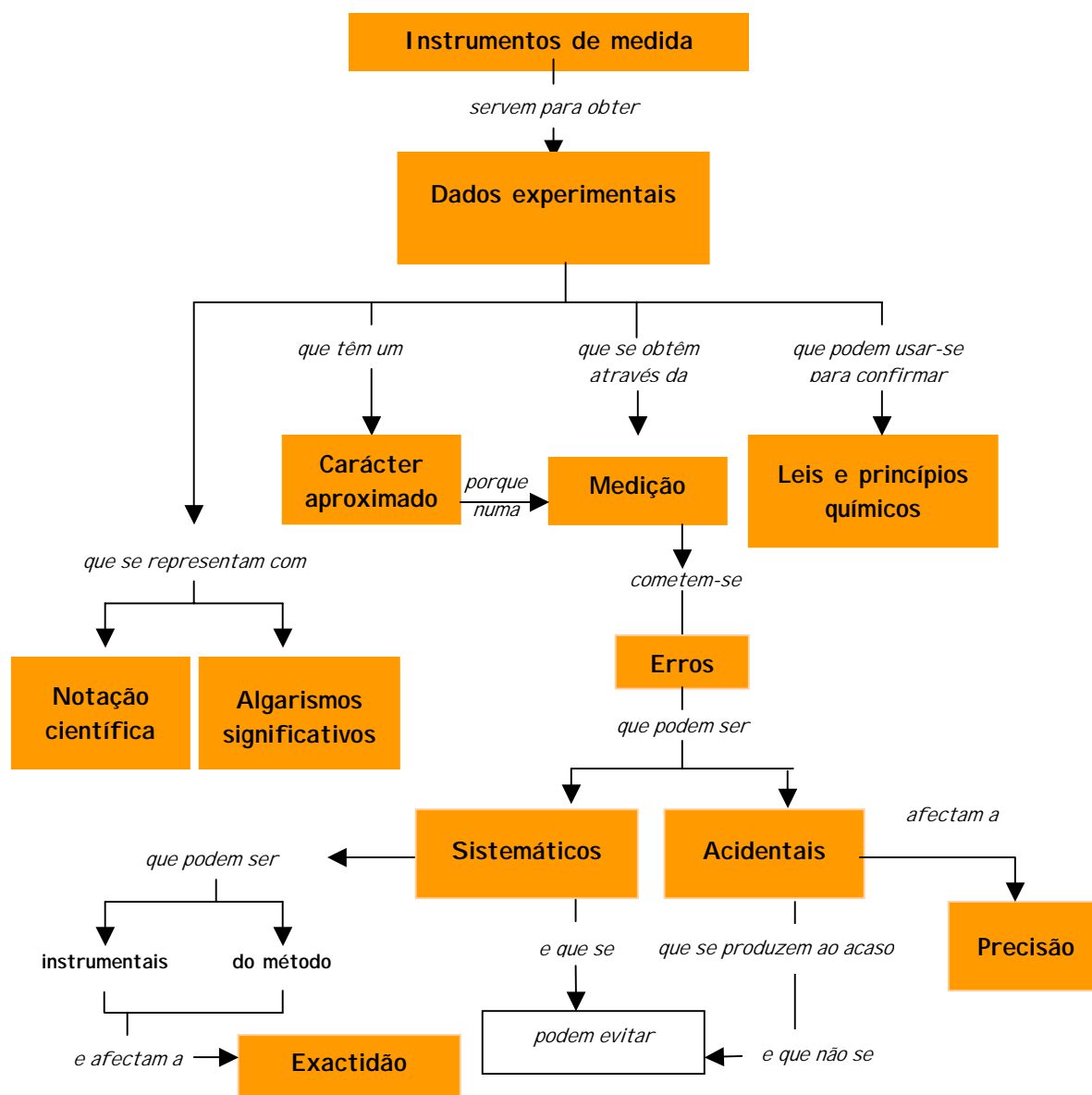
Com esta actividade laboratorial pretende-se que os alunos se confrontem com a impossibilidade de medir exactamente uma grandeza, ou seja, o reconhecimento que qualquer medição pode ser afectada por erros relacionados com o observador, com o instrumento de medida e outros factores. Por outro lado, a escolha do instrumento a utilizar deve estar relacionada com a finalidade em vista, já que nem todas têm o mesmo grau de exigência na exactidão e precisão.

Assim, propõe-se a medição de diferentes grandezas físicas usando diversos instrumentos adequados à sua medição e com diferentes precisões (pipetas volumétricas, pipetas graduadas, balões volumétricos, provetas, gobelés, balanças, termómetros...).

A partir desta actividade discutir:

- \*os algarismos significativos do resultado da medição
- \*o tipo de erros associados à medição
- \*o significado das inscrições nos instrumentos em vidro para a medição de volumes
- \*a precisão das diferentes medidas efectuadas em função dos instrumentos de medida

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



## Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Unidades
Balanças de precisões diferentes	2
Balão volumétrico de 50 mL	4
Gobelé de 150 mL	4
Pipeta graduada de 10 mL	4
Pipeta volumétrica de 50 mL	4
Pompete para pipeta	8
Proveta de 100 mL	4
Proveta de 250 mL	4
Proveta de 50 mL	4
Termómetros com diferentes escalas	4
Outro material	

## Sugestão para avaliação

Cada grupo deverá:

- organizar uma tabela para registo dos resultados das medições efectuadas com os diferentes instrumentos
- analisar os resultados obtidos em função dos instrumentos utilizados e das finalidades pretendidas

**AL 1.2 – 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 quantização 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 um ou mais elementos químicos na amostra em apreciação
- Relacionar o método de análise espectral com a composição química qualitativa de uma dada substância, em particular:
- 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 elementar em termos da natureza dos elementos presentes na amostra e da temperatura da chama
- Relacionar os resultados do teste de chama com os efeitos obtidos quando se queima fogo de artifício
- Relacionar o fenómeno das auroras boreais com a possível colisão de moléculas existentes no ar com partículas electricamente carregadas emitidas pelo Sol e que se deslocam com velocidade elevada.

### Sugestões metodológicas

Como motivação para a aula prática sugere-se:

- a 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.

O ácido clorídrico, usado para limpeza do anel, é desnecessário se para cada sal se usar uma ansa de Cr/Ni. 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).

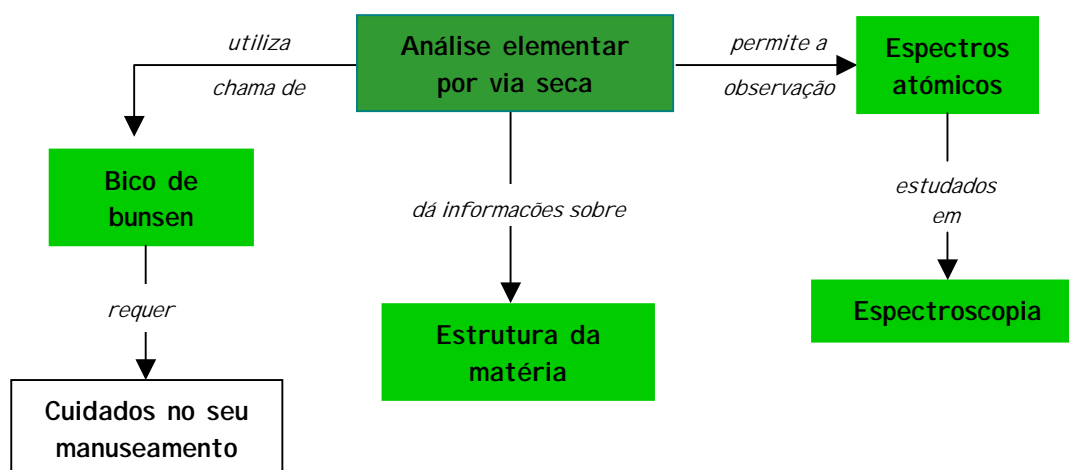
Em alternativa aos bicos de bunsen de bancada poder-se-á utilizar bicos de bunsen adaptadas a minibotijas de gás portáteis.

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	Unidades
Ansa de inoculação com anel níquel /crómio	12
Bico de bunsen	1 por bancada
Cadinho ou cápsula de porcelana	4
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 dos dados obtidos para cada amostra ensaiada (cor conferida à chama e tipo de espectro observado). Com base nos dados registados e pesquisa na literatura, deverá concluir sobre o elemento (catião) presente em cada amostra, justificando.

### AL 1.3 - Identificação de uma substância e avaliação da sua pureza 3 aulas

*Como identificar materiais no laboratório?*

*Como avaliar o grau de pureza de algumas substâncias?*

Através desta actividade pretende-se que os alunos possam conhecer e aplicar métodos de avaliação da identidade de uma substância e do grau de pureza de uma amostra.

Para isso, deverão utilizar técnicas de determinação de densidade/densidade relativa e de ponto de fusão e/ou ebulição para, posteriormente, compararem os valores obtidos com os valores tabelados para várias substâncias. Pretende-se ainda que discutam limitações das técnicas usadas (instrumentos e erros cometidos).

Dado não ser exequível a utilização apenas de substâncias elementares (note-se que esta Actividade Laboratorial se insere no tema 1.4. Tabela Periódica - organização dos elementos químicos, e pretende fazer a "ligação" entre propriedades das substâncias elementares e características dos elementos químicos correspondentes) há necessidade de recorrer a substâncias compostas possíveis de manipular com riscos reduzidos.

## Objecto de ensino

### Densidade e densidade relativa

- Densidade de sólidos e líquidos  
Uso de picnómetros e densímetros
- Densidade de materiais – resolução de um caso

### Ponto de ebulição e ponto de fusão

- Equipamento automático/ Equipamento tradicional
- Equipamento de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD)

## Objectivos de aprendizagem

### Esta AL permite ao aluno saber:

- Determinar, experimentalmente, a densidade de alguns materiais usando métodos diferentes
- Comparar os valores de densidade obtidos experimentalmente para sólidos e líquidos com os valores tabelados, com vista a concluir sobre a pureza dos materiais em estudo
- Determinar, experimentalmente, os pontos de ebulição e de fusão de materiais diversos por métodos diferentes
- Comparar os valores obtidos, para o mesmo material, com métodos diferentes
- Comparar os valores da temperatura de ebulição de líquidos e/ou de fusão de sólidos com valores tabelados e avaliar a pureza dos materiais em estudo
- Interpretar representações gráficas de dados experimentais de variação da temperatura em função do tempo
- Utilizar a metodologia de Resolução de Problemas num caso concreto.

## Sugestões metodológicas

Para a planificação da actividade de trabalho experimental aberta propõe-se a metodologia usada na primeira sessão laboratorial, ou seja, usar as questões colocadas no AL 0.0 . Face às propostas de resolução do problema por via experimental, e após discussão com o professor, os alunos procedem à sua execução.

Em relação à determinação das propriedades físicas “ponto de fusão” e “ponto de ebulição”, sugere-se que:

- 1º. Metade dos alunos de cada turno façam a determinação do ponto de fusão e os restantes do ponto de ebulição. No final os grupos apresentam os resultados das suas determinações aos restantes grupos do turno,
- 2º. Seja privilegiado equipamento mais moderno (aparelhos automáticos ou SATD) e utilizar apenas o equipamento tradicional (por exemplo, o tubo de Thiele) na ausência daqueles



3º. Os alunos possam adquirir uma visão global das diferentes técnicas e equipamentos em utilização. A organização do tempo de aula é fundamental para este fim.

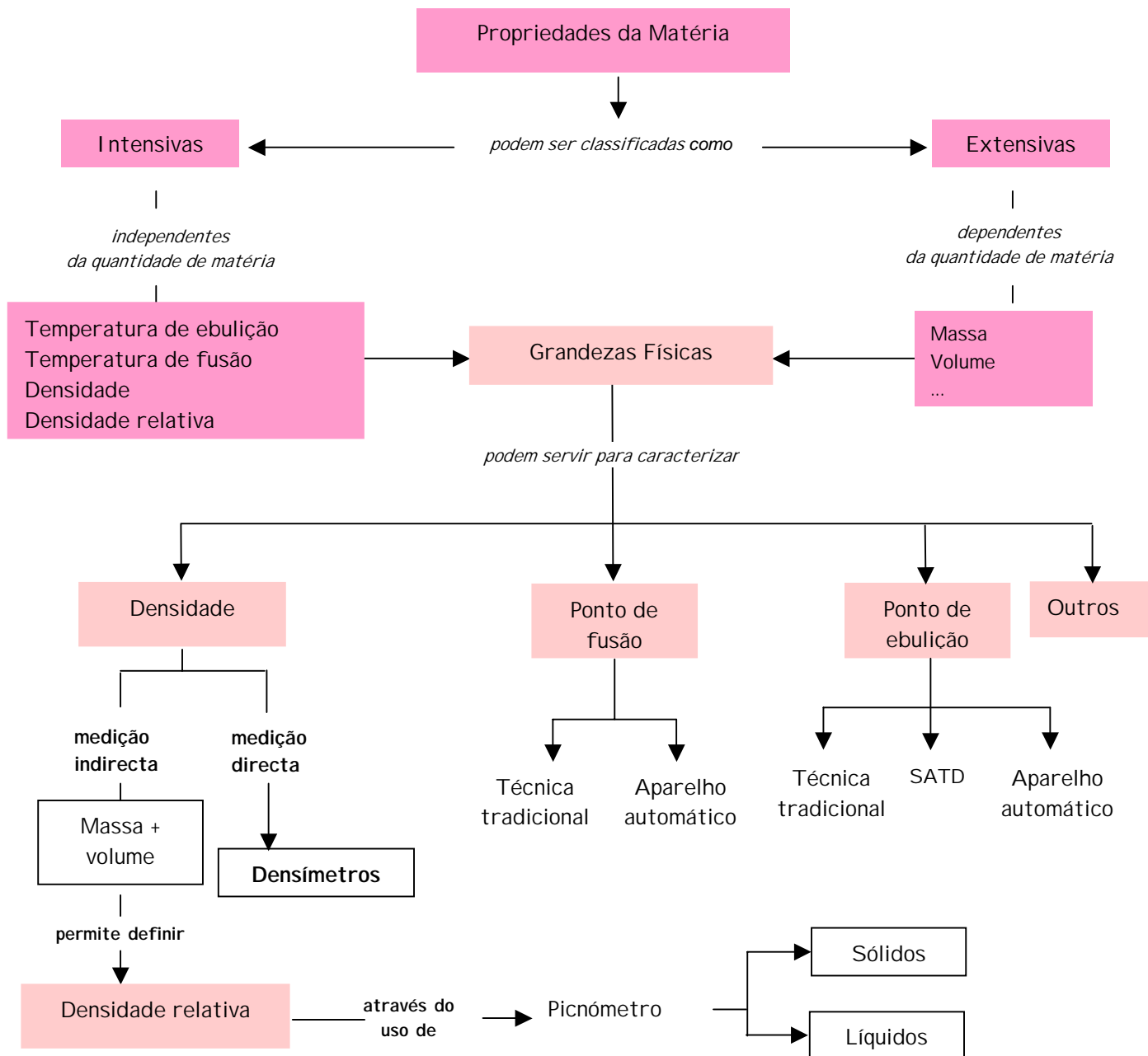
Para rentabilizar "tempos de espera", durante o arrefecimento do banho de aquecimento, os alunos podem deslocar-se à(s) bancada(s) onde outros métodos estão a ser utilizados. O professor poderá aproveitar também este tempo para demonstrar a dependência da temperatura de fusão com a pressão utilizando um cubo de gelo sobre o qual coloca um fio fino de metal que tem nas extremidades suspensos alguns pesos (influência da pressão na temperatura de fusão).

Assim, propõe-se:

- Determinação da densidade e da densidade relativa de um sólido (cobre, chumbo, alumínio, latão...) e de um líquido (água, etanol...) usando os métodos do picnómetro (tanto para líquidos como para sólidos), do densímetro (só para o líquidos) e da determinação indirecta (medição da massa e do volume)
- Análise comparativa dos valores obtidos com valores tabelados (usar fontes de dados) e investigar sobre o tipo de erros que podem ter sido cometidos durante as determinações
- Planificação do procedimento experimental (do tipo investigativo) com vista a determinar:
  - \*a densidade média de areia e de um componente da mesma, por exemplo o quartzo
  - \*a densidade do sal da cozinha
- Determinação do ponto de ebulição de um líquido (por exemplo, água, etanol...) usando:
  - \*equipamento automático
  - \*equipamento de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD)

ou

- Determinação do ponto de fusão de um sólido (por exemplo, enxofre, naftaleno, ácido salicílico...) usando:
  - \*equipamento tradicional
  - \*equipamento automático



### Material, equipamento e reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Aparelho automático do ponto de ebulição	1
Aparelho automático do ponto de fusão	1
Areia	
Computador com software específico e interface	1 ou 2
Densímetros de diversas gamas	4 conjuntos
Equipamento tradicional (por exemplo o tubo de Thiele)	4
Esguicho para água destilada	4
Pedaços de alumínio irregulares	4
Pedaços de chumbo irregulares	4
Pedaços de cobre irregulares	4
Pedaços de latão irregulares	4

Pedaços de Quartzo	4
Picnómetro de líquidos de 50 mL ou de outra capacidade	4
Picnómetro de sólidos de 50 mL ou de outra capacidade	4
Sensor de temperatura para a interface	1 ou 2
Tubos capilares	8

**Reagentes**

Cloreto de sódio, enxofre, naftaleno, ácido salicílico, etanol, parafina ou hexano

**Sugestão para avaliação**

Elaboração, por escrito, do relatório referente a uma das actividades experimentais realizadas.

**Gestão dos tempos lectivos**

Objecto 1.1	→	2 aulas
Objecto 1.2	→	2 aulas
Objecto 1.3	→	3 aulas
Objecto 1.4	→	3 aulas
Actividade laboratorial 1.1	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.2	→	1 aula
Actividade laboratorial 1.3	→	3 aulas

## UNIDADE 2- Na atmosfera da Terra: radiação, matéria e estrutura

Quando tentamos perceber qualquer coisa por si própria, encontramos-la 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 envolvem-se em trocas de energia através das reacções químicas em que participam. 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 dinossauros 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 do urânio e 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 ejetados 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**.

É então que se desenrolam os novos episódios da história começada na Unidade anterior. Tanto o planeta 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 hidrogénio<sup>1</sup>.

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...

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

---

<sup>1</sup> Gaedel e Crutzen, 1997

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.

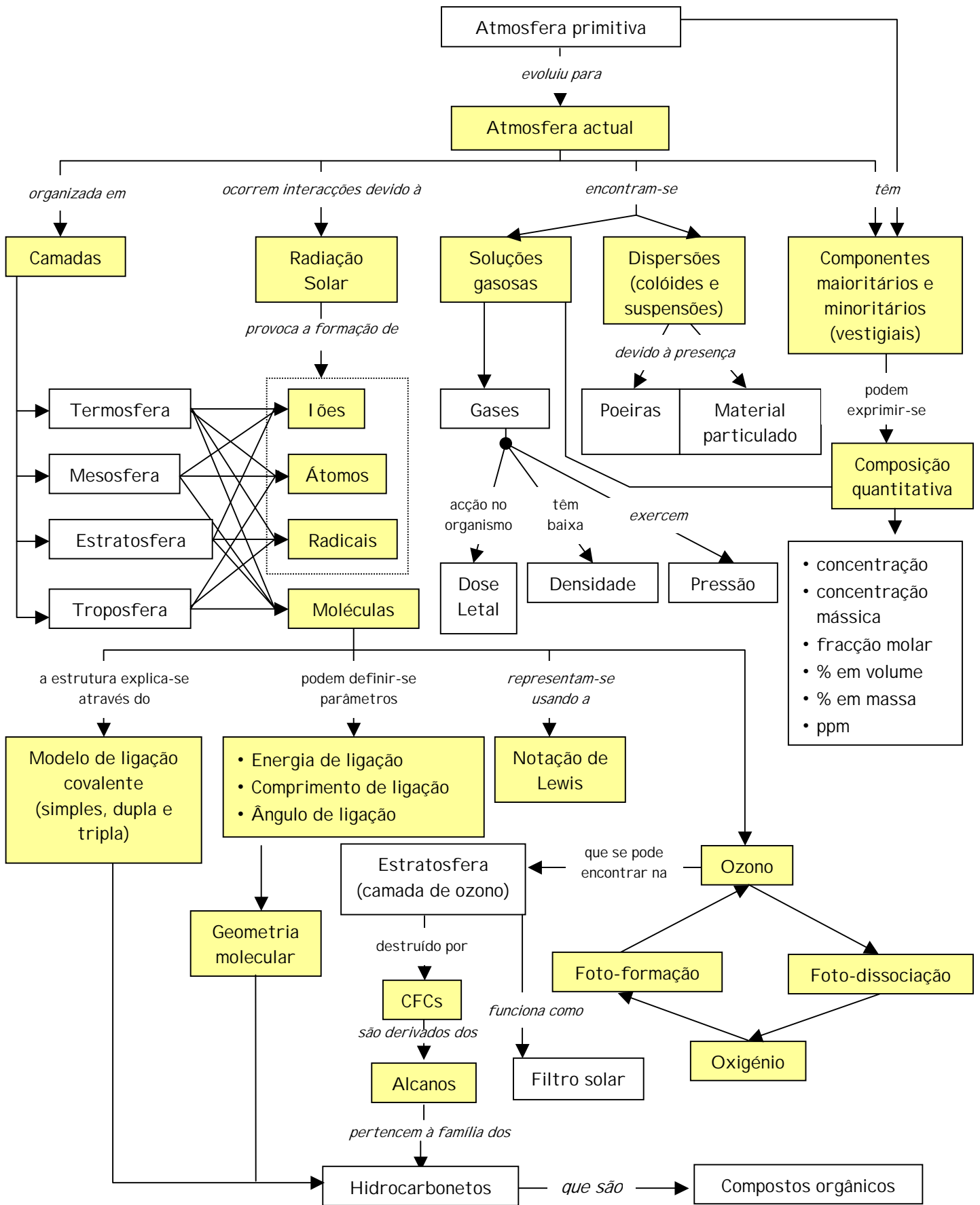
A atmosfera diferencia-se em termos de densidade, pressão, temperatura e composição à medida que a altitude aumenta. Aparecem espécies químicas diferentes conforme a energia das radiações solares que alcançam a matéria e que com ela interactivam - os iões, os radicais livres e outras partículas.

Num viveiro permanente de reacções químicas em desequilíbrio 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 e a algumas das reacções em que se envolvem, e que mais não são do que conceitos químicos, é 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.

A Unidade está prevista para 15 aulas (22,5 h), sendo duas (3 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

### 2.1. Evolução da atmosfera- breve história

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

### 2.2. 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 constantes
  - \*relação densidade de um gás/massa molar
- Dispersões na atmosfera
  - \*soluções gasosas
  - \*colóides e suspensões- material particulado
  - \*soluções e colóides - AL 2.1
- Composição quantitativa de soluções
  - \*concentração e concentração mássica
  - \*percentagem em volume e percentagem em massa
  - \*mg/kg ou  $\text{cm}^3/\text{m}^3$  (partes por milhão)
  - \*fracção molar

### 2.3. Interação radiação-matéria

- Formação de iões na termosfera e na mesosfera:  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}^+$  e  $\text{NO}^+$
- A atmosfera como filtro de radiações solares
- Formação de radicais livres na estratosfera e na troposfera
  - \* $\text{HO}^\bullet$ ,  $\text{Br}^\bullet$  e  $\text{Cl}^\bullet$
- Energia de ligação por molécula e energia de ionização por mole de moléculas

### 2.4. O ozono na estratosfera

- O ozono como filtro protector da Terra
  - \*Filtros solares
- Formação e decomposição do ozono na atmosfera
- A camada do ozono

- O problema científico e social do “buraco na camada do ozono”
- Efeitos sobre o ozono estratosférico. O caso particular dos CFC's
- Nomenclatura dos alcanos e alguns dos seus derivados

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

- Modelo covalente da ligação química
- Parâmetros de ligação
  - \*Energia de ligação
  - \*Comprimento de ligação
  - \*Ângulo de ligação
- Geometria molecular

## Objectivos da aprendizagem

Esta Unidade permite ao aluno saber:

### 2.1. 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( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2O$  e  $CO_2$ ) 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
- 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

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

3 aulas + 2 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 e temperatura, 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 da densidade da atmosfera 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 a correspondência adequada

### 2.3. Interacção radiação-matéria

1 aula

- Interpretar a formação dos radicais livres da atmosfera (estratosfera e troposfera)  $\text{HO}^\bullet$ ,  $\text{Br}^\bullet$  e  $\text{Cl}^\bullet$  como resultado da interacção entre radiação e matéria
- Interpretar a formação dos iões  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}^+$  e  $\text{NO}^+$  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 de radicais livres na atmosfera sobre os seres vivos

### 2.4. O ozono na estratosfera

3 aulas

- Compreender o efeito da radiação na produção de ozono estratosférico
- Explicar o balanço  $\text{O}_2/\text{O}_3$  na atmosfera em termos da fotodissociação de  $\text{O}_2$  e de  $\text{O}_3$
- 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 os 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 alguns dos agentes (naturais e antropogénicos) que podem provocar a destruição do ozono
- Indicar algumas consequências da diminuição do ozono estratosférico, para a vida na Terra
- 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 a nomenclatura IUPAC a alguns alcanos e 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

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

4 aulas

- 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)
- Interpretar os parâmetros de ligação - energia e comprimento- para as moléculas  $H_2$ ,  $O_2$  e  $N_2$
- Relacionar a energia de ligação com a reactividade das mesmas moléculas
- Interpretar o facto de o neon não formar moléculas
- Explicar a estrutura das moléculas de  $H_2O$ , utilizando o modelo de ligação covalente
- Explicar a estrutura das moléculas de  $NH_3$ ,  $CH_4$  e  $CO_2$ , utilizando o modelo de ligação covalente
- Interpretar o parâmetro ângulo de ligação nas moléculas de  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$  e  $CO_2$
- Representar as moléculas de  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$  e  $CO_2$  na notação de Lewis
- Aplicar a nomenclatura IUPAC a algumas substâncias inorgânicas simples (ácidos, hidróxidos, sais e óxidos)
- 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 nas Unidades anteriores, 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.

#### 2.1. 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.

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

- Conversão, estabelecendo as correspondências possíveis, da composição da atmosfera em mg/kg ou em  $cm^3/m^3$  e em percentagem em volume ou massa.
- Análise de tabelas publicadas em jornais com valores da composição de poluentes mais comuns nas atmosferas urbanas e conversão nas 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).

#### 2.3. 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

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

- 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 Prático-Laboratoriais (AL)

#### AL 2.1- Soluções e Colóides

2 aulas

*Como proceder para preparar uma solução?*

*Como distinguir entre soluções, colóides e suspensões?*

Com este conjunto de trabalhos laboratoriais pretende-se que o aluno saiba como preparar soluções, com rigor, distinguir entre soluções, colóides e suspensões.

Objecto de ensino

#### Soluções, colóides e suspensões

Soluto (disperso) e solvente (dispersante)  
Concentração e concentração mássica  
Preparação de colóides e de suspensões  
Propriedades de colóides

Objectivos da aprendizagem

Estas AL permitem ao aluno saber:

- Seleccionar material adequado à preparação de uma solução (por exemplo pipetas e balões de diluição)
- Explicitar as etapas e procedimento necessárias à preparação de uma solução tanto a partir de um soluto sólido como por diluição de outra solução
- Preparar, experimentalmente, soluções de concentração conhecida

- Atribuir significado adequado ao termo "factor de diluição", em termos de razão entre o volume final da solução diluída e o volume inicial da solução de partida
- Preparar, experimentalmente, colóides
- Distinguir colóides de diferentes tipos com base nos estados físicos do disperso e dispersante
- Criar situações em que se observem suspensões
- Interpretar o comportamento de soluções, de colóides e de suspensões face à incidência de luz branca

## Sugestões metodológicas

Esta actividade laboratorial está prevista para duas aulas. Na primeira aula pretende-se que os alunos aprendam a preparar uma solução de volume e concentração previamente fixados.

A partir desta solução os alunos deverão preparar soluções mais diluídas, com diversos factores de diluição. Para a realização desta tarefa os alunos deverão conjugar pares de uma pipeta e um balão volumétrico de forma a obter a solução final com a concentração desejada.

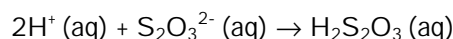
Na segunda aula pretende-se que os alunos identifiquem misturas coloidais e suspensões em situações diferentes de pares disperso-dispersante.

### 1ª Aula

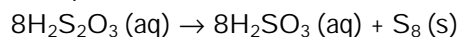
- ↳ Preparação de 50,0 cm<sup>3</sup> de uma solução 0,030 mol/dm<sup>3</sup> a partir do soluto sólido (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O)
- ↳ Preparação de soluções diluídas a partir da solução anterior, com factores de diluição diversos (por exemplo, 2; 2,5; 3; 4 e 5) seleccionando os balões e pipetas adequados

### 2ª Aula

- ↳ Preparação pelos alunos de um gel por adição de uma solução saturada de acetato de cálcio a 30 cm<sup>3</sup> de etanol absoluto
- ↳ Demonstração<sup>2</sup>, pelo professor, dos efeitos da incidência da luz visível sobre uma dispersão coloidal. O colóide é obtido através da reacção entre o HCl (concentrado) e parte da solução de tiosulfato de sódio preparada anteriormente de acordo com a equação química:



O ácido tiosulfúrico decompõe-se imediatamente produzindo ácido sulfuroso e enxofre coloidal de acordo com a equação química:

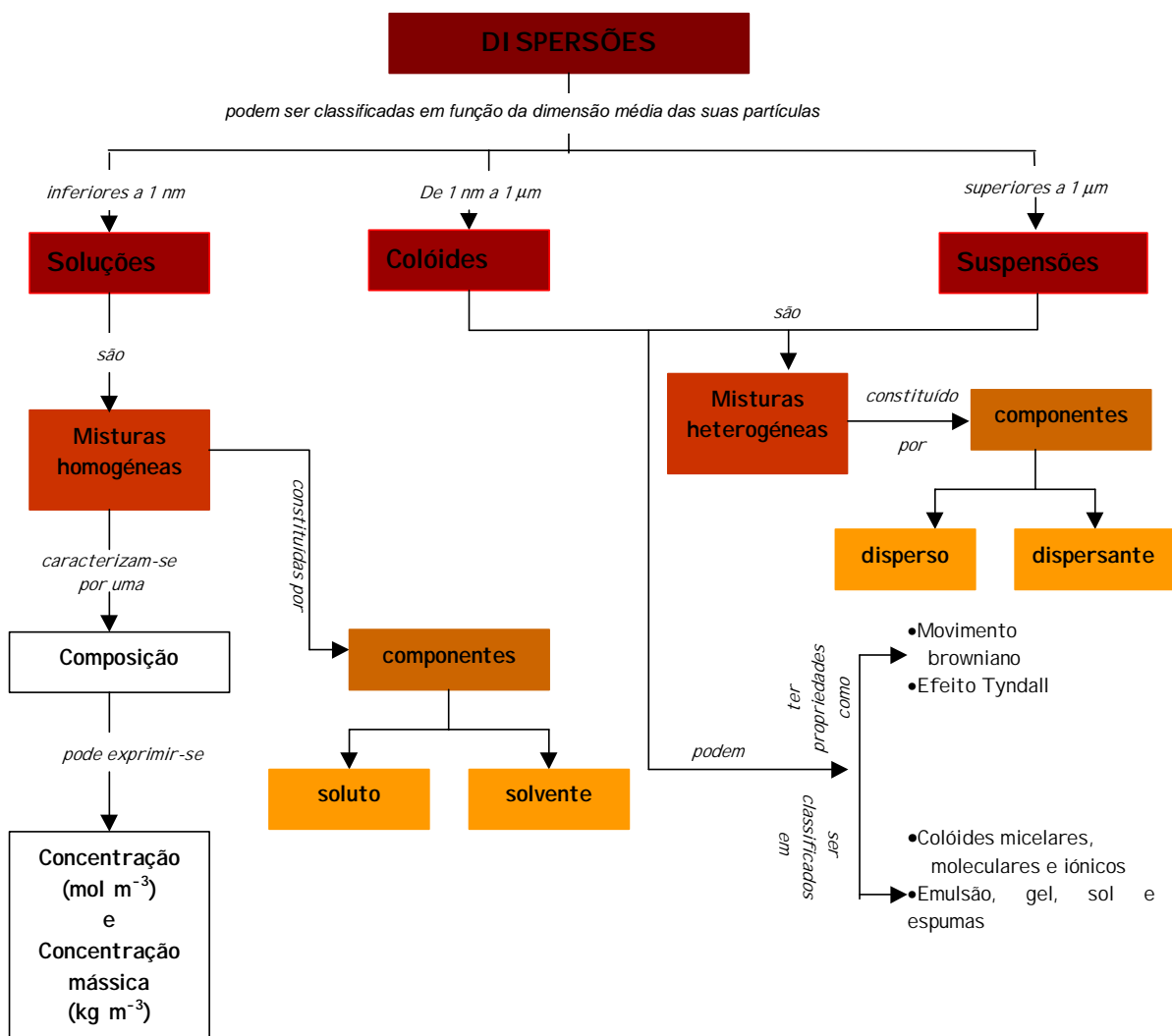
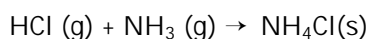


- ↳ Selecção entre produtos comerciais ou de preparação, pelos alunos, de colóides com diversos pares disperso-dispersante
- ↳ Preparação de suspensões de sólidos em líquidos e de sólidos em gás.

---

<sup>2</sup> Usando um retroprojector e uma cartolina opaca é feito um buraco do tamanho de uma caixa de Petri. Coloca-se a cartolina sobre o retroprojector e uma caixa de Petri com solução de tiosulfato de sódio preparada anteriormente de modo a cobrir o fundo da placa. Adiciona-se cerca de 5 ml de HCl concentrado e mexe-se rapidamente a solução com os cuidados de segurança inerentes ao trabalho com ácidos concentrados. A luz projectada fica gradualmente amarela, vermelha e, finalmente, quase negra. Esta alteração simula o que acontece na atmosfera durante o pôr-do-sol devido à dispersão da luz branca pelas poeiras.

Sugere-se a reacção directa, executada na *hotte* (nicho) entre o cloreto de hidrogénio e o amoníaco no estado gasoso. Para o efeito aproximar da boca do frasco de ácido clorídrico concentrado um vareta em amónia ou vice-versa:



Material, equipamento e reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Balança semi-analítica automática	1
Balões volumétricos (25, 50, 100, 150, 200 e 250 mL)	4 de cada
Caixas de Petri	2
Cartão ou cartolina opaca	1
Esguicho para água destilada	4
Espátula	4
Funil de vidro	4
Gobelé de 150 mL	4
Gobelé de 50 mL	8
Pipetas volumétricas (5, 10, 20, 25 e 50 ml)	4 de cada
Proveta de 10 mL	2
Vareta de vidro	4
Vidro de relógio	4

**Reagentes**

Ácido clorídrico concentrado, tiosulfato de sódio pentaidratado, acetato de cálcio e etanol absoluto

**Sugestão para avaliação**

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

**Gestão dos tempos lectivos**

Objecto 2.1	→	2 aulas
Objecto 2.2	→	3 aulas
Objecto 2.3	→	1 aula
Objecto 2.4	→	3 aulas
Objecto 2.5	→	4 aulas
Actividade laboratorial 2.1	→	2 aulas

## 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 a Termodinâmica, a Mecânica e a Electricidade) numa perspectiva de 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 49 aulas previstas para a componente de Física, fez-se uma programação apenas para 36, de modo a que o professor possa gerir as 13 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.

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);
- exprimir 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 apresentação do programa, 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	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3
A	1					x		x	
	2	x	x	x	x		x	x	x
	3	x		x			x	x	x
	4	x		x	x		x		x
	5	x	x	x	x	x	x	x	x
	6			x	x				x
	7		x	x	x	x	x	x	x
B	1					x		x	
	2		x		x	x		x	x
	3	x		x	x	x			
	4				x		x		
	5								
	6	x		x				x	
	7		x	x			x		
	8	x	x	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 tratados os pré-requisitos necessários 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. 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, radiação, trabalho e potência
- Lei da Conservação da Energia. Balanços energéticos

### Objectivos de aprendizagem

Este Módulo 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
- Caracterizar a radiação electromagnética pela sua frequência e/ou comprimento de onda
- Relacionar qualitativamente a energia da radiação com a frequência e comprimento de onda
- 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 actividades\* (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 prático-laboratorial

#### AI I – Rendimento no aquecimento

(1 aula)

#### Questão problema

*Como poderemos aumentar o rendimento no aquecimento, quando cozinhamos?*

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

### 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 registo dos resultados das medições efectuadas 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;
  - resposta fundamentada, com base no confronto dos resultados obtidos pelos diversos grupos, à seguinte questão: *Uma panela e um copo, ambos cheios de água a ferver, encontram-se à mesma temperatura? E possuem a mesma energia interna?*

## UNIDADE 1 - Do Sol ao aquecimento

### 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 aquecimento do quotidiano, começando pelo aquecimento da Terra em que se destaca o papel essencial da radiação solar e se aprofunda a aprendizagem da Lei da Conservação da Energia. Para compreender o estado de equilíbrio térmico quase-estável da superfície terrestre é necessário, para além de reconhecer o que é equilíbrio térmico e as implicações da lei Zero da Termodinâmica, adquirir alguns conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação, acompanhados da interpretação física da lei de Stefan-Boltzmann. O deslocamento de Wien será estudado apenas a partir dos gráficos característicos da potência irradiada em função do comprimento de onda para diferentes temperaturas. Não se pretende que os alunos resolvam questões numéricas sobre estes assuntos.

A utilização de energia solar, de extrema importância na sociedade actual, nomeadamente, é estudada em colectores solares (para o aquecimento) e em painéis fotovoltaicos (para produzir energia eléctrica). Por isso, e para 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 para ilustrar as 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. Este contexto, bem como a referência a outros sistemas de aquecimento/arrefecimento de uso quotidiano permitirão trabalhar a Lei da Conservação da Energia no caso particular dos sistemas termodinâmicos - a 1ª Lei da Termodinâmica ( $\Delta E_i = W + Q + R$ ), calculando variações de energia interna por meio de trabalho, calor e/ou de absorção/emissão de radiação. Esta formulação da 1ª Lei da Termodinâmica, mais actual pois distingue calor de radiação electromagnética, implica a definição calorimétrica de calor (energia transferida devido a uma diferença de temperaturas).

Pretende-se que os alunos aprofundem o 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 reais, (expansão/compressão de um gás, extensão de um fio, etc.), fornecendo valores numéricos das quantidades de energia transferida, mas não se fará o respectivo cálculo.

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 processos 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. Apenas a título informativo, o aluno poderá saber que esta evolução está associada ao aumento de uma nova grandeza física (cujo conhecimento poderá vir a ser desenvolvido mais tarde) - a entropia.

A unidade está prevista para dezasseis aulas (24 h), incluindo 4 actividades laboratoriais (AL1.1, AL1.2, AL1.3, AL1.4).

## Objecto de ensino

### 1. Energia – do Sol para a Terra

- Balanço energético da Terra
  - Emissão e absorção de radiação. Lei de Stefan – Boltzmann. Deslocamento de Wien
  - Sistema termodinâmico
  - Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica
- A radiação solar na produção da energia eléctrica – painel fotovoltaico

### 2. A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas

- Mecanismos de transferência de calor: condução e convecção
- Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica
- 1ª Lei da Termodinâmica
- Degradação da energia. 2ª Lei da Termodinâmica
- Rendimento

## Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permitirá ao aluno saber:

### 1. Energia – do Sol para a Terra\* (5 aulas)

- Explicar que a temperatura média da Terra é em grande parte determinada pela radiação que ela recebe do Sol, mas que esta também emite energia, pois, caso contrário, ficaria cada vez mais quente
- Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna
- Indicar que todos os corpos irradiam energia
- Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respectiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann)
- Identificar a zona do espectro electromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien)
- Relacionar as zonas do espectro em que é máxima a potência irradiada pelo Sol e pela Terra com as respectivas temperaturas
- 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
- Determinar a temperatura média de equilíbrio radiativo da Terra com um todo a partir do balanço entre a energia solar absorvida e a energia da radiação emitida pela superfície da Terra e atmosfera

---

\* Relacionar com o estudo feito em Química sobre “Espectros, radiações e energia” e “Interacção radiação-matéria”.

- Interpretar o valor real da temperatura média da Terra, a partir da absorção e reemissão de radiação por alguns gases presentes na atmosfera

## 2. A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas (7 aulas)

- Distinguir os mecanismos de condução e convecção
- Relacionar quantitativamente a condutividade térmica de um material com a taxa temporal de transmissão de energia como calor
- Distinguir materiais bons e maus condutores do calor com base em valores tabelados de condutividade térmica
- Interpretar a 1ª Lei da Termodinâmica a partir da Lei Geral da Conservação da Energia
- Interpretar situações em que a variação de energia interna se faz à custa de trabalho, calor ou radiação
- Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos
- Calcular o rendimento de processos de aquecimento/arrefecimento
- Explicitar que os processos que ocorrem espontaneamente na Natureza se dão sempre num determinado sentido – o da diminuição da energia útil do Universo (2ª Lei da Termodinâmica)

## Actividades práticas de sala de aula

### 1. Energia – do Sol para a Terra

- Discussão sobre o aquecimento da Terra pelo Sol baseada:
  - na observação de uma situação de equilíbrio térmico de um sistema exposto a radiação durante algum tempo (por exemplo, com uma lata pintada de preto aquecida por uma lâmpada)
  - no confronto dos resultados dessa observação com a situação de equilíbrio térmico da Terra\*
  - na análise de informação recolhida em materiais adequados (constante solar, percentagem de energia reflectida no topo da atmosfera - albedo)  
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
    - interpretar a variação de temperatura do sistema observado, de modo a estabelecer a analogia com o aquecimento da Terra pelo Sol
    - estabelecer qualitativamente o balanço energético da Terra
- Observação da alteração de cor quando um corpo irradia energia à medida que a sua temperatura aumenta (por exemplo, um fio de cobre fino aquecido com uma lamparina de álcool).  
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
  - relacionar as observações com a análise de um gráfico que traduza a potência da radiação emitida por um corpo a diferentes temperaturas;
  - explicar, com base nas temperaturas médias do Sol e da Terra, que estes astros emitem o máximo de radiação na zona do visível e infravermelho, respectivamente.
- Cálculo da temperatura média da Terra através de um balanço energético considerando a sua emissividade igual a 1.

---

\* Pretende-se usar um modelo simplificado da situação sem pormenorizar a quantificação dos diferentes factores em jogo.



O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- identificar factores que contribuem para a diferença encontrada entre o valor obtido e o valor real da temperatura média da Terra.

Sugere-se que, para ampliar estas aprendizagens, se promova o desenvolvimento de actividades (extra-aula) em que os alunos possam apreciar as implicações do efeito estufa e consequências negativas das alterações provocadas na atmosfera por diversas actividades humanas.

## 2. A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas

- Análise de um esquema de um colectador solar de modo a:
  - 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 colectador:
    - 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...)
- 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
- 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
- Pesquisa e debate sobre as experiências de Thompson e de Joule que levaram ao reconhecimento e comprovação de que calor é energia. Confrontando as interpretações dadas na época, com as actuais, poderá ser evidenciada a natureza do conhecimento científico e o carácter dinâmico da Ciência. A discussão poderá proporcionar a

---

\* Esta actividade pode ser complementada com a análise de outras situações de condução e convecção.

oportunidade de explorar eventuais concepções erróneas sobre calor e energia interna, ainda prevalentes nos alunos.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- Explicar algumas razões que contribuíam para que, à data, a natureza do calor ainda não tivesse sido esclarecida
  - Descrever a experiência de Benjamin Thompson (Conde de Rumford), evidenciando as razões que levaram Thompson a concluir que calor não poderia ser uma substância (o calórico), mas sim energia
  - Explicar os argumentos daqueles que, na época, eram contra a teoria de Thompson, (o “calor radiante” do Sol não poderia ser energia)
  - Descrever a experiência de Joule e confrontar o modo como ele interpretou os resultados da sua experiência (conversão de trabalho em calor) com a forma como hoje estes são aceites (aumento de energia interna devida a cedência de energia como trabalho)
  - Reconhecer no funcionamento das máquinas a vapor a evidência da conversão inversa - realização de trabalho devida a fornecimento de calor.
- 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.

## Actividades prático-laboratoriais

### AL 1.1 – 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 estes apresentem 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

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

---

\* 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.

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 1.2 - 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

### 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 otimiza 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

### 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 fotovoltaicos (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 1.3 - Capacidade térmica mássica

(1 aula)

#### Questões problema

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

*Porque é que os climas marítimos são mais amenos que os continentais?*

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
- Balanço 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
- 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

---

\* 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.

## 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 1.4 – Balanço energético num sistema termodinâmico****(1 aula)**

Problema: Com o material indicado, tentar conceber experiências que permitam dar resposta às seguintes questões:

*Para arrefecer um copo de água será mais eficaz colocar nele água a 0°C ou uma massa igual de gelo à mesma temperatura?*

*Qual a temperatura final da água nas duas situações, após ter decorrido o intervalo de tempo necessário para fundir toda a massa de gelo utilizada?*

Sugestões: *Que transferências de energia ocorrem? Como se pode medir a quantidade de energia cuja transferência provoca a diminuição de temperatura a que se encontra a água?*

Com esta actividade pretende-se que o aluno resolva um problema através da planificação e execução de uma experiência em laboratório. Trata-se de um problema cujas etapas de resolução experimental devem incidir no modelo proposto e estudado no trabalho laboratorial da componente de Química (AL 0.0).

Na discussão preliminar do trabalho, entre os alunos e o professor, este deverá apreciar as propostas dos vários grupos e evidenciar a necessidade de estabelecerem o balanço energético do sistema\*. Para tal é necessário que disponibilize informação sobre a quantidade de energia envolvida na fusão do gelo, interpretando a energia necessária à

---

\* Sugere-se que o gelo a utilizar seja fragmentado e colocado numa tina com água, algum tempo antes de se realizar a experiência. Deste modo, a temperatura no interior do gelo, em contacto com a água, aproxima-se mais da temperatura única de 0°C .

mudança de estado físico de uma unidade de massa de uma substância como uma característica desta.

## Objecto de ensino

- Mudanças de estado físico
- Energia necessária para fundir uma certa massa de uma substância
- Balanço energético

## Objectivos de aprendizagem

### Esta actividade permitirá ao aluno saber:

identificar mudanças de estado físico: fusão, vaporização, condensação, solidificação e sublimação

identificar a quantidade de energia necessária à mudança de estado físico de uma unidade de massa de uma substância como uma característica desta

associar o valor, positivo ou negativo, da quantidade de energia envolvida na mudança de estado físico, às situações em que o sistema recebe energia ou transfere energia para as vizinhanças, respectivamente

estabelecer um balanço energético, aplicando a Lei da Conservação da Energia

## Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A5, A7

B1, B2, B3, B8

C1 - C7

## Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Termómetro (-10° C a 50° C; 0,1°C) ou sensor de temperatura	4
Gobelé	4
Balança eléctrica	1
Cubos de gelo	
Água	
Papel absorvente	

## Sugestões para avaliação

- Cada grupo deverá:
  - apresentar uma síntese das várias etapas que conduziram à resolução do problema proposto;
  - confrontar os valores da temperatura final da água obtidos experimentalmente com os valores obtidos por resolução teórica da mesma situação, usando valores tabelados fornecidos pelo professor.



## UNIDADE 2- Energia em movimentos

### Introdução

Na sequência da unidade anterior, pretende-se continuar a explorar a ideia da conservação da energia em sistemas isolados, dando agora ênfase apenas a sistemas puramente mecânicos.

Considera-se imprescindível que o aluno identifique as diferentes contribuições para as variações de energia de um sistema (reconhecendo variações da sua energia cinética e potencial como um todo, bem como da sua energia interna). Porém, no caso de um sistema apenas em movimento de translação e quando as variações da sua energia interna não sejam tomadas em conta, o sistema pode ser representado por um único ponto - seu centro de massa (modelo da partícula ou ponto material). O aluno deverá, assim, compreender as condições de validade da representação de sistemas complexos pelo respectivo centro de massa. 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 todas as forças que actuam no sistema nele estivessem aplicadas. De notar que se prefere que o aluno utilize a designação de centro de massa do sistema, mais próxima do contexto real, em vez da linguagem mais abstracta de partícula ou ponto material.

O aluno deverá compreender 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, embora actuando em qualquer direcção), 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 o sistema 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.

Na segunda parte da unidade - a energia em movimentos de translação - continua a usar-se o referido modelo. Após o estudo do teorema da energia cinética, elegeu-se a interacção gravítica como exemplo de forças conservativas. Estudando situações de realização de trabalho pela força gravítica em deslocamentos diversos, é possível ilustrar a noção de força conservativa e 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 por uma força conservativa 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 unidade está prevista para quinze aulas (22 h 30 min), incluindo 3 actividades laboratoriais (AL2.1, AL2.2, AL2.3).

## Objecto de ensino

### 1. Transferências e transformações de energia em sistemas complexos - aproximação ao modelo da partícula material

- Transferências e transformações de energia em sistemas complexos (meios de transporte)
- Sistema mecânico. Modelo da partícula material (centro de massa)
- Validade da representação de um sistema pelo respectivo centro de massa
- Trabalho realizado por forças constantes que actuam num sistema em qualquer direcção
- A acção das forças dissipativas

### 2. A energia de sistemas em movimento de translação

- Teorema da energia cinética
- Trabalho realizado pelo peso
- Peso como força conservativa
- Energia potencial gravítica
- Conservação da energia mecânica
- Acção das forças não conservativas
- Rendimento. Dissipação de energia

## Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permitirá ao aluno saber:

### 1. Transferências e transformações de energia em sistemas complexos - aproximação ao modelo da partícula material (4 aulas)

- Analisar as principais transferências e transformações de energia que ocorrem num veículo motorizado, identificando a energia útil e a dissipada
- Identificar um veículo motorizado como um sistema mecânico e termodinâmico (complexo)
- Identificar, no sistema de travagem, as forças de atrito como forças dissipativas (degradação de energia)
- Associar a acção das forças dissipativas num sistema complexo com variações de energia mecânica e interna
- Explicar, a partir de variações de energia interna, que, para estudar fenómenos de aquecimento, não é possível representar o sistema por uma só partícula - o seu centro de massa
- Identificar as aproximações feitas quando se representa um veículo pelo seu centro de massa
- Identificar a força eficaz como a componente da força responsável pelo trabalho realizado sobre o centro de massa do sistema.
- 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 qualquer que seja a sua direcção em relação à direcção do movimento
- Reconhecer que, no modelo do centro de massa, a acção das forças dissipativas se traduz apenas numa diminuição de energia mecânica.

## 2. A energia de sistemas em movimento de translação

(8 aulas)

- Aplicar o teorema da energia cinética em movimentos de translação, sob a acção de forças constantes
- Calcular o trabalho realizado pelo peso, entre dois pontos, em percursos diferentes, identificando o peso como força conservativa
- 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
- Explicitar que, se num sistema só actuam forças conservativas e/ou forças que não realizem trabalho, a energia mecânica permanece constante
- Relacionar a variação de energia mecânica de um sistema com o trabalho realizado por forças não conservativas
- Analisar situações do dia a dia sob o ponto de vista da conservação da energia mecânica
- 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. Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material

- Observação de um esquema simplificado do mecanismo de um veículo motorizado (ex: automóvel) e análise de valores de potências e consumos de gasolina em tabelas de dados, utilizando revistas da especialidade, de modo a:
  - indicar o significado destes valores
  - interpretar o que acontece à energia fornecida pela combustão da gasolina
  - estabelecer o balanço energético, a partir da Lei da Conservação da Energia
  - identificar a energia útil e a energia degradada nos principais componentes (motor, sistema de travagem...)
  - identificar situações onde o atrito é vantajoso e outras em que é prejudicial
  - discutir a possibilidade de reduzir o sistema em estudo ao seu centro de massa
  - reconhecer que, no modelo do centro de massa, a acção das forças de atrito e da resistência do ar durante o movimento, se traduz apenas numa diminuição da energia mecânica do sistema.
- Resolução de exercícios e problemas que envolvam o cálculo de trabalho realizado por forças constantes em movimentos rectilíneos, 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 anteriormente sobre resolução de exercícios e problemas.

#### 2. A energia de sistemas em movimento de translação

- Determinação experimental do trabalho realizado entre dois pontos, pelo peso de um bloco no deslizamento ao longo de rampas com inclinações diferentes e efeito de atrito

desprezável. A diferença entre as alturas dos pontos considerados deverá ser sempre a mesma em todas as determinações\*.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- formular uma hipótese sobre o efeito da inclinação do plano no trabalho realizado pelo peso do bloco
  - identificar as variáveis (componente eficaz do peso e deslocamento) de que depende o referido trabalho
  - medir com um dinamómetro ou com um sensor de força a componente eficaz do peso em cada uma das situações e o deslocamento efectuado
  - calcular o trabalho realizado pelo peso do bloco em cada um dos percursos
  - comparar os resultados obtidos e confrontá-los com a hipótese formulada
  - relacionar o trabalho realizado pelo peso com a variação da energia potencial do bloco
  - identificar o peso como força conservativa
- 
- Observação e interpretação das transformações de energia de uma chapa rectangular\* que executa um movimento pendular partindo do repouso a uma certa altura. Determinação da energia mecânica da chapa na posição inicial e na posição de equilíbrio (fazendo leituras do tempo que esta demora a passar por uma célula fotoelétrica).  
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
    - prever o comportamento do sistema em termos de energia mecânica
    - calcular a velocidade da chapa na posição mais baixa
    - calcular a energia mecânica da chapa nas posições inicial e de equilíbrio
    - verificar se, para um desvio percentual previamente estabelecido, os resultados obtidos permitem inferir a conservação da energia mecânica
    - confrontar os resultados com a previsão feita
    - comparar a situação experimental com uma situação do dia a dia, como por exemplo, *"Para fazer mover uma criança sentada num baloiço, o pai eleva-o a certa altura, abandonando-o, em seguida. Que acontece?"*.
- 
- 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 os valores recolhidos à luz da conservação de energia mecânica
    - 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?"*
- 
- Pesquisa e debate sobre as principais contribuições para a descoberta e consolidação da Lei da Conservação da Energia: da constatação de Huygens sobre a conservação da "força viva" em certas colisões (ditas elásticas), à primeira formulação da Lei por Mayer, em 1842, passando por factos já conhecidos (actividade sobre História na Unidade anterior) e aos trabalhos de Helmholtz (1847) sobre diversas inter-relações de uma grande variedade de formas de energia, até à relação de equivalência massa-energia, por Einstein, em 1905.

---

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

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- Identificar alguns factos da História da Ciência em que se reconhece a tendência para a ideia da conservação de grandezas físicas
  - Reconhecer que a descoberta da Lei da Conservação da Energia envolveu dois passos importantes: que as diferentes formas de energia podem converter-se umas nas outras e a possibilidade de medir a quantidade de energia em unidades tais que fosse possível mostrar que essa conversão era exacta
  - Reconhecer a contribuição de Benjamin Thompson e a importância da experiência de Joule (Unidade anterior) para a ideia da Lei da Conservação da Energia
  - Descrever como é que a observação de Mayer sobre a cor do sangue o levou à Lei da Conservação da Energia e a controvérsia desencadeada pela sua descoberta
  - Reconhecer a Lei da Conservação da Energia como um grande princípio unificador, enumerando diversos ramos da Ciência onde a podemos reconhecer (por exemplo, a fotossíntese, na Biologia)
  - Descrever o papel da Lei da Conservação da Energia na condução a novas descobertas e indicar algumas consequências sociais e ambientais desta Lei
- Resolução de exercícios e problemas em que se aplique o teorema da energia cinética e a conservação da energia mecânica. O professor deverá ter em conta o que se refere anteriormente sobre resolução de exercícios e problemas.

## Actividades prático-laboratoriais

### AL 2.1 – Energia cinética ao longo de um plano inclinado

(1 aula)

#### Questão problema

*Um carro encontra-se parado no cimo de uma rampa. Acidentalmente é destravado e começa a descer a rampa. Como se relaciona a energia cinética do centro de massa do carro com a distância percorrida ao longo da rampa?*

Nesta actividade, pretende-se que o aluno calcule a energia cinética de um carrinho em vários pontos da trajectória ao longo de uma rampa, quando abandonado na sua parte superior, de modo a relacionar a energia cinética com a distância percorrida, utilizando um gráfico.

Os alunos deverão:

- planear a experiência de modo que as velocidades instantâneas sejam determinadas experimentalmente a partir de medições de velocidades médias em intervalos de tempo muito curtos.
- construir e interpretar um gráfico da energia cinética em função da distância percorrida.

O professor deverá discutir, previamente com os alunos, quais as grandezas a medir directamente, os erros que as afectam e o modo de os minimizar.

#### Objecto de ensino

- Velocidade instantânea
- Energia cinética

## Objectivos de aprendizagem

**Esta actividade permitirá ao aluno saber:**

- Determinar velocidades em diferentes pontos de um percurso
- Calcular valores da energia cinética

## Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A3, A4, A5, A7

B4, B7, B8

C1 - C7

## Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Plano inclinado	4
Conjunto carrinho + (marcador de tempo e posição ou digitímetro + célula fotoelétrica)	4

## Sugestões para avaliação

- Cada grupo deve apresentar o gráfico construído e, a partir dele, prever e esboçar novos gráficos em que a massa dos carrinhos seja metade ou dupla da massa do carrinho utilizado e na situação de o carrinho iniciar o movimento com uma certa velocidade .

## AL 2.2 – Bola saltitona

(1 aula)

### Questão problema

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

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 elasticidades	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 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.

---

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

**AL 2.3 – 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 interacções 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

<b>Material e equipamento</b>	<b>Quantidades</b>
Balança eléctrica	4
Calha metálica e suporte para a inclinar	4
Bloco	4
Célula fotoelétrica	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. e 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".

- 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.

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

Contém o essencial sobre avaliação.

### 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.
- Membiela, 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, cientistas e decisores políticos, a proposta construída aponta para modificações profundas nas escolas, quer no modo de ensinar, quer nas tarefas promotoras da aprendizagem, quer ainda na ligação da escola ao mundo exterior.
- Nuffield Foundation (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Osborne, R. E., Freyberg, P. (1991). *Learning in Science - The implications of children's science*. Auckland: Heinemann Education.
- Osborne, J., Driver, R., Simon, S. (1998). Attitudes to Science: issues and concerns. *School Science Review*, 79 (288), 27-33.
- Pfundt, H., Duit, R. (1994). *Bibliography: Students' Alternative Frameworks and Science Education* (4ª edição). Kiel, Germany: IPN.
- 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.
- 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 de ácido - base e oxidação - redução.
- Lopes Solanas, V. L. (1991). *Técnicas de Laboratório*. Ediciones e Distribuciones Universitárias, S. A.

Livro para alunos.
- 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](mailto: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](http://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](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.

- 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.

- 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., Highton, 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.

- Lewis, J. S. (1995). *Physics and Chemistry of the Solar System* (Revised Edition). S.Diego, London, Boston, New York, Sidney, Tokyo, Toronto: Academic Press.

Livro importante para professores elaborado para um público generalista. Este livro, na primeira parte, apresenta uma perspectiva das propriedades gerais e ambientais do nosso sistema planetário; a segunda contém uma visão global do sistema solar para além de Marte e, na terceira parte, apresenta uma visão global do que se poderá chamar o sistema solar interior. Para unidades 1 e 2.

- 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

- Allègre, C. (1987). *Da Pedra à Estrela*. Lisboa: Publicações D. Quixote

Livro destinado a um público não especialista por isso acessível a professores e alunos em que se tenta fazer uma abordagem integradora dos conhecimentos da geologia com a astronomia. Uma nova visão da história da terra e do universo e das suas origens. Para a Unidade 1.

- 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. Serve, essencialmente, para o Módulo inicial e Unidade 2.

- Asimov, I. (1997). *O Colapso do Universo*. Lisboa: Círculo de Leitores.
- 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.

- 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 Unidade 2.



- Beran, J. A. (1994). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry* (fifth Edition). New York: John Wiley & Sons, Inc.  

Obra importante de Química Geral, com uma introdução de Segurança e Normas de Trabalho em Laboratório, seguida de um manual de experiências no formato de fichas, precedidas do suporte teórico necessário.
- 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.
- Bodner, G. M., Pardue, H. L. (1995). *Chemistry. An Experimental Science* (2nd edition). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- 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.
- Cox, P. A. (1995). *The Elements on Earth*. Oxford: Oxford University Press.  

Livro para professores, cujo objectivo é apresentar alguns conhecimentos laboratoriais, industriais e ambientais dos elementos no contexto de uma Química Geral. A primeira parte apresenta um estudo comparativo do papel dos diferentes elementos existentes na Terra e a segunda parte, faz referência a alguma química dos elementos, dando ênfase aos aspectos ambientais. Para a Unidade 1.
- Davies, P., Brown, J. R. (1991). *O Átomo Assombrado, Uma discussão dos Mistérios da Física Quântica*. Ciência Aberta. Lisboa: Gradiva. Colecção Ciência Aberta.  

Livro de divulgação científica, que pretende iniciar os jovens na interpretação da Mecânica Quântica. Para a Unidade 1.
- Ellis, A. B. et al (1993). *Teaching General Chemistry, A Material Science Companion*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Emsley, J. (1991). *The Elements* (2nd edition). Oxford: Oxford University Press.  

Livro de consultas sobre propriedades dos elementos químicos e de algumas das substâncias elementares e compostos. Importante para pesquisa dos alunos. Para unidade 1
- 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 Unidade 2.
- Ferreira, M.; Almeida, G. (1996). *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas* (3ª edição revista). Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.  

Livro indispensável para consulta de professores e alunos, adequado a uma formação básica em Astronomia, útil para o ensino temático do 3º ciclo e Secundário. Para as Unidades 1 e 2.

- 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 Unidade 2.
- Gautier, J. F. (1994). *L'Univers existe-t-il? Le Génie du Philosophe*. Arles: Actes Sud, Hubert Nyssen Editeur.  

Livro para professores que desejem conhecer uma análise reflexiva, de índole filosófica, das teorias científicas, principalmente, da teoria do big bang e da questão da origem do universo. Como livro de filosofia é um livro que se pode considerar polémico. Para a Unidade 1.
- 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 Unidade 2.
- Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. (1984). *Chemistry of the Elements*. Oxford: Heinemann  

Livro para Professores, apresentando uma descrição exaustiva da Química de cada um dos elementos. Para muitos dos elementos são feitas referências à sua história, à sua abundância na natureza, aos processos de extracção dos respectivos minérios, aplicações industriais, para além de toda a química básica dos elementos na perspectiva da química inorgânica. Para as Unidades 1 e 2.
- Gribbin, J. (1986). *À Procura do Big-Bang, Cosmologia e Física Quântica*. Lisboa: Editorial Presença.  

Obra de divulgação científica para professores e alunos interessados, contendo alguns elementos da História da Ciência no que concerne à Astronomia, Física, Física de Einstein, modelos atómicos, Física Quântica e que desenvolve a sucessão das descobertas científicas relacionando-as com a origem do Universo. Serve para a Unidade 1.
- Hawking, S. (1996) *Breve História ilustrada do tempo*. Lisboa: Gradiva.  

Livro para professores e alunos onde se abordam questões do macro e microcosmos numa linguagem fundamentalmente da física. Livro profusamente ilustrado de onde se poderão retirar ideias para construção de materiais didácticos. Para a Unidade 1.
- Hazen, R. M. e Singer, M. (1997). *Por que não são negros os buracos negros? - os grandes problemas actuais da ciência.* Lisboa: Dina Livro. Colecção Saber Mais.  

Livro para alunos em que se abordam de forma muito simples algumas grandes questões actuais da ciência. Serve para todas as Unidades.
- IUPAC Physical Chemistry Division (1993). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry* (2nd edition). Oxford: Blackwell Scientific Publications.

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

- Kaller, J. .B.(1997), *Cosmic Clouds-Birth, Death and recycling in the galaxy*. New York: Scientific American Library.

Livro para professores onde se explora o ciclo de nascimento e morte das galáxias. Aborda desde o espaço intergaláctico, as poeiras e gases do meio interestelar até às matérias primas da vida, num processo cíclico contínuo, de morte de estrelas e nascimento de novas, que liga todos os objectos da galáxia incluindo os planetas, os quais serão objectos que emergem dos resíduos do processo de nascimento das estrelas. Livro profusamente ilustrado de onde se poderão retirar ideias para construção de materiais didácticos. Para a Unidade 1.

- Lèna,P. (1993), *O Espaço para o Homem* (tradução). Lisboa: Instituto Piaget. Biblioteca Básica de Ciência e Cultura.

Livro destinado a um público não especialista por isso acessível a professores e alunos que apresenta uma visão globalizante, e que pretende ser interdisciplinar, do espaço no qual se inclui a terra. O espaço e a terra são vistos com recurso, principalmente, aos conceitos abordados na física nomeadamente na mecânica. Para as Unidades 1 e 2.

- Lewis, J. S. (1995). *Physics and Chemistry of the Solar System* (revised edition). Academic Press.

- 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 unidade 2.

- Martins, R. A. (1994). *O Universo. Teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Editora Moderna Ltda. Colecção Polêmica.

Livro com informação clara para alunos e professores. Unidade 1.

- 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 unidade 2.

- Nottale, L. (1994). *L' univers et la lumière*. Nouvelle Bibliothèque Scientifique. Paris: Flammarion.

Livro para professores, dedicado ao estudo do universo; apresenta uma discussão da aplicação e da importância de algumas teorias, como a da relatividade, para a evolução dos conceitos principais da cosmologia. Unidade 1.

- Pagels, H. R. (1982). *O Código Cósmico - a Física Quântica como Linguagem na Natureza*. Colecção Ciência Aberta. Lisboa: Gradiva.

- 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 Unidade 2.

- Pour la Science (Janvier 2001). Vie et moeurs des étoiles . *Pour la Science* .Dossier Hors-Série nº 30.  
  
Número temático sobre a génese e evolução das estrelas e seus tipos, para professores e alunos. Para unidade 1.
- Reeves, H. (1981). *Um Pouco Mais de Azul - A evolução cósmica*. Lisboa: Gradiva.  
  
Como o autor diz, o livro destina-se a todas as pessoas maravilhadas com o mundo. É um livro sobre a origem e evolução do Universo para alunos, que necessitará de apoio do professor para interpretação de situações pontuais.
- Reeves, H.(1995), *Poeiras de Estrelas* (1ª Edição). Lisboa: Gradiva. Coleção Ciência Aberta.  
  
Livro de divulgação científica, para o público em geral acessível a professores e alunos. São abordadas questões como a estrutura do universo, a construção dos planetas e mesmo a origem da vida. Unidade 1.
- Reeves, H. (2000). L´origine des éléments légers dans l'univers. *La Recherche*, 331 , 29-35  
Artigo sobre a origem dos elementos no Universo. Unidade 1.
- Sagan, C. (1985), *Contacto*, Lisboa: Círculo de Leitores Biblioteca de Divulgação Científica.  
  
Obra de ficção científica , já serviu de base a um filme com o mesmo nome, aconselhável a alunos.
- Sagan, C. (1985). *Os Dragões do Éden*. Lisboa: Círculo de Leitores Biblioteca de Divulgação Científica.  
  
Livro de divulgação científica, de leitura amena para alunos. Para unidade 1.
- Sagan, C. (1988). *Cosmos*. Lisboa: Gradiva.  
  
Livro para todos que deu origem à série televisiva do mesmo nome; nela são abordados muitos conhecimentos numa perspectiva multi, trans e pluridisciplinar, em que o autor mostra que a ciência não é um universo fechado exclusivo dos especialistas, mas um conjunto de perguntas a que se anseia dar respostas, sendo essas perguntas pertença de toda a humanidade. Unidade 1.
- Science & Vie (1999) . 1000 ans de science - Particules et galaxies. *Les cahiers de Science & Vie*, 52.  
  
Número temático de divulgação para alunos e professores. Para unidade 1.
- 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.
- Thuan, T. X. (1992). *Le destin de l'univers Le big bang, et après*. Paris : Découvertes Gallimard.  
  
Livro de divulgação para professores e alunos sobre a origem do Universo, focando aspectos históricos e várias teorias. Ilustração muito interessante e glossário. Unidade 1.

- 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 – Módulo inicial e unidade 2.
- Wayne, R. P.(2000). *Chemistry of Atmospheres* (3rd edition). Oxford: Oxford University Press.  
Livro de aprofundamento para professores com a informação mais recente sobre processos químicos em atmosferas de planetas do sistema solar.
- 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). Unidade 2.
- 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 relativas 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.
- Zhi, F. L.; Xian, L.S. (1994). *A Criação do Universo*. Lisboa: Gradiva.  
Livro destinado a um público não especialista. A evolução do universo é feita com recurso às teorias modernas da física, sem formalismos matemáticos avançados, com vista a que os conceitos que estão na base das grandes questões da cosmologia possam ser compreendidas pelo público não especialista. Para unidade 1.

## Endereços da Internet (activos em Janeiro de 2001)

### Segurança em Laboratórios

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

(endereço 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 endereços)

[http://www.uic.edu/~magyar/Lab\\_Help/lghome.html](http://www.uic.edu/~magyar/Lab_Help/lghome.html)

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

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

(endereço 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/qcurran/tutor/shosys25.htm>

(endereço 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](http://learn.chem.vt.edu/user/long/chemath/S2_BasicSkills.html)

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

### **Algarismos significativos**

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

(endereço de ensino à distância que entre outras lições aborda este assunto)

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

(endereço 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>

(endereço muito completo sobre sistemas de conversão e definições de unidades)

### **Análise qualitativa**

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

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

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

(endereço 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>

(endereço 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](http://www.indiana.edu/~cheminfo/ca_acc.html)

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

### **Aurora boreal**

<http://dac3.pfrr.alaska.edu/~pfrr/AURORA/>

(endereço com informação sobre aurora boreal um grande conjunto de ligações a outros lugares que abordam este assunto)

[http://www.exploratorium.edu/learning\\_studio/sii/](http://www.exploratorium.edu/learning_studio/sii/)

(endereço construído por cientistas e professores abordando um grande conjunto de temas entre eles a Aurora Boreal)

### **Determinação de densidade, ponto de ebulição e ponto de fusão**

<http://mvhs1.mbhs.edu/mvhsproj/projects/boiling/boiling.html>

(página com introdução teórica e um conjunto de procedimentos experimentais sobre ponto de fusão e ponto de ebulição)

**Dispersões, solubilidade e propriedades coligativas**

[http://www.kingston.ac.uk/~ch\\_s475/ch208/handout1.htm](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/>

(endereço 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>

(endereço 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>

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

**Diluições**

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

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

**Operações unitárias**

<http://www.chemistrycoach.com/tutorials-9.htm#Chemistry Laboratory>

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

**Universo**

<http://www.windows.umich.edu/>

(endereço muito completo e interessante sobre diversos assuntos relacionados com o Universo)

<http://pcsinspace.hst.nasa.gov/space/universe.htm>

(endereço com acesso ao programa "Exploring the Universe" grátis para Win 3.X, Win 9X e superiores e para PowerPC)

<http://www.astro.psu.edu/users/carkner/ttauri/star1.html>

(endereço interessante que mostra várias "fases da vida" de uma estrela )

<http://www.telescope.org/rti/>

(endereço muito interessante para professores e alunos, que entre outros assuntos relacionados com astronomia aborda o tema da origem do universo, formação de estrelas e galáxias. Com acesso a ficheiros áudio e vídeo)

<http://www.eso.org/outreach/spec-prog/aol/sites/>

(página de ligação às páginas de Sociedades de Astronomia de países da Europa)

<http://www.algonet.se/~sirius/eaae.htm>

(endereço da Associação Europeia para a Educação em Astronomia, com um conjunto muito grande de informações diversas sobre a astronomia em geral)

<http://www.eso.org/>

(endereço da Organização Europeia de Astronomia, com um conjunto muito grande de informações diversas sobre a astronomia em geral)

<http://imagine.gsfc.nasa.gov/>

(endereço da NASA dedicada a jovens com mais de 13 anos. Com muita informação sobre a Astronomia)

[http://www.exploratorium.edu/learning\\_studio/sii/](http://www.exploratorium.edu/learning_studio/sii/)

(endereço construído por cientistas e professores abordando um grande conjunto de temas entre eles a Astronomia)

**Fusão nuclear**

- <http://fusioned.gat.com/>

(endereço construído com fins educativos muito completo e interessante sobre energia e fusão nuclear, entre outros. Apresenta também um conjunto de ligações a outras páginas sobre este assunto)

**Descoberta de electrões e neutrões**

<http://www.homeworkhelp.com/homeworkhelp/freemember/text/chem/high/private/ch02/02/main.htm>

(endereço de ensino a distância que aborda várias disciplinas entre elas a química. Nesta página é abordado o tema da descoberta das sub-partículas atómicas)

**Tabela Periódica**

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

(endereço 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 endereços apresentam uma tabela periódica interactiva e com muita informação útil sobre os elementos)

**História da Ciência**

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

(endereço sobre artigos relacionados com a história da química em geral)

**Atmosfera e camada de ozono**

[http://www.exploratorium.edu/learning\\_studio/sii/](http://www.exploratorium.edu/learning_studio/sii/)

(endereço 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>

(endereço 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>

(endereço 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>

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

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

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

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

(endereço 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](http://www.soton.ac.uk/~engenvir/environment/air/oz_parts.htm)

(endereço sobre a atmosfera: camadas, constituição.)

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

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



### Os vulcões e a atmosfera

<http://www.giss.nasa.gov/research/intro/stothers.02/>

(endereço sobre o passado e o presente dos vulcões e a sua influência no clima na Terra. Tem um conjunto de ligações a outras páginas sobre o mesmo tema)

## 4.5 Bibliografia específica de Física e ensino da Física

### Bibliografia essencial

- Arons, A. (1990). *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.
- Holton, G., Brush, S. G. (1973). *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*. Addison-Wesley Pub.  
Um excelente livro sobre a evolução histórica dos conceitos e teorias físicas.
- 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). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan..  
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*. New York: 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*. New York: John Wiley & Sons.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bent, H. A. (1965). *The Second Law*. New York: 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*. Leeds: Universidade de Leeds.
- Costa, M. M., Almeida, M. J. (1993). *Fundamentos de Física*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Dias de Deus, J., Pimenta, M., Noronha, A., Peña, T., e Brogueira, P. (2000). *Introdução à Física*. Alfragide: Mc Graw-Hill.
- Driver, R. e Miller, R. (1985). *Energy Matters*. Leeds: Universidade de Leeds.
- Eisberg, R. M., Lerner, L. S. (1982). *Física, Fundamentos e Aplicações*. Vol. 1. Alfragide: Mc Graw-Hill.
- Feynman, R., Leighton, R., Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics*. Vol I. Boston: 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.). New York: 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*. Glasgow, UK: 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.
- Peixoto, J., Oort, A. (1992). *Physics of Climate*. New York: AIP.
- 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*. Brasil: 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. Órgão 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.

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

---

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

**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://gub.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>

**Energia - do Sol para a Terra**

<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.anoa.pt/universo/sistema_solar/sol/)  
<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-98/ceos1/science/baphyqb/chap3/chap3.htm>  
<http://www.meto.umd.edu/~owen/EDUC/EBAL/ebaldashF.html>  
<http://webdoc.gwdg.de/edoc/aw/d-lib/dlib/september96/nwu/09edelson.html>  
<http://www-astro.phast.umass.edu/courseware/vrml/bb/>  
<http://www.sprl.umich.edu/GCL/labs/assign1.html>  
<http://airsite.unc.edu/~kessler/java/EBM/EBM.html>  
<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>

**A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas**

<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>

**A energia de sistemas em movimento de translação**

<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/>