

**CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO**

# **PROGRAMA**

**Componente de Formação Científica**

Disciplina de

# **Física e Química**

**Direcção-Geral de Formação Vocacional**

**2007**

# Parte I

# Orgânica Geral

## Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina .....	2
2. Visão Geral do Programa .....	2
3. Competências a Desenvolver. ....	4
4. Orientações Metodológicas / Avaliação ....	6
5. Elenco Modular .....	8
6. Bibliografia .....	9

## 1. Caracterização da Disciplina

A Componente Científica é constituída, em cada curso profissional, por duas ou três disciplinas que proporcionam uma formação científica de base que corresponde, simultaneamente, às exigências de um nível secundário de educação e de uma qualificação profissional de nível 3.

A disciplina de Física e Química, duas áreas estruturantes das ciências experimentais, integra aquela componente em cursos de várias famílias profissionais, com uma carga horária total de 200, 150 ou 100 horas. Acresce que, alguns cursos podem contemplar apenas uma daquelas áreas, assumindo a disciplina, nestes casos, a designação de Física ou de Química, quando exclusivamente integra módulos de uma ou outra destas áreas.

Assim, o programa, segundo o modelo curricular dos cursos profissionais, foi estruturado em módulos, aos quais se podem acrescentar determinadas extensões que, no conjunto, excedem a carga horária máxima prevista nos planos curriculares, possibilitando, por um lado, uma maior ou menor ênfase na Física ou na Química, e por outro, a diversificação dos conteúdos, em função das saídas profissionais a que os cursos dão acesso.

Deste modo, a componente de Física contempla um total de seis módulos (de F1 a F6) e, a componente de Química, um total de sete módulos (de Q1 a Q7), sendo que alguns módulos de cada componente contemplam extensões, notadas por E.Fx ou E.Qx, em que x é o número do módulo a que se reporta a extensão, por forma a facilitar a referida diversificação curricular.

## 2. Visão Geral do Programa

O programa da disciplina pretende cobrir, ao longo dos diferentes módulos, um conjunto de temas e conceitos de Física e de Química importantes para a consolidação, pelos alunos, de um modo de compreender, ainda que simplificado, alguns fenómenos naturais ou provocados, numa perspectiva de cidadania 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*.

No final dos vários módulos, os alunos terão alcançado uma visão sobre a:

- relação entre as forças e os movimentos;
- importância da lei da conservação da energia e as suas limitações;
- produção e o transporte de energia eléctrica;

- evolução histórica do conceito de luz;
- natureza do som;
- diversidade de substâncias existentes (famílias - grupos funcionais; estrutura - ligação química; composição – elementos químicos);
- interpretação química da organização do mundo material (Tabela Periódica dos Elementos Químicos; estrutura atómica – alguns modelos);
- natureza das reacções químicas que podem ocorrer (reacções de ácido-base, de precipitação, de oxidação-redução) e dos modelos interpretativos (equilíbrio químico).

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 lhes permitam aceder, com a formação adequada, às diferentes saídas profissionais.

Os temas acima referidos orientaram a identificação dos módulos, sendo que os tópicos, objectos de ensino de cada módulo, foram escolhidos e estão sequenciados com a intenção de poder ser alcançada uma visão global 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.

Ao longo dos diferentes módulos, os alunos terão oportunidade de alargar o seu modo de ver a Física e a Química e de 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 questões, avaliar situações, delinear soluções para problemas, expor ideias oralmente e/ou por escrito. Em qualquer dos casos, os alunos deverão compreender que o trabalho individual é importante para a rentabilização do trabalho de grupo e que aprendizagem de qualquer assunto, em qualquer domínio, é sempre uma tarefa a assumir individualmente. Recomenda-se que as aulas não laboratoriais decorram, sempre que possível, em salas próximas do laboratório e com condições adequadas ao trabalho em grupo.

Para cada módulo 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 ao cumprimento dos objectivos enunciados.

A diversificação deve orientar a escolha de estratégias e materiais em função das finalidades 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 Tecnologias de Informação e Comunicação (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 à adequação aos alunos e aos fins a que se destina.

Advoga-se o uso de calculadoras gráficas, familiar aos alunos pela sua utilização 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.

### 3. Competências a Desenvolver

Através desta disciplina, os alunos poderão 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.

Pretende-se ainda que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, conforme se segue.

a) Do tipo conceptual:

- 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 se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento.
- Compreender alguns fenómenos naturais com base em conhecimento químico.
- Conhecer marcos importantes na História da Ciência.
- Reconhecer o impacto do conhecimento da Física e da Química na sociedade.

- Diferenciar explicação científica de não científica.
- Identificar áreas de intervenção da Física e da Química em contextos pessoais, sociais, políticos, ambientais...
- Interpretar a diversidade de materiais existentes e a fabricar.

b) Do tipo procedimental:

- 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.
- Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química e de Física (regras de segurança de pessoas e instalações, armazenamento, manipulação e eliminação de resíduos).
- Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema.
- Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro.
- Identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar.
- 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.
- Elaborar um relatório sobre uma actividade experimental por si realizada.
- Executar, com correcção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas.
- Exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência.

c) 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 obter 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.

## 4. Orientações Metodológicas / Avaliação

### 4.1. Orientações Metodológicas

As actividades laboratoriais indicadas nos módulos não podem nem devem ser uma mera execução de uma “receita” – o aluno deverá pesquisar, em fontes diversas, recolher pistas e meios para alcançar as respostas, idealizar situações quer experimentais quer metodológicas para a resolução do problema em causa. Reitera-se aqui a ideia de que, *em qualquer situação*, nunca deverá ser descurada a ligação do problema em estudo ao ambiente e à tecnologia.

As actividades de sala de aula previstas não são mais do que pistas para o desenvolvimento/aprofundamento de alguns conceitos, não são todas obrigatórias e devem ser substituídas por outras se o professor assim o achar conveniente. Mas, não é somente com este tipo de metodologia que se poderá promover o desenvolvimento do elevado número de competências preconizadas e tão abrangentes.

Será necessário promover a realização de visitas de estudo, devidamente preparadas e exploradas *à posteriori*, bem como a organização de palestras, mesas redondas, seminários, utilizando em alguns casos oradores convidados, mas nos quais os alunos tenham um papel activo; entendem-se também de todo o interesse exposições de vários formatos para apresentação alargada do produto final dos trabalhos dos alunos, feitas à medida do espaço/tempo que a escola escolher e mais lhe interessar, importando salvaguardar que nem todos os trabalhos deverão dar lugar a uma apresentação tão elaborada.

Quanto às TIC, nomeadamente a Internet importa referir que é um utensílio de uso tão comum como um livro ou um CD-ROM. Ela seduz os alunos por ser um precioso utensílio, privilegiado pela rapidez, abundância e variedade de informação e possibilidade de contacto, de forma interactiva, com pessoas de todo o mundo; mas, por outro lado, sendo a informação, na sociedade actual e na do futuro, cada vez menos fiável, é preciso que o aluno e sobretudo o professor reflectam sobre essa informação com um forte espírito crítico, de modo a separar o que é verdadeiramente interessante e cientificamente correcto daquilo que é considerado “lixo informático”.

### 4.2. Avaliação

A avaliação de carácter formativo realiza-se no contexto natural das actividades a desenvolver pelos alunos e deve revestir-se de uma grande diversidade de formatos. A avaliação formativa, que o professor deverá fazer permanentemente, 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 apenas 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 competências a revelar pelo aluno, utilizando de forma sistemática técnicas e instrumentos variados adequados às tarefas em apreciação (questões de resposta oral ou escrita, relatórios de actividades, fichas de observação para as aulas laboratoriais, questionários elaborados pelos alunos sobre alguns temas, planos de actividades experimentais,...). Assim, 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.

Incidindo a avaliação formativa sobre as competências, capacidades e conhecimentos desenvolvidos ao longo dos módulos, uma avaliação global assumir-se-á composta por:

- realização de testes de papel e lápis que podem ter lugar durante o desenvolvimento de cada módulo, se os objectivos de aprendizagem assim o proporcionarem;
- componente laboratorial/experimental, avaliada em contexto de actividades práticas (laboratorial, de sala de aula ou outra) e por meio de instrumentos como as grelhas de observação e de auto-avaliação;
- componente expositiva (apresentação oral/trabalho escrito) dos trabalhos realizados.

A componente experimental exige, mais do que qualquer outra, o recurso a uma avaliação do tipo formativo, sistemática e continuada. Os alunos deverão desenvolver competências 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, das razões teóricas que fundamentam os procedimentos e dos limites de validade dos resultados obtidos.

O recurso à modalidade de avaliação formativa é a única via capaz de permitir atingir níveis elevados de aprendizagens. A utilização de grelhas de verificação, que devem ser *discutidas com os alunos*, pode ser uma via adequada a tal fim. Também as tarefas propostas no final das actividades laboratoriais, 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.

## 5. Elenco Modular

### Física

Número	Designação	Duração de referência (horas)
<b>F1</b>	<b>Forças e Movimentos</b>	21
E1.F1	Estática	9
E2.F1	Trabalho e Energia	6
E3.F1	Máquinas Simples	24
<b>F2</b>	<b>Hidrostática e Hidrodinâmica</b>	21
<b>F3</b>	<b>Luz e Fontes de Luz</b>	12
E1.F3	Óptica Geométrica	18
E2.F3	Óptica Ondulatória e Óptica Quântica	9
<b>F4</b>	<b>Circuitos Eléctricos</b>	18
E.F4	Circuitos Eléctricos de Corrente Alternada	36
<b>F5</b>	<b>Termodinâmica</b>	21
<b>F6</b>	<b>Som</b>	18
E.F6	Som e Música	12

### Química

Número	Designação	Duração de referência (horas)
<b>Q1</b>	<b>Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.</b>	<b>18</b>
E.Q1	Modelo Quântico para o Átomo	9
<b>Q2</b>	<b>Soluções</b>	<b>18</b>
E.Q2	Colóides e Suspensões	6
<b>Q3</b>	<b>Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.</b>	18
E.Q3	Equilíbrio Químico Heterogéneo	6
<b>Q4</b>	<b>Equilíbrio de Ácido-base</b>	18
E.Q4	Titulações Ácido-base	6
<b>Q5</b>	<b>Equilíbrio de Oxidação-redução</b>	<b>18</b>
E.Q5	Electroquímica	12
<b>Q6</b>	<b>Estado Físico das Substâncias e Interações Moleculares. Estado Gasoso.</b>	18
<b>Q7</b>	<b>Compostos Orgânicos. Reacções Químicas.</b>	18
E1.Q7	Polímeros e Materiais Poliméricos	9
E2.Q7	Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos	9

## 6. Bibliografia

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

- 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: IDCT.
- 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 o ácido - base e oxidação – redução.
- Pombeiro, A. J. (1991). *Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial*, segunda edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.  
Livro para professor.
- Lopes Solanas, V. L. (1991). *Técnicas de Laboratório*: Ediciones e Distribuiciones Universitárias, S. A.  
Livro para alunos.
- 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.

### Bibliografia específica de Física

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.
- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Taylor, J. R. (1997). *Error Analysis*. Sausalito, Ca: University Science Books.  
Livro para professores.

### Bibliografia específica de Química

- 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 todos os módulos.
- 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 todos os módulos.
- 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 todos os módulos.
- 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). Para todos os módulos.

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

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

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

Livro de Química geral para professores, que contém uma grande riqueza de informação útil, ilustrações coloridas, sumários e questões no fim de cada capítulo. Contém dois CD, o primeiro chamado “competências para a resolução de problemas”, o qual contém algumas questões úteis, testes e vinte e dois excelentes *videoclips* de demonstrações laboratoriais de reacções químicas. O segundo CD, Chamado “visualização”, contém algumas animações e simulações. Para todos os módulos.

- 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 todos os módulos.

- 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. Para todos os módulos.

- 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 todos os módulos.

- 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.

- 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 todos os módulos.

- Ellis, A. B. et al (1993). *Teaching General Chemistry, A Material Science Companion*. Washington, DC: American Chemical Society.

- 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 todos os módulos.

- 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 todos os módulos.

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

Tal como o autor a classifica, a obra é “Um guia turístico da Química”. Tendo como pressupostos a necessidade de relevância social no ensino da Química, o autor faz uma incursão por temas variados de ligação da Química à vida do quotidiano Acrescenta ainda dez preciosos apêndices. Para todos os módulos.

- 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.

### Endereços da Internet (ativos em Julho de 2004)

- [http://www.chemkeys.com/bra/sa/snlq\\_9/snlq\\_9.htm](http://www.chemkeys.com/bra/sa/snlq_9/snlq_9.htm)  
(lugar muito completo, em português, sobre segurança, perigos, cuidados no laboratório de química)
- <http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/>  
(lugar muito completo da universidade de Oxford sobre segurança, perigos, cuidados no laboratório de química)
- <http://www.who.edu/safety/>  
(entre outras assuntos apresentam regras e manual de segurança da instituição)
- <http://www.safety.ubc.ca>  
(entre outras assuntos apresentam o manual de segurança da universidade)
- <http://www.cochise.cc.az.us/dawn/safety.htm>  
(entre outras assuntos apresentam regras de segurança no laboratório)
- [http://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.terravista.pt/Guincho/2009/ex\\_prec.html](http://www.terravista.pt/Guincho/2009/ex_prec.html)  
(páginas muito simples, em português, que explicam a diferença entre precisão e exactidão, tem um conjunto de questões)
- <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://web.rcts.pt/luisperna/algarismos\\_signif.htm](http://web.rcts.pt/luisperna/algarismos_signif.htm)  
(páginas em português)
- <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/SigFigs/>  
(lugar com um grande conjunto de informação diversa sobre química. Entre outros pontos, também aborda o tema dos algarismos significativos)
- <http://www.asten.com.br/html/auxiliar/conversao.htm>  
(páginas em português)
- <http://www.ex.ac.uk/cimt/dictunit/dictunit.htm>  
(lugar muito completo sobre sistemas de, conversão e definições de unidades)

- <http://www.rjclarkson.demon.co.uk/middle/middle7.htm>  
(conjunto de páginas informativa sobre conjunto de testes de identificação de catiões, aniões e gases)
- <http://www.msu.edu/user/codybrya/qual.htm>  
(lugar sobre a química forense, onde entre outros temas aborda o da análise qualitativa de um modo muito simples)
- <http://www.slu.edu/colleges/AS/CH/chemweb/162QualAnalysisI.html>  
(lugar da Universidade de S. Louis, entre outros assuntos apresenta um conjunto de protocolos experimentais para a identificação de catiões em solução)
- [http://www.indiana.edu/~cheminfo/ca\\_acc.html](http://www.indiana.edu/~cheminfo/ca_acc.html)  
(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas de espectrometria de massa - para professores)
- <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)
- <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/>  
(lugar com um grande conjunto de informação diversa sobre química. Entre outros pontos, também aborda o tema das propriedades coligativas)
- <http://www.chemistrycoach.com/tutorials-4.htm#Solutions>  
(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre soluções, propriedades, preparação, cálculos e testes)
- <http://www.chemistrycoach.com/tutorials-9.htm#Chemistry Laboratory>  
(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre operações unitárias, cálculos e testes)
- <http://www.terravista.pt/fernora/4107/sw3-22web.htm>  
(Nesta página é abordado o tema da descoberta das sub-partículas atómicas)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela\\_Per%C3%B3dica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Per%C3%B3dica)  
(lugar que apresenta páginas sobre tabela periódica)
- [http://www.chemistrycoach.com/periodic\\_tables.htm#Periodic Tables](http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm#Periodic Tables)  
(lugar com um grande conjunto de ligações a páginas que abordam vários temas da química. Entre outros apresenta páginas sobre tabela periódica)
- <http://library.thinkquest.org/2782/index.html>  
(apresenta uma tabela periódica interactiva e com muita informação útil sobre os elementos.)
- <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers.html>  
(lugar sobre artigos relacionados com a história da química em geral.)

# Parte II

# Módulos

## Índice:

		Página
<b>Física</b>		
<b>Módulo F1</b>	Forças e Movimentos	15
Extensão E1.F1	Estática	26
Extensão E2.F1	Trabalho e Energia	32
Extensão E3.F1	Máquinas Simples	35
<b>Módulo F2</b>	Hidrostática e Hidrodinâmica	40
<b>Módulo F3</b>	Luz e Fontes de Luz	47
Extensão E1.F3	Óptica Geométrica	51
Extensão E2.F3	Óptica Ondulatória e Óptica Quântica	57
<b>Módulo F4</b>	Circuitos Eléctricos	60
Extensão E.F4	Circuitos Eléctricos de Corrente Alternada	68
<b>Módulo F5</b>	Termodinâmica	75
<b>Módulo F6</b>	Som	82
Extensão E.F6	Som e Música	88
<b>Química</b>		
<b>Módulo Q1</b>	Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.	92
Extensão E.Q1	Modelo Quântico para o Átomo	98
<b>Módulo Q2</b>	Soluções	101
Extensão E.Q2	Colóides e Suspensões	106
<b>Módulo Q3</b>	Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.	109
Extensão E.Q3	Equilíbrio Químico Heterogéneo	116
<b>Módulo Q4</b>	Equilíbrio Ácido-base.	121
Extensão E.Q4	Titulações Ácido-base.	127
<b>Módulo Q5</b>	Equilíbrio de Oxidação-redução	129
Extensão E.Q5	Electroquímica	134
<b>Módulo Q6</b>	Estado Físico das Substâncias e Interações Moleculares. Estado Gasoso.	138
<b>Módulo Q7</b>	Compostos Orgânicos. Reacções Químicas.	142
Extensão E1.Q7	Polímeros e Materiais Poliméricos	146
Extensão E2.Q7	Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos	151

## MÓDULO F1

# Forças e Movimentos

Duração de Referência: **21 horas**

### 1 | Apresentação

As duas ideias estruturantes a desenvolver neste módulo são: a descrição gráfica e analítica das variações de posição e velocidade de um corpo; a relação das forças com as variações de velocidade de um corpo através dos conceitos da Dinâmica.

O uso da calculadora gráfica e de sensores a ela associados permitirá realizar, na sala de aula, experiências simples que podem ser interpretadas graficamente.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: interpretar o movimento uniforme e o movimento uniformemente variado quer analiticamente quer através de gráficos *posição x tempo*, *velocidade x tempo*, *aceleração x tempo*; compreender que do ponto de vista da Mecânica se pode estudar o movimento de um corpo em translação, estudando o movimento de um ponto onde se concentra toda a massa do corpo; aplicar as leis de Newton para resolver problemas algébricos de movimento unidireccional, na horizontal e na vertical, perto da superfície da Terra, com ou sem efeito do atrito; interpretar os movimentos no plano, partindo da análise do movimento de um projectil lançado obliquamente; analisar situações em que a direcção da resultante das forças não coincide com a direcção da velocidade e explicar, como consequência, os tipos de movimento e a forma das trajectórias.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

- 1. A Física estuda interacções entre corpos**
  - 1.1. Interacções fundamentais
  - 1.2. Lei das interacções recíprocas
- 2. Movimento unidimensional com velocidade constante**
  - 2.1. Características do movimento unidimensional
  - 2.2. Movimento uniforme
  - 2.3. Lei da inércia
- 3. Movimento unidimensional com aceleração constante**
  - 3.1. Movimento uniformemente variado
  - 3.2. Lei fundamental da Dinâmica
- 4. Introdução ao movimento no plano**

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. A Física estuda interacções entre corpos

#### 1.1. Interacções fundamentais

- Identificar a Física como a ciência que busca conhecer as leis da Natureza, através do estudo do comportamento dos corpos sob a acção das forças que neles actuam.
- Reconhecer que os corpos exercem forças uns nos outros.
- Distinguir forças fundamentais:
  - Gravítica
  - Nuclear forte
  - Electromagnéticas e nuclear fraca, recentemente reconhecidas como duas manifestações de um único tipo de interacção
- Reconhecer que todas as forças conhecidas se podem incluir num dos tipos de forças fundamentais.

#### 1.2. Lei das acções recíprocas

- Compreender que dois corpos A e B estão em interacção se o estado de movimento ou de repouso de um depende da existência do outro.
- Compreender que, entre dois corpos A e B que interagem, a força exercida pelo corpo A no corpo B é simétrica da força exercida pelo corpo B no corpo A (Lei das acções recíprocas).
- Identificar pares acção-reacção em situações de interacções de contacto e à distância, conhecidas do dia-a-dia do aluno.

### 2. Movimento unidimensional com velocidade constante

#### 2.1. Características do movimento unidimensional

- Verificar que a descrição do movimento unidimensional de um corpo exige apenas um eixo de referência orientado com uma origem.
- Identificar, neste tipo de movimento, a posição em cada instante com o valor, positivo, nulo ou negativo, da coordenada da posição no eixo de referência.
- Calcular deslocamentos entre dois instantes  $t_1$  e  $t_2$  através da diferença das suas coordenadas de posição, nesses dois instantes:  $\Delta x = x_2 - x_1$ .
- Concluir que o valor do deslocamento, para qualquer movimento unidimensional, pode ser positivo ou negativo.
- Distinguir, utilizando situações reais, entre o conceito de deslocamento entre dois instantes e o conceito de espaço percorrido no mesmo intervalo de tempo.

- Compreender que a posição em função do tempo, no movimento unidimensional, pode ser representada num sistema de dois eixos, correspondendo o das ordenadas à coordenada de posição e o das abcissas aos instantes de tempo.
- Inferir que, no movimento unidimensional, o valor da velocidade média entre dois instantes  $t_2$  e  $t_1$  é  $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ .
- Concluir que, como consequência desta definição, o valor da velocidade média pode ser positivo ou negativo e interpretar o respectivo significado físico.
- Compreender que, num movimento unidimensional, a velocidade instantânea é uma grandeza igual à velocidade média calculada para qualquer intervalo de tempo se a velocidade média for constante.
- Concluir que o sentido do movimento, num determinado instante, é o da velocidade instantânea nesse mesmo instante.
- Reconhecer que a velocidade é uma grandeza vectorial que, apenas no movimento unidireccional pode ser expressa por um valor algébrico seguido da respectiva unidade.

## 2.2. Movimento uniforme

- Verificar que a coordenada de posição  $x_2$  num instante  $t_2$  é dada por  $x_2 = x_1 + v(t_2 - t_1)$ , em que  $x_1$  é a coordenada de posição no instante  $t_1$ . Esta é a equação do movimento unidimensional uniforme, isto é, com velocidade constante.
- Simplificar a equação do movimento com velocidade constante, fazendo  $t_1 = 0$ ,  $x_2 = x$  e  $x_1 = x_0$ , o que corresponde a denominar por  $x_0$  a coordenada de posição no instante  $t = 0$ , o que permite obter:  $x = x_0 + vt$ .
- Identificar, na representação gráfica da expressão  $x = x_0 + vt$ , com  $v = \text{const.}$ , a velocidade média (que coincide com a velocidade instantânea) entre dois instantes com o declive da recta  $x = f(t)$ .

## 2.3. Lei da inércia

- Reconhecer que, do ponto de vista do estudo da Mecânica, um corpo pode ser considerado um ponto com massa quando as suas dimensões são desprezáveis em relação às dimensões do ambiente que o influencia.
- Compreender a importância de se poder estudar o movimento de translação de um corpo, estudando o movimento de um qualquer ponto do corpo.
- Reconhecer que o repouso ou movimento de um corpo se enquadra num determinado sistema de referência.
- Identificar a força como responsável pela variação da velocidade de um corpo.

- Compreender que um corpo permanecerá em repouso ou em movimento unidimensional (rectilíneo) com velocidade constante enquanto for nula a resultante das forças que sobre ele actuam (Lei da Inércia).
- Aplicar a Lei da Inércia a diferentes situações, conhecidas do aluno, e interpretá-las com base nela.
- Distinguir entre referenciais inerciais e referenciais não inerciais.
- Definir massa inercial como sendo uma propriedade inerente a um corpo, que mede a sua inércia, independente quer da existência de corpos vizinhos, quer do método de medida.
- Reconhecer que a massa inercial de um corpo e o seu peso são grandezas distintas.

### 3. Movimento unidimensional com aceleração constante

#### 3.1. Movimento uniformemente variado

- Inferir da representação gráfica  $x = f(t)$  que, se a velocidade média variar com o tempo, o gráfico obtido deixa de ser uma recta.
- Identificar a velocidade instantânea, num determinado instante, com o declive da recta tangente, nesse instante, à curva  $x = f(t)$ .
- Compreender que, no movimento unidimensional, a aceleração média entre dois instantes  $t_2$  e  $t_1$  é  $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ , em que  $v_1$  e  $v_2$  são os valores da velocidade instantânea nos instantes  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente.
- Compreender que a aceleração instantânea é uma grandeza igual à aceleração média calculada para qualquer intervalo de tempo se, num movimento unidimensional, a aceleração média for constante.
- Obter, a partir da definição anterior, a equação  $v_2 = v_1 + a(t_2 - t_1)$ , em que  $a$  é a aceleração instantânea, válida para o movimento com aceleração constante (movimento uniformemente variado).
- Deduzir, a partir da equação anterior, a forma simplificada  $v = v_0 + at$ , se escrevermos  $v_2 = v$ ,  $v_1 = v_0$ ,  $t_2 = t$  e  $t_1 = 0$ .
- Verificar que a representação gráfica da velocidade em função do tempo para o movimento unidimensional com aceleração constante tem como resultado uma recta.
- Obter a equação que relaciona a posição com o tempo, válida para o movimento com aceleração constante:  $x_2 = x_1 + v_1(t_2 - t_1) + \frac{1}{2}a(t_2 - t_1)^2$  ou, na forma simplificada,  $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$ .

- Verificar que a representação gráfica da posição em função do tempo para o movimento unidimensional com aceleração constante tem como resultado uma curva.
- Reconhecer que a aceleração é uma grandeza vectorial que, apenas no movimento unidireccional pode ser expressa por um valor algébrico seguido da respectiva unidade.

### 3.2. Lei fundamental da Dinâmica

- Verificar que a aceleração adquirida por um corpo é directamente proporcional à resultante das forças que sobre ele actuam e inversamente proporcional à sua massa (Lei fundamental da Dinâmica).
- Compreender que a direcção e o sentido da aceleração coincidem sempre com a direcção e o sentido da resultante das forças, então  $\vec{F} = m\vec{a}$ .
- Decompor um vector em duas componentes perpendiculares entre si.
- Aplicar a Lei fundamental da Dinâmica e a Lei das interacções recíprocas às seguintes situações:
  - Um corpo assente numa superfície polida, horizontal, actuado por forças constantes cuja direcção pode ser paralela, ou não, à superfície.
  - Dois corpos em contacto, assentes numa mesa polida, horizontal, actuados por forças constantes cuja direcção pode ser paralela ou não à direcção da superfície da mesa.
- Interpretar a origem da força de atrito com base na rugosidade das superfícies em contacto.
- Compreender os conceitos de coeficiente de atrito estático  $\mu_e$  e de coeficiente de atrito cinético  $\mu_c$ .
- Analisar tabelas de valores de coeficientes de atrito, seleccionando materiais consoante o efeito pretendido.
- Verificar que o módulo da força de atrito estático entre um corpo e o plano sobre o qual se encontra é  $F \leq \mu_e R_n$ , em que  $R_n$  é o módulo da força exercida pelo plano no corpo.
- Compreender a relação que traduz a definição do módulo da força de atrito cinético entre um corpo e o plano sobre o qual se encontra,  $F = \mu_c R_n$  aplicando-a a situações do dia-a-dia.
- Reconhecer em que situações é útil a existência de força de atrito.
- Aplicar a Lei fundamental da Dinâmica e a Lei das interacções recíprocas às seguintes situações em que existe atrito entre os materiais das superfícies em contacto:
  - Um corpo assente numa superfície horizontal, actuado por forças constantes cuja direcção pode ser paralela, ou não, à superfície.
  - Dois corpos em contacto, assentes numa mesa horizontal, actuados por forças constantes cuja direcção pode ser paralela ou não à direcção da superfície da mesa.
- Reconhecer que a força de atrito depende da força normal entre as superfícies e que esta não é sempre numericamente igual ao peso de um dos corpos.

#### 4. Introdução ao movimento no plano

- Observar a trajectória de um projectil lançado obliquamente.
- Traçar, numa folha em que esteja desenhada a trajectória observada, um sistema de referência com um eixo horizontal (eixo dos  $x$ ) e um eixo vertical (eixo dos  $y$ ).
- Desenhar as projecções dos pontos da trajectória no eixo dos  $x$  e medir a distância entre duas projecções consecutivas.
- Verificar que a projecção desenhada no eixo horizontal tem as características do movimento uniforme.
- Inferir da observação anterior que a componente horizontal da resultante das forças que actuam no projectil é nula.
- Repetir o processo relativamente ao eixo dos  $y$ .
- Verificar que a projecção no eixo vertical tem as características do movimento uniformemente acelerado.
- Inferir da observação anterior que no projectil actua uma força com a direcção vertical e dirigida para baixo.
- Determinar os valores numéricos aproximados das componentes horizontal e vertical da velocidade do projectil ao longo da trajectória (calculando as razões  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  e  $\frac{\Delta y}{\Delta t}$  para vários pares de pontos consecutivos da trajectória).
- Desenhar os correspondentes vectores velocidade aplicados no primeiro ponto de cada par.
- Verificar, através do cálculo da razão  $\frac{\Delta v_y}{\Delta t}$  para alguns pares de pontos consecutivos da trajectória, que a componente vertical da aceleração é aproximadamente constante com um valor próximo de  $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
- Desenhar o vector aceleração nesses pontos.
- Obter o módulo da força vertical que actua no projectil, utilizando a lei fundamental da dinâmica:  $\vec{F} = m\vec{a}$ .
- Confrontar o valor obtido com o que resulta da aplicação da Lei da gravitação ao projectil considerado:  $F = G \frac{mM}{R^2}$ , em que  $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$  é a constante de gravitação universal,  $m$  é a massa do projectil,  $M = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$  é a massa da Terra e  $R = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$  é o raio da Terra.
- Concluir que no movimento de um projectil a resultante das forças segundo o eixo dos  $y$  é a força gravítica, vertical e dirigida para baixo.
- Analisar várias situações em que a direcção da resultante das forças que actuam num corpo é diferente da direcção da velocidade.

- Analisar, em particular, o caso em que a direcção da resultante das forças que actuam no corpo é, em cada instante, perpendicular à direcção da velocidade.
- Aplicar a análise anterior ao caso do movimento circular dos satélites.
- Reconhecer que o movimento circular dos satélites é uniforme.
- Analisar o lançamento horizontal de um projectil em termos da força que actua no projectil e das componentes da velocidade inicial.
- Concluir que o lançamento horizontal de um projectil é um caso particular de lançamento oblíquo em que a velocidade inicial forma um ângulo de zero graus com o eixo dos  $x$ .
- Analisar o lançamento vertical de um projectil em termos da força que actua no projectil e das componentes da velocidade inicial.
- Concluir que o lançamento vertical de um projectil é um caso particular de lançamento oblíquo em que a velocidade inicial forma um ângulo de  $90^\circ$  com o eixo dos  $x$ .

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. A Física estuda interacções entre corpos

- ✓ Analisar, através da leitura de textos apropriados, o papel da Física na busca do conhecimento das leis da Natureza.
- ✓ Montar, na sala de aula, em várias mesas, experiências em que os alunos possam verificar as interacções entre corpos. Por exemplo, numa das mesas, interacções entre ímanes, noutra, interacções eléctricas (pêndulos eléctricos, electroscópios, etc.), interacções mecânicas (raquetes e bolas de ténis, bolas de bilhar, etc.). Os alunos, em grupo, percorrem as mesas, apresentando depois um relatório individual sobre as experiências efectuadas.
- ✓ Realizar uma actividade em que os alunos sugiram forças que conhecem e incluir as forças sugeridas nos três tipos de forças fundamentais.
- ✓ Marcar, em várias situações de interacção, sugeridas pelos alunos, ou não, os pares acção-reacção, indicando o ponto de aplicação de cada força.
- ✓ Realizar exercícios em que o aluno possa verificar se sabe identificar o par acção-reacção em dois corpos que interactuam, incluindo as forças de atrito que actuam entre duas superfícies em contacto.

### 2. Movimento unidimensional com velocidade constante

- ✓ Discutir, aproveitando exemplos do dia-a-dia, situações em que o espaço percorrido por um corpo seja diferente do deslocamento.
- ✓ Utilizar a calculadora gráfica e o suporte de papel para representar graficamente funções do tipo  $y = f(t)$ . Cada grupo de alunos pode usar um dos processos e discuti-lo.
- ✓ Analisar gráficos *posição x tempo* referentes a situações do dia-a-dia.

- ✓ Discutir com os alunos diferentes processos de medida de intervalos de tempo, dependendo da ordem de grandeza destes.
- ✓ Analisar problemas em que o aluno seja confrontado com o significado físico do vector velocidade, que representa não só a direcção da velocidade, mas também o módulo e o sentido da velocidade.
- ✓ Resolver exercícios sobre movimento unidireccional com e sem a calculadora gráfica.
- ✓ Exemplificar situações em que o aluno possa reconhecer a importância de poder tratar um corpo como um ponto onde se concentra toda a sua massa. Por exemplo, para saber a hora de chegada de um avião ao aeroporto não é importante distinguir a hora de chegada da cauda ou a hora de chegada da frente do avião.
- ✓ Discutir exemplos sugeridos pelos alunos.
- ✓ Exemplificar situações de movimento e repouso consoante o referencial. Em grupo, os alunos devem apresentar outros exemplos de situações conhecidas e explicá-las.
- ✓ Resolver exercícios onde se confronte o aluno com situações de variação ou não da velocidade de um corpo e as respectivas causas. Por exemplo, um corpo move-se com determinada velocidade, o que lhe acontece quando se aplica uma força com:
  - A mesma direcção e sentido da velocidade?
  - A mesma direcção e sentido oposto ao da velocidade?
  - Direcção diferente da velocidade?
- ✓ Discutir com os alunos de que forma se podem determinar os tempos para as mudanças de cor dos sinais de trânsito, tendo em conta que ao longo de percursos urbanos frequentemente os sinais de trânsito estão temporizados de tal modo que os carros se desloquem com velocidade constante. Considere-se a situação mais usual em que as distâncias entre sinais consecutivos não são iguais.
- ✓ Resolver exercícios onde o aluno possa verificar se é capaz de identificar o vocabulário específico aprendido.
- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Medir instantes, intervalos de tempo, posições, deslocamentos e espaços percorridos
    - Que grandeza é medida por um cronómetro?
    - Que grandeza é medida pelo conta-quilómetros de um automóvel?
  - Medir velocidades e acelerações.
    - Que grandeza é medida pelo velocímetro de um automóvel?
- ✓ Propor aos alunos a realização de dois trabalhos como actividade extra sala de aula:
  - Identificação de processos de medida de intervalos de tempo em situações específicas (ex: em astronomia, em arqueologia, etc.).
  - As concepções de Aristóteles e de Galileu sobre forças e movimentos.

### 3. Movimento unidimensional com aceleração constante

- ✓ Utilizando a calculadora gráfica e o suporte de papel, representar graficamente o deslocamento e a velocidade em função do tempo para exemplos de movimento rectilíneo uniformemente acelerado (queda de um corpo na vertical)
- ✓ Apresentar exemplos, em situações do dia-a-dia, das diferentes possibilidades existentes para os valores algébricos da velocidade e da aceleração de um corpo em movimento rectilíneo (ex:  $v > 0$  e  $a > 0$ ;  $v < 0$  e  $a > 0$ , etc.)
- ✓ Discutir com os alunos formas de determinar o módulo da velocidade instantânea de um automóvel em movimento, da velocidade média e da aceleração média, para movimento rectilíneo.
- ✓ Identificar as forças que actuam sobre objectos em situações do dia-a-dia: uma pessoa imóvel, uma pessoa que se move, um caixote numa rampa ou a subi-la, um automóvel em andamento, um satélite artificial.
- ✓ Analisar as vantagens da utilização de ferraduras nas patas dos cavalos
- ✓ Analisar as vantagens da utilização de cintos de segurança.
- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Verificação da proporcionalidade entre força e aceleração.
  - Determinação do coeficiente de atrito estático entre dois materiais.
- ✓ Propor aos alunos a realização de dois trabalhos de pesquisa como actividade extra sala de aula:
  - Identificação de situações correntes em que as forças de atrito possam ser prejudiciais ou úteis.
  - Identificação de processos utilizados na indústria para diminuir o efeito das forças de atrito entre peças de motores, entre comboios e carris e noutras situações.

### 4. Introdução ao movimento no plano

- ✓ Para estudar o movimento de um projectil, poderá utilizar-se um processo simples para registar a trajectória de um projectil lançado obliquamente. Sugere-se a utilização de uma câmara de vídeo para gravar o movimento do projectil. Visualizar em seguida a gravação num televisor, sobre cujo écran se colou previamente uma folha de papel ou plástico transparente. Utilizar o modo fotograma a fotograma e registar na transparência a posição do projectil após cada passagem de um número conveniente e fixo de fotogramas. Deste modo, o intervalo de tempo é constante entre cada ponto da trajectória. Os alunos construirão as interpretações do movimento com base nos objectivos enunciados anteriormente.
- ✓ Resolver exercícios qualitativos de interpretação do movimento dos projecteis.
- ✓ Resolver exercícios onde o aluno possa comparar as grandezas características do movimento dos projecteis lançados obliquamente, horizontalmente e verticalmente.
- ✓ Resolver exercícios onde o aluno preveja o tipo de movimento de um corpo, sabendo as características da velocidade e da resultante das forças que actuam no corpo.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Astolfi, J. P. (1992). *L' école pour apprendre*. Paris: ESF.  
Livro da colecção "Pedagogies", para professores. Podem encontrar-se temas como: os saberes escolares hoje em dia, A construção de dispositivos didácticos, etc.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.
- Bybee, R. W. & Deboer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. *Handbook of Reseach on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.357-387). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que contém a origem do termo literacia científica, além de fornecer uma perspectiva histórica da construção de currículos CTS.
- Caldas, Helena (1999). *Atrito: O que diz a Física, o que os alunos pensam e o que os livros explicam*. Vitória (Brasil): Editora da Universidade Federal do Espírito Santo.  
Livro para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral, para professores. Contém um CD-Rom.
- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Dally, J.W., W.F.Riley, and K.G. McConnel, *Instrumentation for Engineering measurements*, John Wiley and Sons.Inc. 2th Ed. 1993  
Livro para professores.
- Durandeau, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Graber, W. & Nentwig, P. (1999). *Scientific Literacy: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).  
Descreve uma investigação sobre literacia científica realizada junto de professores alemães.
- Lecardonnel, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup> S*. Paris: Bordas.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Maloney, J. (1994). Research on problem solving: Physics. In *Handbook of Reseach on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.335-356). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que apresenta uma investigação sobre resolução de problemas em Física.

- Miguel, E. S. (1993). *Los Textos Expositivos*. Madrid: Santillana, S.A.  
Livro de carácter geral para professores, onde se apresentam estratégias para a compreensão de textos expositivos.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral, para professores, que apresenta as reflexões e as recomendações de cientistas para a construção de currículos CTS.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magnier, M. (1998). *A escola na era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.  
Livro para professores e alunos onde se reflecte sobre o papel da escola na era da Internet.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores..
- Taylor, J. R. (1997). *Error Analysis*. Sausalito, Ca: University Science Books.  
Livro para professores.
- Waljer, J. (1990). *O Grande Circo da Física*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Wall, C. N., Levine, R. B. & Christensen F. E. (1972). *Physics Laboratory Manual*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.  
Livro para professores.
- Youden, W. J. (1972). *Experimentation and Measurement*, NIST Special Publication 672, US Department of Commerce.  
Livro para professores.

## Extensão E1.F1

### Estática

Duração de Referência: **9 horas**

#### 1 | Apresentação

Nesta extensão do módulo “Forças e Movimentos” é introduzido o conceito de sistema de partículas para o estudo elementar da estática do corpo rígido com vista a aplicações reais.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de definir a posição do centro de massa de um conjunto de partículas, de reconhecer a importância do centro de massa de um corpo rígido, no que respeita à cinemática e à dinâmica, e de compreender os aspectos fundamentais do movimento de um corpo rígido e as suas condições de equilíbrio.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

##### 1. Sistemas de partículas

- 1.1. Definição e características de centro de massa de um sistema de partículas
- 1.2. Resultante das forças internas de um sistema

##### 2. Corpo rígido

- 2.1. Caracterização de corpo rígido como modelo ideal
- 2.2. Movimento de translação de um corpo rígido. Forças exteriores
- 2.3. Determinação da posição do centro de massa.
- 2.4. Movimento de rotação de um corpo rígido. Momento de forças exteriores
- 2.5. Propriedades dos corpos rígidos reais.

##### 3. Estática

- 3.1. Definição de equilíbrio de um corpo rígido
- 3.2. Aplicações

#### 4 | Objectivos de Aprendizagem

##### 1. Sistemas de partículas

1.1. Definição e características de centro de massa de um sistema de partículas

- Considerar um sistema de partículas como um conjunto de partículas com massas iguais ou diferentes que podem mover-se umas em relação às outras.

- Reconhecer o centro de massa de um sistema de partículas como um ponto com características especiais.
- Definir a coordenada posição do centro de massa de um sistema de duas partículas, situado na linha que as une:

- $$X = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2},$$
 em que  $x_1(x_2)$  é a coordenada da posição da partícula de

massa  $m_1(m_2)$  ao longo dessa linha.

- Definir matematicamente a posição de centro de massa de um sistema de  $N$  partículas em relação a um determinado referencial:

$$\vec{R} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^N m_i},$$
 em que  $\vec{r}_i$  é a posição, em relação ao referencial considerado da partícula de

massa  $m_i$ .

- Concluir, a partir da definição de centro de massa, que se um corpo rígido possui um elemento de simetria, o centro de massa está sobre esse elemento de simetria.
- Concluir que a velocidade e aceleração do centro de massa, em relação a um determinado referencial, são dadas pelas expressões:

$$\vec{V} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad \text{e} \quad \vec{A} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{a}_i}{\sum_{i=1}^N m_i},$$
 em que  $\vec{v}_i$  e  $\vec{a}_i$  são, respectivamente a velocidade e

aceleração da partícula de massa  $m_i$  em relação ao referencial considerado.

- Deduzir da lei das ações recíprocas que a resultante das forças internas de um sistema de partículas é nula.
- Concluir que a resultante das forças aplicadas a um sistema de partículas é igual à resultante das forças exteriores que actuam no sistema.

## 2. Corpo rígido

### 2.1. Caracterização de corpo rígido como modelo ideal

- Definir um corpo rígido como um sistema de partículas cujas distâncias mútuas se mantêm constantes no tempo.
- Compreender que esta definição é um modelo da situação real.
- Concluir que as forças não se poderiam propagar ao longo de um corpo rígido se as ligações entre as partículas fossem rígidas.

## 2.2. Movimento de translação pura de um corpo rígido. Forças exteriores

- Definir movimento de translação pura de um corpo rígido como aquele em que os vectores deslocamento entre dois intervalos de tempo de todas as partículas são iguais.
- Deduzir da segunda lei da dinâmica aplicada ao corpo rígido que a resultante das forças exteriores aplicadas ao corpo é igual à massa total do sistema vezes a aceleração do centro de massa:

$$\vec{F}_{\text{ext}} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{a}_i = M \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{a}_i}{\sum_{i=1}^N m_i} = M \vec{a}_{\text{cm}}$$

- Inferir que um corpo rígido pode ser considerado, no que respeita ao movimento de translação pura, como uma partícula na posição do centro de massa, em que está concentrada toda a massa do sistema.
- Concluir que quando a resultante das forças exteriores que actuam num corpo rígido é nula, o movimento do corpo rígido é de translação pura com velocidade constante.
- Definir centro de gravidade de um corpo rígido como o ponto em se pode considerar aplicada a força de gravidade.
- Identificar o centro de gravidade de um corpo rígido num campo gravítico uniforme como sendo coincidente com o centro de massa.

## 2.3. Movimento de rotação de um corpo rígido. Momento de forças exteriores

- Definir movimento de rotação pura de um corpo rígido em torno de um eixo fixo como aquele em que todas as partículas do corpo efectuem movimento circular em torno de pontos desse eixo fixo, mantendo inalteradas as distâncias mútuas.
- Compreender que uma força  $\vec{F}$  que actua num corpo rígido pode fazê-lo rodar em torno de um eixo fixo, se a sua linha de acção não passa por esse eixo, e que esse movimento não ocorre quando a linha de acção da força passa pelo eixo
- Definir momento  $\vec{M}$  de uma força  $\vec{F}$  que actua num ponto P, em relação a um ponto O, como um vector com as seguintes características:
  - Módulo igual ao produto  $|\overline{OP}| \times |\vec{F}| \times \sin \theta$ , em que  $\theta$  é o ângulo que o vector  $\vec{F}$  faz com o vector  $\overline{OP}$ .
  - Direcção perpendicular ao plano definido por  $\vec{F}$  e  $\overline{OP}$ .
  - Sentido tal que  $\overline{OP}$ ,  $\vec{F}$  e  $\vec{M}$  estão entre si como os eixos Ox, Oy e Oz, num referencial com origem em O.
- Concluir, a partir da lei das acções recíprocas, que a resultante dos momentos de todas as forças interiores que actuam num sistema de partículas, em relação a um ponto, é nula.

- Inferir que o movimento de rotação de um corpo rígido em relação a um eixo é determinado pela resultante dos momentos das forças exteriores em relação a esse eixo.

### 3. Estática

#### 3.1. Definição de equilíbrio de um corpo rígido

- Definir equilíbrio estático de uma partícula num referencial como uma situação em que a partícula está em repouso nesse referencial sujeita às forças que nela actuam.
- Concluir, a partir da segunda lei da dinâmica, que, numa situação de equilíbrio estático, a resultante das forças que actuam sobre a partícula é nula.
- Generalizar a definição de equilíbrio estático de uma partícula à definição de equilíbrio de translação de um corpo rígido: um corpo rígido não efectua movimento de translação se a resultante de todas as forças exteriores que nele actuam for nula.
- Deduzir que, numa situação de equilíbrio estático de translação num determinado referencial, o centro de massa do corpo rígido está em repouso nesse referencial.
- Verificar que um corpo rígido em equilíbrio estático de translação pode efectuar movimento de rotação em torno do seu centro de massa.
- Enunciar as duas condições de equilíbrio estático de um corpo rígido:
  - a resultante de todas as forças exteriores que nele actuam é nula e é também nula;
  - a resultante dos momentos de todas as forças exteriores que nele actuam em relação a um ponto qualquer de um referencial fixo é também nula.

#### 3.2. Aplicações

- Estudar as condições de equilíbrio estático em diferentes situações reais.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Sistemas de partículas

- ✓ Realizar uma actividade de demonstração para determinar a posição do centro de massa de corpos de espessura uniforme, suspendo o corpo de diferentes pontos.
- ✓ Determinar a posição do centro de massa de um corpo de espessura uniforme de forma irregular, mas decomponível num pequeno número de corpos com simetria geométrica.

### 2. Corpo rígido

- ✓ Discutir na sala de aula as limitações do modelo ideal de corpo rígido.
- ✓ Realizar uma ficha de exercícios onde os alunos possam verificar se são capazes de aplicar o vocabulário específico aprendido.
- ✓ Resolver questões numéricas em que intervenha o cálculo da posição, velocidade e aceleração do centro de massa de um sistema de partículas, por exemplo, determinar a distância ao centro da Terra do centro de massa do sistema Terra-Lua e compará-la com o raio da Terra.

- ✓ Discutir, utilizando a definição analítica do momento de uma força, as características ideais (ponto de aplicação, direcção e sentido) da força mínima a aplicar a um corpo rígido para o fazer rodar em torno de um eixo fixo.

### 3. Estática

- ✓ Realizar uma actividade de laboratório em que o aluno verifique as condições de equilíbrio de um corpo rígido, recorrendo a balanças e máquinas simples.
- ✓ Estudar as condições de equilíbrio estático nas seguintes máquinas.
  - roldanas fixas
  - roldanas móveis
  - alavancas interfixas
  - alavancas inter-resistentes
  - alavancas interpotentes
- ✓ Estudar as condições de equilíbrio estático utilizando exemplos do dia-a-dia.
- ✓ Realizar fichas de exercícios onde o aluno resolva questões numéricas em que intervenham as condições de equilíbrio estático do corpo rígido.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Astolfi, J. P. (1992). *L' école pour apprendre*. Paris: ESF.  
Livro da colecção "Pedagogies", para professores. Podem encontrar-se temas como: os saberes escolares hoje em dia, A construção de dispositivos didácticos, etc.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.
- Bybee, R. W. & Deboer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. *Handbook of Reseach on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.357-387). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que contém a origem do termo literacia científica, além de fornecer uma perspectiva histórica da construção de currículos CTS.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral, para professores. Contém um CD-Rom.
- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Dally, J.W., W.F.Riley, and K.G. McConnel, *Instrumentation for Engineering measurements*, John Wiley and Sons.Inc. 2th Ed. 1993  
Livro para professores.
- Durandea, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.

- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Graber, W. & Nentwig, P. (1999). *Scientific Literacy: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).  
Descreve uma investigação sobre literacia científica realizada junto de professores alemães.
- Lecardonnel, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup>*. Paris: Bordas.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Maloney, J. (1994). Research on problem solving: Physics. In *Handbook of Research on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.335-356). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que apresenta uma investigação sobre resolução de problemas em Física.
- Miguel, E. S. (1993). *Los Textos Expositivos*. Madrid: Santillana, S.A.  
Livro de carácter geral para professores, onde se apresentam estratégias para a compreensão de textos expositivos.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral, para professores, que apresenta as reflexões e as recomendações de cientistas para a construção de currículos CTS.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magnier, M. (1998). *A escola na era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.  
Livro para professores e alunos onde se reflecte sobre o papel da escola na era da Internet.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Waljer, J. (1990). *O Grande Circo da Física*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.

## Extensão E2.F1

# Trabalho e Energia

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

Esta extensão do módulo “Forças e Movimentos” visa dar a conhecer o princípio da conservação da energia mecânica e as suas aplicações no dia-a-dia.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de concluir que podemos associar a qualquer sistema físico uma energia e de compreender a lei da conservação da energia em sistemas mecânicos.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

#### 1. Trabalho e energia

- 1.1 Trabalho de uma força constante
- 1.2 Energia cinética
- 1.3 Forças conservativas e energia potencial
- 1.4 Lei da conservação da energia mecânica

### 4 | Objectivos de Aprendizagem

#### 1. Trabalho e energia

##### 1.1 Trabalho de uma força constante

- Caracterizar o deslocamento de um ponto material entre dois instantes de tempo  $t_1$  e  $t_2$ , como sendo a grandeza vectorial  $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)$ , em que  $\vec{r}(t)$  é o vector posição do ponto no instante  $t$ .
- Definir o trabalho de uma força constante  $\vec{F}$  que actua sobre um corpo quando este efectua um deslocamento rectilíneo  $\Delta\vec{r}$  como a grandeza escalar  $W = F\Delta r \cos\theta$ , em que  $F$  é o módulo da força,  $\Delta r$  é o módulo do deslocamento e  $\theta$  é o valor do ângulo entre as direcções da força e do deslocamento.

##### 1.2 Energia cinética

- Definir energia cinética de um corpo de massa  $m$  que se desloca com velocidade de módulo  $v$  em relação a um referencial, como a grandeza escalar  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ .
- Interpretar o teorema da energia cinética: o trabalho realizado pela força resultante que actua sobre um corpo entre dois instantes de tempo é igual à variação da energia cinética desse corpo entre esses dois instantes.
- Reconhecer que o trabalho de uma força constante entre dois pontos é independente do caminho percorrido.

### 1.3 Forças conservativas e energia potencial

- Caracterizar força conservativa como uma força cujo trabalho efectuado sobre um corpo quando este se desloca entre dois pontos depende apenas dessas posições e não do caminho seguido.
- Reconhecer que ao trabalho de uma força conservativa está sempre associada a variação de uma forma de energia potencial.
- Identificar a força gravítica como uma força conservativa.
- Analisar a queda livre de um corpo sob os seguintes aspectos:
  - O trabalho realizado pelo peso do corpo mede a variação da energia cinética do corpo.
  - O trabalho realizado pelo peso do corpo é o simétrico da variação da energia potencial do corpo.
  - A energia potencial do corpo transforma-se na energia cinética que ele adquire.

### 1.4 Lei da conservação da energia mecânica

- Definir energia mecânica de um sistema como a soma da energia cinética e potencial gravítica do sistema.
- Inferir do teorema da energia cinética que, num sistema em que a única força existente é gravítica, a energia mecânica se conserva (Lei da conservação da energia mecânica).
- Explicitar as transformações de energia potencial em energia cinética em casos simples.
- Compreender a Lei da conservação da energia em sistemas mecânicos.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Partindo de exemplos concretos do dia-a-dia, analisar as situações em que uma força realiza trabalho.
- ✓ Realizar exercícios que envolvam o cálculo do trabalho realizado por forças constantes em movimentos rectilíneos. Discutir o modo como as forças devem actuar para contribuir para o aumento ou para a diminuição da energia do sistema em que actuam.
- ✓ Realizar exercícios onde se analisem as situações de queda livre, lançamento de projecteis e movimento circular de satélites do ponto de vista energético.

- ✓ Realizar exercícios em que se aplique o Teorema da energia cinética e a Lei da conservação da energia mecânica.
- ✓ Analisar a Lei da conservação da energia como Lei unificadora, enumerando exemplos em vários ramos da Ciência: na Biologia, na Química e outros.
- ✓ Analisar e discutir documentos em que se identifiquem os principais passos no estabelecimento da Lei da conservação da energia.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Durandeu, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores..
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.

## Extensão E3.F1

# Máquina Simples

Duração de Referência: **24 horas**

### **1 | Apresentação**

Este Módulo destina-se àqueles alunos cuja formação exige conhecimentos mais aprofundados sobre o funcionamento das máquinas simples, como as alavancas e as roldanas.

### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de caracterizar as condições de equilíbrio de alavancas e roldanas. Com esse conhecimento deve compreender o funcionamento dessas máquinas e as vantagens da sua utilização em situações reais.

### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino neste módulo são os seguintes:

#### **1. Máquinas Simples**

#### **2. Alavancas**

- 2.1. Caracterização das alavancas interresistentes, interpotentes e interfixas
- 2.2. Condição de equilíbrio de uma alavanca
- 2.3. Vantagens da utilização dos vários tipos de alavancas

#### **3. Roldanas**

- 3.1. Caracterização das roldanas fixas e móveis
- 3.2. Condição de equilíbrio de roldanas fixas e móveis
- 3.3. Vantagens da utilização dos vários tipos de roldanas
- 3.4. Associação de roldanas e vantagens na sua utilização

#### **4. Plano inclinado**

- 4.1. Caracterização do plano inclinado como uma máquina simples
- 4.2. Condição de equilíbrio de um plano inclinado
- 4.3. Vantagens da utilização de planos inclinados

#### **5. Trabalho e rendimento de uma máquina simples**

- 5.1. Trabalho da força potente e trabalho da força resistente
- 5.2. Conservação da energia mecânica numa máquina simples
- 5.3. Definição de rendimento de uma máquina simples
- 5.4. Aplicação dos conceitos de trabalho e rendimento às alavancas, às roldanas e aos planos inclinados

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Máquinas simples

- Definir máquina simples como um dispositivo capaz de alterar uma força de forma a facilitar o trabalho realizado pelo Homem.
- Compreender que todas as máquinas mecânicas, qualquer que seja a sua complexidade, podem ser consideradas como um conjunto de máquinas simples.
- Definir vantagem mecânica de uma máquina simples.

### 2. Alavancas

- Definir alavanca como uma máquina simples constituída por uma barra rígida, capaz de girar ao redor de um ponto ou eixo, denominado fulcro ou ponto de apoio.
- Identificar numa alavanca a força resistente e a força potente
- Caracterizar três tipos de alavancas, de acordo com a posição relativa da força resistente, da força potente e do fulcro.
- Caracterizar matematicamente a condição de equilíbrio de qualquer alavanca:  
$$F_p \times b_p = F_R \times b_R$$
- Definir vantagem mecânica de uma alavanca.
- Identificar situações em que a vantagem mecânica seja maior e menor do que 1.
- Interpretar situações em que seja vantajosa a utilização de alavancas interfixas, interpotentes e interresistentes.

### 3. Roldanas

- a. Definir roldana como uma máquina simples constituída por um disco que pode girar em torno de um eixo que passa por seu centro, passando na sua periferia uma corda que se move solidariamente com o disco.
- Identificar numa roldana a força resistente e a força potente
  - Caracterizar dois tipos de roldanas, de acordo com a vantagem mecânica.
  - Identificar uma roldana fixa como uma alavanca em que o braço da força potente é igual ao braço da força resistente.
  - Caracterizar matematicamente a condição de equilíbrio de uma roldana fixa:  $F_p = F_R$ .
  - Identificar uma roldana móvel como uma alavanca em que o braço da força potente é igual a metade do braço da força resistente.
  - Caracterizar matematicamente a condição de equilíbrio de uma roldana móvel:  $F_p = \frac{1}{2} F_R$ .
  - Definir vantagem mecânica para as roldanas fixas e móveis.
  - Interpretar situações em que seja vantajosa a utilização de roldanas fixas ou móveis.

- Reconhecer que as roldanas móveis são em geral utilizadas associadas a uma ou mais roldanas fixas.
- Conhecer diferentes associações de roldanas fixas e móveis.
- Caracterizar matematicamente as condições de equilíbrio para as diferentes associações de roldanas fixas e móveis.
- Interpretar situações em que seja vantajosa a utilização das diferentes associações de roldanas.

#### 4. Planos inclinados

- Definir plano inclinado como uma superfície plana rígida, inclinada em relação à horizontal, que permite alterar a força exercida, de forma a facilitar o trabalho.
- Reconhecer um plano inclinado como uma máquina simples.
- Identificar no plano inclinado a força resistente e a força potente
- Caracterizar matematicamente a condição de equilíbrio num plano inclinado, apenas em situações em que a força potente é paralela ao plano.
- Definir vantagem mecânica para um plano inclinado.
- Interpretar situações em que seja vantajosa a utilização de planos inclinados.

#### 5. Trabalho e rendimento de uma máquina simples

- Reconhecer que numa máquina simples a energia total do sistema se conserva, ocorrendo apenas uma transferência de energia mecânica.
- Identificar o trabalho da força potente com a medida da energia transferida.
- Caracterizar uma máquina simples ideal como aquela em que o trabalho da força potente é igual ao trabalho da força resistente.
- Reconhecer que não existem máquinas simples ideais, porque em situações reais a energia transferida é diferente da energia útil da máquina.
- Definir rendimento de uma máquina simples como a razão entre o trabalho da força resistente e o trabalho da força potente.
- Aplicar conceitos de trabalho e rendimento às alavancas, às roldanas e aos planos inclinados

## 5 | Situações de Aprendizagem

---

### 1. Máquinas simples

- ✓ Investigar a evolução histórica das máquinas simples.
- ✓ Ilustrar o objectivo principal de uma máquina simples: alterar o sentido ou a intensidade de uma força.
- ✓ Observar uma máquina complexa, como uma talha ou um cadernal, identificando as diferentes máquinas simples que a compõem.

### 2. Alavancas

- ✓ Realizar actividades de laboratório em que o alune identifica, em diferentes alavancas, a força potente, a força resistente e os comprimentos dos respectivos braços, verificando a condição de equilíbrio das alavancas.
- ✓ Observar objectos de utilização diária que utilizem alavancas para identificar, em cada caso, a força potente, a força resistente e o fulcro.
- ✓ Discutir as vantagens da utilização das alavancas, em casos específicos, em relação à utilização de outras máquinas, por exemplo: tesoura, carrinho de mão, pinça.
- ✓ Resolver exercícios numéricos em intervenha o cálculo da vantagem mecânica e da condição de equilíbrio das alavancas.
- ✓ Ilustrar com exemplos do dia a dia e com a identificação das forças potente e resistente a utilidade das alavancas interfixas, interpotentes e interresistentes.

### 3. Roldanas

- ✓ Realizar actividades de laboratório em que o alune identifica, em diferentes roldanas, a força potente, a força resistente e os comprimentos dos respectivos braços, verificando a condição de equilíbrio das roldanas.
- ✓ Observar diferentes associações simples de roldanas, para identificar, em cada caso, a força potente, a força resistente e a vantagem mecânica.
- ✓ Discutir as vantagens da utilização de associações roldanas, em casos específicos, em relação à utilização de outras máquinas, por exemplo: sarilhos, talha ou cadernal e cabrestante.
- ✓ Resolver exercícios numéricos em intervenha o cálculo da vantagem mecânica e da condição de equilíbrio de associações de roldanas.

### 4. Planos inclinados

- ✓ Realizar actividades de laboratório em que o alune identifica, num objecto que se desloca num plano inclinado, a força potente e a força resistente.
- ✓ Discutir as vantagens da utilização planos inclinados, em casos específicos, em relação à utilização de outros dispositivos, por exemplo: rampas de supermercados em vez de escadas, parafusos em vez de pregos.
- ✓ Resolver exercícios numéricos em intervenha o cálculo da vantagem mecânica e da condição de equilíbrio do plano inclinado.

## 5. Trabalho e rendimento de uma máquina simples

- ✓ Resolver exercícios numéricos em intervenha o cálculo do trabalho da força potente e do trabalho da força resistente em qualquer máquina simples.
- ✓ Resolver exercícios numéricos em intervenha o cálculo do rendimento em diferentes máquinas simples.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Waljer, J. (1990). *O Grande Circo da Física*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Feira da Ciências – o Imperdível  
[http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06\\_RE01.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_RE01.asp)

## MÓDULO F2

### Hidrostática e Hidrodinâmica

Duração de Referência: **21 horas**

#### **1 | Apresentação**

Este módulo divide-se em dois temas: Estática dos fluidos e Dinâmica dos fluidos. Com este módulo pretende-se desenvolver conhecimentos sobre fluidos para que criticamente se possam fundamentar e questionar os desafios colocados pelo progresso tecnológico e desenvolvimento harmonioso do meio ambiente.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de compreender a noção de fluido e a respectiva classificação, em termos das suas propriedades físicas. Deve ainda ser capaz de aplicar a lei fundamental da hidrostática e os princípios de Pascal e de Arquimedes a situações do dia-a-dia.

O estudo da dinâmica dos fluidos permitirá o conhecimento dos tipos de movimento mais comuns associados ao seu escoamento. A equação da continuidade e a lei de Bernoulli são compreendidas com base nas leis da Mecânica já estudadas.

As competências de tipo processual a desenvolver neste módulo estão ligadas a equipamento diversificado (manómetros, barómetros e debitómetros - Pitot e Venturi), cujo princípio de funcionamento se baseia nos conceitos apresentados.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Estática dos fluidos**

- 1.1 Os fluidos e sua classificação
- 1.2 Comportamento de um gás ideal
- 1.3 Lei fundamental da hidrostática
- 1.4 Princípio de Pascal
- 1.5 Princípio de Arquimedes

##### **2. Dinâmica dos fluidos**

- 2.1 Classificação do movimento de um fluido
- 2.2 A lei da conservação da massa e a equação da continuidade
- 2.3 A lei da conservação da energia e a lei de Bernoulli

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Estática dos fluidos

#### 1.1 Os fluidos e sua classificação

- Distinguir um fluido de um sólido.
- Caracterizar um fluido em termos de isotropia, mobilidade e viscosidade.
- Classificar os fluidos em gases e líquidos com base em:
  - viscosidade
  - compressibilidade
  - forças de ligação entre as moléculas constituintes.
- Prever situações em que um sólido pode ter propriedades próximas dos fluidos, por variações da pressão e da temperatura (lamas vulcânicas, por exemplo).
- Reconhecer que um líquido é um fluido incompressível, isto é, a sua massa volúmica é aproximadamente constante.
- Reconhecer que os gases são fluidos compressíveis.

#### 1.2 Comportamento de um gás ideal

- Descrever macroscopicamente o comportamento de um gás ideal em termos da teoria cinético-molecular.
- Conhecer que 1 mol de moléculas de um gás ideal ocupa o volume de 22,4 L nas condições PTN.
- Descrever matematicamente o comportamento de um gás ideal através da equação  $pV = nRT$ .
- Calcular o valor da constante universal,  $R$ , dos gases ideais em unidades SI e em outras vulgarmente utilizadas.
- Demonstrar que a equação de estado de um gás ideal contém as leis de Boyle-Mariotte e Gay-Lussac.

#### 1.3 Lei fundamental da hidrostática

- Caracterizar o equilíbrio hidrostático.
- Caracterizar a pressão num ponto do interior ou da superfície de um líquido em equilíbrio hidrostático.
- Deduzir a lei fundamental da hidrostática :  $p_B - p_A = \rho g(h_B - h_A)$ .
- Compreender que, em consequência desta lei, num líquido em equilíbrio hidrostático:
  - a pressão é a mesma em todos os pontos que estiverem à mesma profundidade
  - a pressão num líquido aumenta com a profundidade
  - a superfície livre é horizontal.
- Interpretar, com base nesta lei, o comportamento de um líquido num sistema de “vasos comunicantes”.

- Interpretar o equilíbrio de líquidos não miscíveis.
- Conhecer o princípio de funcionamento do barómetro de Torricelli (Experiência de Torricelli)
- Interpretar o conceito de pressão absoluta, pressão atmosférica e pressão instrumental.
- Relacionar algumas unidades correntes de pressão tais como: pascal, bar, atmosfera, mm Hg e torr.
- Reconhecer diversos tipos de medidores de pressão: manómetros e barómetros.

#### 1.4 Princípio de Pascal

- Relacionar a pressão num ponto no interior de um líquido de massa volúmica  $\rho$  à profundidade  $h$  com a pressão atmosférica  $p_{\text{atm}}$ :  $p = p_{\text{atm}} + \rho gh$ .
- Aplicar a relação anterior na leitura de manómetros em U.
- Interpretar o princípio de Pascal.
- Compreender que o princípio de Pascal é uma consequência directa da lei fundamental da hidrostática.
- Descrever algumas aplicações do princípio de Pascal, tais como a prensa hidráulica e o elevador hidráulico.

#### 1.5 Princípio de Arquimedes

- Caracterizar a impulsão como a força resultante das forças de pressão que o fluido exerce sobre um corpo nele mergulhado.
- Relacionar o módulo da impulsão que se exerce sobre um corpo mergulhado num fluido com a massa volúmica do fluido e o volume de fluido deslocado pelo corpo:  $I = \rho g V$ .
- Estabelecer a condição de flutuação de um corpo num fluido, aplicando a lei fundamental da dinâmica.
- Descrever algumas áreas de aplicação do princípio de Arquimedes, tais como:
  - construção naval
  - construção de dirigíveis.

## 2. Dinâmica dos fluidos

### 2.1 Movimento de um líquido

- Interpretar o débito de um líquido que se desloca num tubo como a quantidade de líquido (em massa ou em volume) que atravessa a secção recta do tubo por unidade de tempo.
- Interpretar o conceito de débito-volume :  $Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ .
- Interpretar o conceito de débito-massa :  $Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$ .
- Reconhecer que a massa volúmica  $\rho$  do líquido pode ser obtida pela razão entre o débito-massa e débito-volume :  $\rho = \frac{Q_m}{Q_V}$ .

- Identificar um líquido como um fluido incompressível, isto é, com massa volúmica  $\rho$  constante.
- Compreender a importância das leis fundamentais da Mecânica no estudo dos líquidos.
- Reconhecer que o movimento de um líquido pode ser descrito através da definição do vector velocidade do líquido em cada ponto.
- Definir regime estacionário como aquele em que o vector velocidade do líquido em cada ponto é constante no tempo.
- Definir linha de corrente que passa num ponto como a trajectória de uma partícula do líquido que passa nesse ponto.
- Reconhecer que duas linhas de corrente não se cruzam em nenhum ponto
- Compreender que um conjunto de linhas de corrente pode formar um tubo de corrente.

### 2.2 A lei da conservação da massa e a equação da continuidade

- Associar a cada ponto de um tubo de corrente estreito a área,  $A$ , da secção recta do tubo nesse ponto e o módulo da velocidade  $v$  do líquido nesse ponto.
- Reconhecer que as paredes de um tubo qualquer de corrente não podem ser atravessadas por líquido.
- Interpretar a relação  $Av = \text{const.}$  como uma consequência da lei de conservação da massa  $\frac{\Delta m_1}{\Delta t} = \frac{\Delta m_2}{\Delta t}$ , em que  $\frac{\Delta m_1}{\Delta t}$  e  $\frac{\Delta m_2}{\Delta t}$  são as massas de líquido que passam em quaisquer dois pontos 1 e 2 de um tubo de corrente, por unidade de tempo, supondo que a massa volúmica do líquido não varia.
- Compreender que a lei de conservação da massa implica que:
  - O débito-massa, em regime estacionário, seja constante ao longo de um tubo de corrente:  $Q_m = C.$ <sup>te</sup>
  - O débito-volume (caudal), em regime estacionário, seja constante ao longo de um tubo de corrente:  $Q_v = C.$ <sup>te</sup>
- Verificar que para fluidos incompressíveis, a relação entre débito-volume,  $Q_v$ , a velocidade  $v$  e a área  $A$  é:  $Q_v = vA$  (equação da continuidade)
- Compreender que a equação da continuidade aplicada a fluidos incompressíveis (líquidos) num tubo de corrente implica que a velocidade aumenta quando a secção recta diminui.

### 2.3 A lei da conservação da energia e a lei de Bernoulli

- Compreender que as leis fundamentais da Mecânica (lei da conservação da massa, lei fundamental da dinâmica e lei da conservação da energia) se podem aplicar, com certas precauções, ao estudo dos fluidos ideais e incompressíveis.
- Conhecer a expressão matemática da lei de Bernoulli

$$(p_2 - p_1) + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1) = 0,$$

em que  $p_1$  e  $p_2$  são os valores da pressão em dois pontos pertencentes à mesma linha de corrente nos quais os módulos da velocidade do líquido são  $v_1$  e  $v_2$  e cuja diferença de alturas é  $h_2 - h_1$ .

- Compreender o significado do termo  $\frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$  como variação da energia cinética do líquido por unidade de volume entre dois pontos.
- Compreender o significado do termo  $\rho g(h_2 - h_1)$  como a variação da energia potencial por unidade de volume entre dois pontos do líquido cuja diferença de alturas é  $h_2 - h_1$ .
- Compreender o significado do termo  $p_2 - p_1$  como um trabalho por unidade de volume.
- Inferir que a equação de Bernoulli traduz uma lei de conservação da energia.
- Descrever alguns debitómetros (Pitot, Venturi), cujo funcionamento se baseia na lei de Bernoulli.
- Explicar algumas consequências e aplicações da equação de Bernoulli em várias situações, tais como:
  - aerodinâmica das asas dos aviões.
  - voo do “frisbee” (disco de plástico habitualmente utilizado como brinquedo nas praias).
  - destruição dos tectos das habitações por fortes rajadas de vento.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Estática dos fluidos

- ✓ Apresentar na sala de aula várias experiências de demonstração experimental, tais como:
  - Expansão dos gases por aquecimento.
  - Isotropia dos fluidos, recorrendo a membranas manométricas.
  - Princípio de Arquimedes
  - Princípio dos vasos comunicantes.
- ✓ Elaborar pequenos trabalhos sobre alguns aspectos da história do conhecimento humano e de realizações tecnológicas importantes, tendo por base a exploração dos princípios fundamentais na hidrostática. Exemplos de temas são:
  - os aquedutos romanos: princípio de funcionamento
  - a construção de dirigíveis
  - a prensa hidráulica
  - o movimento de subida e descida de um submarino.
- ✓ Analisar, através da leitura e discussão de textos apropriados, os aspectos mais importantes da história do conhecimento da estática dos fluidos.

- ✓ Resolver exercícios em que intervenha o cálculo das variáveis de estado características de um gás ideal.
- ✓ Resolver exercícios onde os alunos possam verificar se são capazes de aplicar o vocabulário específico aprendido.
- ✓ Realizar exercícios para aplicação:
  - da lei fundamental da hidrostática
  - do princípio de Pascal
  - do princípio de Arquimedes.
- ✓ Realizar as seguintes actividades de laboratório:
  - Condições de flutuação de uma caixa paralelepípedica oca, na qual se introduzirão quantidades diferentes de areia.
  - Determinação da densidade volúmica de um fluido não miscível com a água
- ✓ Discutir com os alunos situações reais em que a equação da continuidade seja aplicada (extremidade de uma mangueira, por exemplo).
- ✓ Montar na sala de aula duas experiências de verificação da lei de Bernoulli: uma com uma bola de ping-pong num jacto de ar (“efeito de sustentação”), produzido por um secador de cabelo ou no interior de um funil invertido no qual se sopra; outra utilizando duas folhas de papel suspensas na vertical e soprando entre elas com um tubo pequena. Serão discutidas as concepções que os alunos tinham sobre cada uma das situações apresentadas e a explicação, com base na do que observaram.
- ✓ Escrever pequenos ensaios sobre temas propostos pelo aluno ou professor, usando termos específicos da hidrodinâmica ou da aerodinâmica. Por exemplo, sobre a importância da geometria de determinados equipamentos e sistemas:
  - Na construção das asas de um avião.
  - Nas novas formas aerodinâmicas dos automóveis.
- ✓ Realizar a seguinte actividade de laboratório:
  - Determinação da velocidade de escoamento comparando a velocidade  $v$  de escoamento de um líquido através de um orifício estreito na base de um depósito e a velocidade de uma partícula depois de cair verticalmente de uma altura igual à do líquido no depósito.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

---

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Durandeau, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores..
- Lecardonnel, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup> S*. Paris: Bordas.
  - Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magnier, M. (1998). *A escola na era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.  
Livro para professores e alunos onde se reflecte sobre o papel da escola na era da Internet.
- Ramalho, G. (1993). Domínios e Campos de conhecimento. *Inovação*, 6, 157-171.  
Artigo onde se referem aspectos importantes da interdisciplinaridade.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Taylor, J. R. (1997). *Error Analysis*. Sausalito, Ca: University Science Books.  
Livro para professores.
- Wall, C. N., Levine, R. B. & Christensen F. E. (1972). *Physics Laboratory Manual*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.  
Livro para professores.
- Youden, W. J. (1972). *Experimentation and Measurement*. NIST Special Publication 672, US Department of Commerce.  
Livro para professores
- Valadares, J., Silva, L. (1979). *Física IV*, Lisboa, Francisco Franco Editora.  
Livro para professores.

## MÓDULO F3

### Luz e Fontes de Luz

Duração de Referência: **12 horas**

#### **1 | Apresentação**

Este módulo divide-se em duas partes: a natureza da luz e as fontes de luz. O objectivo deste Módulo é o desenvolvimento histórico da natureza da luz e o conhecimento dos diferentes tipos de fontes luminosas.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: identificar as várias etapas do conhecimento da natureza da luz e os princípios de funcionamento de fontes de luz comuns; relacionar os conceitos de luz e cor.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Natureza da Luz**

- 1.1 Evolução histórica dos conhecimentos sobre a luz
- 1.2 Espectro electromagnético

##### **2. Radiação e fontes de luz visível**

- 2.1 Origem microscópica da luz
- 2.2 Tipos de fontes luminosas

#### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

##### **1. Natureza da Luz**

###### **1.1 Evolução histórica dos conhecimentos sobre a luz**

- Conhecer que a óptica trata da origem, propagação e interacção da luz com a matéria.
- Identificar a luz visível como uma pequena fracção da energia emitida por um corpo luminoso ou da energia reflectida por um corpo iluminado.
- Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenómeno corpuscular.
- Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenómeno ondulatório.
- Identificar as etapas essenciais da história do conhecimento da luz.

## 1.2 Espectro electromagnético

- Reconhecer que todas as radiações do espectro electromagnético têm características ondulatórias.
- Diferenciar vários tipos de radiação electromagnética, as fontes que lhes dão origem e os respectivos detectores.
- Identificar as zonas do espectro electromagnético correspondentes ao visível, infravermelho e ultravioleta.
- Conhecer a importância das radiações infravermelha e ultravioleta para os seres vivos.
- Identificar o ozono como um composto existente nas altas camadas da atmosfera, que absorve fortemente a radiação ultravioleta, e que a sua destruição acarreta efeitos nocivos para o homem.
- Reconhecer que os corpos aquecidos podem emitir radiação infravermelha, visível e ultravioleta, consoante a sua temperatura.

## 2. Radiação e fontes de luz visível

### 2.1. Origem microscópica da luz

- Caracterizar os níveis de energia dos electrões nos átomos.
- Atribuir a origem microscópica da luz, à transição de um electrão de um nível de maior energia  $E_2$  para um nível de menor energia  $E_1$ .
- Associar a esta transição, uma variação de energia do átomo:  $\Delta E = E_2 - E_1$ .
- Reconhecer que a frequência  $\nu$  da luz radiada pelo átomo é igual a  $\Delta E = h \nu$ , em que  $h$  é a constante de Planck.
- Reconhecer que, para emitir luz, o átomo tem de ser previamente excitado, absorvendo energia.
- Reconhecer que um átomo excitado tende a regressar a um estado de energia mais baixa, podendo emitir radiação, em particular luz visível.
- Reconhecer que se pode fornecer energia ao átomo por diferentes processos.
- Associar a cada fonte luminosa uma forma particular de excitação de átomos e características precisas da radiação emitida.

### 2.2 Tipos de fontes luminosas

- Descrever os tipos mais correntes de fontes luminosas, devido a vários mecanismos por:
  - Aquecimento de átomos ou moléculas (sol, estrelas, lâmpadas de filamento)
  - Descarga eléctrica (trovoadas, monitores de T.V.)
  - Excitação óptica de certas substâncias (lâmpada fluorescente, laser)
  - Excitação atómica por reacção química (electroluminiscência) (pirilampo, fósforo)
  - Díodo emissor de luz (LED)

- Interpretar com base em diagramas esquemáticos simples os mecanismos de excitação e desexcitação em cada uma destas fontes.
- Localizar no espectro electromagnético as cores dominantes para cada um dos processos indicados.

## 5 | Situações de Aprendizagem

---

### 1. Natureza da Luz

- ✓ Analisar através da leitura de textos apropriados os aspectos mais importantes da história do conhecimento da luz.
- ✓ Observar, em esquema, o espectro electromagnético, incluindo as fontes e os detectores de radiação para cada gama de frequências.
- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração para verificação da autenticidade de notas de banco.
- ✓ Propor aos alunos a realização de dois trabalhos de pesquisa como actividade extra sala de aula: realizar uma pesquisa sobre frequências típicas envolvidas em:
  - comunicação utilizada em telemóveis
  - ondas de rádio FM
  - microondas
  - radar
  - raios X .

### 2. Radiação e fontes de luz visível

- ✓ Observar com o espectroscópio de bolso espectros de riscas emitidos por:
  - Gases incandescentes;
  - LED's de várias cores;
  - Lâmpada incandescente;
  - Lâmpada fluorescente.
- ✓ Explicar, utilizando diagramas, os processos de excitação e desexcitação que dão origem aos espectros observados.
- ✓ Elaborar uma lista das fontes emissoras de luz visível utilizadas na iluminação das casas.
- ✓ Descrever o princípio de funcionamento de uma lâmpada de incandescência de filamento de tungsténio.
- ✓ Discutir os factores de decisão a ter em conta na selecção do tipo de lâmpadas a utilizar na iluminação das casas.
- ✓ Realizar exercícios que envolvam o cálculo da energia, frequência e comprimento de onda de um fotão correspondente à luz vermelha, verde e azul, emitida pelos LED correspondentes.
- ✓

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Durandeu, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores..
- Lecardonnell, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup> S*. Paris: Bordas.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.

## Extensão E1.FM3

# Óptica Geométrica

Duração de Referência: **18 horas**

### **1 | Apresentação**

Esta extensão do módulo “Luz e Fontes de Luz” visa o aprofundamento e consolidação das competências essenciais para a compreensão de fenómenos naturais descritos utilizando o modelo da propagação rectilínea da luz.

### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de descrever interpretar os fenómenos da reflexão, da refacção e da dispersão da luz.

### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

#### **1. Óptica Geométrica**

- 1.1 Reflexão da luz
- 1.2 Espelhos planos
- 1.3 Espelhos esféricos
- 1.4 Refracção da luz
- 1.5 Prismas, dispersão e cor
- 1.6 Composição de cores
- 1.7 Lentes esféricas delgadas
- 1.8 Equações das lentes e potência de uma lente
- 1.9 Instrumentos ópticos

### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

#### **1. Óptica Geométrica**

##### **1.1 Reflexão da luz**

- Reconhecer que a luz muda de direcção quando encontra uma superfície polida.
- Definir reflexão da luz.
- Caracterizar a normal à superfície polida, o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão.
- Verificar experimentalmente as leis da reflexão.
- Desenhar num diagrama a normal à superfície polida e as direcções dos raios incidente e reflectido.

## 1.2 Espelhos planos

- Construir geometricamente a imagem de um ponto dada por um espelho plano.
- Construir geometricamente a imagem de um objecto extenso dada por um espelho plano.
- Interpretar as características das imagens dadas por um espelho plano.

## 1.3 Espelhos esféricos

- Identificar o eixo principal de um espelho esférico.
- Identificar o foco de um espelho côncavo como o ponto onde convergem os raios reflectidos correspondentes aos raios incidentes paralelamente ao eixo principal e próximos deste.
- Identificar o foco de um espelho convexo como o ponto de onde divergem os raios reflectidos correspondentes aos raios incidentes paralelamente ao eixo principal e próximos deste.
- Relacionar a distância focal  $f$  de um espelho esférico com o seu raio de curvatura  $R$ :  $f = \frac{R}{2}$ .
- Construir geometricamente a imagem de um ponto próximo do eixo principal formada em espelhos esféricos côncavos e convexos.
- Construir geometricamente a imagem de um objecto extenso próximo do eixo principal formada em espelhos esféricos côncavos e convexos.
- Interpretar as características das imagens dadas por espelhos esféricos côncavos e convexos, consoante a posição do objecto em relação ao foco.
- Utilizar a expressão matemática para os espelhos esféricos que relaciona a distância-objecto  $d_o$ , a distância-imagem  $d_i$  e a distância focal  $f$ :  $\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$ .

## 1.4 Refracção da luz

- Conhecer que a velocidade da luz depende do meio em que se propaga.
- Definir índice de refração absoluto  $n$ , como sendo o quociente entre a velocidade da luz no vazio  $c$  e a velocidade da luz no meio  $v$ :  $n = c/v$ .
- Desenhar num diagrama a normal à superfície de separação de dois meios e as direcções dos raios incidente, reflectido e refractado.
- Aplicar a lei de Snell:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  numa interface de separação de dois meios de índices de refração  $n_1$  e  $n_2$ , sendo  $\theta_1$  e  $\theta_2$  os ângulos de incidência e de refração, respectivamente.
- Identificar a condição em que pode ocorrer reflexão interna total.
- Conhecer o significado de ângulo crítico.
- Calcular o ângulo crítico recorrendo à lei de Snell.
- Reconhecer que a energia associada ao raio luminoso incidente é igual à soma da energia associada ao raio reflectido e da energia associada ao raio transmitido.
- Reconhecer que o percurso da luz no interior de binóculos e a transmissão de luz através de fibras ópticas são exemplos de aplicação do fenómeno da reflexão interna total.

### 1.5 Prismas, dispersão e cor

- Reconhecer que o índice de refração para um meio transparente é maior para radiação de menor comprimento de onda (violeta) do que para radiação de maior comprimento de onda (vermelho).
- Interpretar, através da dispersão da luz branca por um prisma, que esta é uma mistura de radiações com diferentes comprimentos de onda.
- Reconhecer que a frequência de uma onda é constante, independentemente do meio de propagação.
- Demonstrar, com base nas relações  $n = \frac{c}{v}$  e  $v = \lambda f$ , que o comprimento de onda da luz,  $\lambda$ , num meio está relacionado com o comprimento de onda da luz no vazio,  $\lambda_0$ , através do índice de refração do meio  $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ .
- Reconhecer que a cor é uma percepção dos sentidos.

### 1.6 Composição de cores

- Verificar que um objecto apresenta a cor preta se não transmitir nem difundir qualquer radiação visível.
- Verificar que um objecto apresenta-se incolor se transmite toda a gama radiação visível.
- Verificar que um objecto apresenta a cor branca se difunde toda a gama de radiação visível.
- Interpretar a cor de um objecto como o resultado de apenas determinadas radiações incidentes serem absorvidas sendo as outras transmitidas ou difundidas.
- Reconhecer que o magenta e o verde são cores complementares.
- Verificar experimentalmente que um objecto que apresenta, por exemplo, a cor verde à luz branca, apresentar-se-á preto à luz vermelha.
- Reconhecer experimentalmente que sobrepondo luzes com as cores primárias (vermelho, verde e azul) se obtém luz branca.
- Reconhecer experimentalmente que:
  - sobrepondo luzes vermelho e verde se obtém amarelo
  - sobrepondo luzes vermelho e azul se obtém magenta.
  - sobrepondo luzes verde e azul se obtém ciano (azul celeste).
- Distinguir entre mistura de luzes e mistura de pigmentos (tintas).
- Reconhecer que misturando pigmentos com todas as cores se obtém o preto.
- Reconhecer que misturando, por exemplo, aguarela azul com aguarela amarela não se obtém a cor branca, mas sim a cor verde.

### 1.7 Lentes esféricas delgadas

- Identificar uma lente esférica como um conjunto de duas superfícies esféricas separadoras de meios ópticos.
- Distinguir lentes esféricas convergentes e divergentes.
- Identificar os focos de uma lente biconvexa como os pontos onde converge grande parte da radiação incidente no lado oposto da lente.
- Construir geometricamente a imagem de um ponto formada numa lente biconvexa em que as duas faces possuem igual curvatura.
- Construir geometricamente a imagem de um objecto extenso formada numa lente biconvexa em que as duas faces possuem igual curvatura.
- Identificar os focos de uma lente biconvexa como os pontos onde converge grande parte da radiação incidente no lado oposto da lente.
- Construir geometricamente a imagem de um ponto formada numa lente bicôncava em que as duas faces possuem igual curvatura.
- Construir geometricamente a imagem de um objecto extenso formada numa lente bicôncava em que as duas faces possuem igual curvatura.

### 1.8 Equações das lentes e potência de uma lente

- Utilizar a expressão matemática para as lentes em que as duas faces possuem igual curvatura, que relaciona: a distância-objecto  $d_o$ , a distância-imagem  $d_i$  e a distância focal  $f$ :

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}, \text{ tendo em conta a convenção de sinais.}$$

- Identificar lentes esféricas cujas superfícies possuem raios de curvatura diferentes.
- Utilizar a equação dos fabricantes de lentes para relacionar a distância focal, o índice de refração relativo do vidro em relação ao ar e os raios de curvatura das duas faces da lente:

$$\frac{1}{f} = (n_v - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

- Calcular a potência de uma lente.

### 1.9 Instrumentos ópticos

- Identificar os instrumentos ópticos de observação, que são constituídos por conjuntos de lentes
- Reconhecer que uma única lente convergente pode ser utilizada para criar uma imagem real de um objecto, de menor ou maior dimensão que este último, como no caso da máquina fotográfica e do projector, respectivamente, ou virtual, como no caso da lupa.
- Reconhecer que um microscópio é essencialmente constituído por duas lentes, a objectiva e a ocular, servindo a imagem produzida pela primeira lente como objecto para a segunda.
- Reconhecer que num microscópio a lente ocular desempenha o papel de lupa.

- Definir a amplificação do microscópio, como de um conjunto de lentes em geral, como o produto da amplificação da objectiva e da amplificação da ocular.
- Conhecer as componentes essenciais do olho humano.
- Identificar as componentes ópticas do olho humano e as respectivas funções no processo de visão.
- Relacionar as diversas anomalias de visão com defeitos ópticos no olho humano.
- Reconhecer a existência de aberrações das lentes e identificar as principais.
- Conhecer as principais componentes ópticas de uma máquina fotográfica.
- Identificar parâmetros do processo fotográfico, como abertura da objectiva e profundidade de campo.
- Conhecer as precauções a tomar na utilização de determinados instrumentos ópticos com fontes luminosas de intensidade elevada.

## 5 | Situações de Aprendizagem

### 1. Óptica Geométrica

- ✓ Discutir as condições necessárias para que se observe um objecto.
- ✓ Verificar experimentalmente as leis da reflexão.
- ✓ Realizar exercícios onde o aluno possa aplicar a Lei de Snell e o cálculo do ângulo crítico.
- ✓ Realizar exercícios onde o aluno possa verificar se é capaz de construir as imagens dadas por espelhos planos, espelhos esféricos, lentes convexas e lentes côncavas e de reconhecer as suas características.
- ✓ Utilizar três fontes luminosas com as cores fundamentais para observar o processo de adição de cores. Utilizar papel transparente, de cores diferentes, para observar a subtracção de cores.
- ✓ Utilizar pigmentos de várias cores para verificar a diferença entre adição de luzes e de pigmentos.
- ✓ Construir e identificar as características da imagem de um objecto dada:
  - por uma lupa;
  - pelo olho humano;
  - por uma máquina fotográfica;
  - por um microscópio.
- ✓ Utilizar uma fibra óptica para observar que a luz se propaga no seu interior. Curvar a fibra num canto arredondado, mantendo a luz na mesma posição, e observar a outra extremidade da fibra. (O observador deve estar fora do alcance visual da extremidade de entrada da luz).
- ✓ Realizar as seguintes actividades prático-laboratoriais:
  - Determinar o índice de refração de um material.
  - Observar a formação de imagens em espelhos e em lentes.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Durandeu, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores..
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.
- Livro de carácter geral para professores

## Extensão E2.F3

# Óptica Ondulatória e Óptica Quântica

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

Nesta extensão do módulo “Luz e Cor” são introduzidos os conceitos ondulatório e quântico da luz para permitir a descrição de alguns fenómenos luminosos tais como o de interferência, polarização e efeito fotoelétrico.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de interpretar os fenómenos de interferência e polarização da luz com base no modelo ondulatório e o efeito fotoelétrico com base no modelo quântico.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

#### 1. Óptica Ondulatória

- 1.1 Interpretação ondulatória da luz
- 1.2 Interferência de duas ondas
- 1.3 Polarização da luz

#### 2. Óptica Quântica

- 2.1 Interpretação quântica da luz
- 2.2 Efeito fotoelétrico

### 4 | Objectivos de Aprendizagem

#### 1. Óptica Ondulatória

##### 1.1 Interpretação ondulatória da luz

- Conhecer o significado das grandezas associadas a uma onda: amplitude  $A$ , comprimento de onda  $\lambda$ , frequência  $f$ , período  $T$  e velocidade  $v$ .
- Recordar a relação  $\lambda = vT$ .
- Conhecer que quanto maior é a amplitude de uma onda, maior é a energia que ela transporta.
- Reconhecer que duas ondas passam uma pela outra, mantendo a sua independência.

##### 1.2 Interferência de duas ondas

- Observar o fenómeno da interferência da luz.

## Extensão E2.F3: Óptica Ondulatória e Óptica Quântica

- Reconhecer que duas ondas interferem construtivamente quando os seus valores máximos coincidem.
- Reconhecer que duas ondas interferem destrutivamente quando os máximos de uma delas coincidem com os mínimos da outra.
- Reconhecer que o modelo ondulatório permite explicar o fenómeno da interferência.

## 1.3 Polarização da luz

- Observar o fenómeno da polarização da luz.
- Distinguir entre ondas transversais e longitudinais num meio material.
- Reconhecer que nas ondas longitudinais o movimento das partículas do meio tem a direcção da propagação das ondas.
- Concluir que nas ondas transversais o movimento das partículas do meio pode ter um número infinito de direcções no plano perpendicular à direcção de propagação da onda.
- Conhecer que as ondas luminosas, apesar de não exigirem um meio material para a sua propagação, são ondas transversais.
- Interpretar o conceito de luz linearmente polarizada.
- Reconhecer que o modelo ondulatório permite explicar o fenómeno da polarização.
- Reconhecer que o olho humano não permite distinguir luz polarizada de luz não polarizada.

## 2. Óptica Quântica

## 2.1 Interpretação quântica da luz

- Reconhecer que a origem da luz está associada à emissão de fótons resultantes de transições de electrões entre dois níveis de energia atómicos ou moleculares.
- Conhecer que a energia de um fóton emitido é igual à diferença de energia entre esses dois níveis.
- Reconhecer que um fóton possui uma energia bem definida.
- Conhecer a relação entre a energia do fóton e a frequência da luz a que está associado:  
 $E = hf$ , que se denomina *quantum de luz*, em que  $h$  é a constante de Planck.

## 2.2 Efeito fotoeléctrico

- Interpretar o efeito fotoeléctrico em termos da energia da radiação incidente, da energia mínima de remoção de um electrão e da energia cinética com que este é ejectado.
- Reconhecer que, dos dois modelos, apenas o modelo corpuscular permite interpretar o efeito fotoeléctrico.
- Enumerar aplicações tecnológicas do efeito fotoeléctrico.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Óptica Ondulatória

- ✓ Visualizar em esquema o fenómeno da interferência da luz.
- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração para verificação experimental do fenómeno da interferência da luz utilizando uma lente de vidro plano-convexa assente pela face convexa sobre uma placa de vidro plana (anéis de Newton). Fazer incidir sobre a lente um feixe luminoso e observar os anéis de interferência que se formam.

### 2. Óptica Quântica

- ✓ Mostrar de forma esquemática um circuito com uma célula fotoelétrica.
- ✓ Analisar, do ponto de vista físico, a expressão "raio laser".
- ✓ Referir aplicações do laser, nomeadamente, em Medicina.
- ✓ Realizar Exercícios onde o aluno possa aplicar a relação  $E = hf$ , determinar a energia mínima de remoção do electrão e a energia cinética do electrão removido no efeito fotoelétrico.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Durandeu, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores
- Lecardonnell, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup> S*. Paris: Bordas.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.

## MÓDULO F4

### Circuitos Eléctricos

Duração de Referência: **18 horas**

#### **1 | Apresentação**

A utilização da energia eléctrica é uma das características do mundo moderno, parte integrante do nosso quotidiano, sendo impossível imaginar o funcionamento da sociedade sem recurso a esta forma de energia. O objectivo deste módulo é a introdução da energia eléctrica sob os seus diferentes aspectos, desde a produção à utilização.

Os novos conceitos deverão ser introduzidos sem utilização de demonstrações matemáticas, recorrendo apenas às equações mencionadas neste programa.

#### **2 | Competências Visadas**

Este módulo está dividido em duas partes: na primeira, o aluno deve ser capaz de compreender que a corrente eléctrica constitui uma forma de transporte de energia, identificando dispositivos que permitem transformar em energia eléctrica outras formas de energia; As leis dos circuitos eléctricos que permitem transportar a energia eléctrica até aos locais de consumo são também aqui estudadas.

O aluno é levado a compreender, na segunda parte, que a variação de um campo magnético pode conduzir à criação de uma corrente eléctrica num circuito e que este fenómeno está na base dos geradores existentes nas centrais hidroeléctricas e térmicas.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia**

- 1.1 Geradores de corrente eléctrica
- 1.2 Potencial eléctrico
- 1.3 Circuitos eléctricos
- 1.4 Lei de Joule

##### **2. Indução electromagnética**

- 2.1 Força magnética
- 2.2 Campo magnético
- 2.3 Fluxo do campo magnético

2.4 Corrente eléctrica induzida

2.5 Corrente eléctrica alternada

2.6 Transformadores

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia

#### 1.1 Geradores de corrente eléctrica

- Identificar um gerador de corrente eléctrica como um dispositivo em que uma determinada forma de energia é convertida em energia eléctrica.
- Conhecer as transformações de energia que ocorrem nos seguintes geradores:
  - gerador Van de Graaff;
  - baterias e células químicas;
  - termopares;
  - células fotoeléctricas.

#### 1.2 Força eléctrica e potencial eléctrico

- Conhecer que entre cargas eléctricas existem forças eléctricas mútuas.
- Distinguir a força eléctrica entre duas cargas eléctricas do mesmo sinal (repulsiva) da força eléctrica entre duas cargas eléctricas de sinal contrário (atractiva).
- Caracterizar o campo eléctrico num ponto como a força eléctrica que actua na carga unitária colocada nesse ponto.
- Visualizar o campo eléctrico criado por uma carga pontual através das linhas de campo.
- Reconhecer um campo eléctrico uniforme através da representação das suas linhas de campo.
- Compreender que é necessário efectuar trabalho para afastar duas cargas eléctricas de sinais contrários.
- Caracterizar energia potencial eléctrica como o simétrico do trabalho que deverá ser efectuado para afastar duas cargas eléctricas de sinais contrários.
- Caracterizar diferença de potencial eléctrico como o simétrico do trabalho por unidade de carga que um agente exterior deverá efectuar para afastar duas cargas eléctricas de sinais contrários.
- Identificar o volt como unidade SI de potencial eléctrico.
- Compreender que é necessário realizar trabalho sobre uma carga eléctrica positiva para a deslocar de um ponto A para outro ponto B, quando a diferença de potencial,  $V_B - V_A$ , é positiva.

**Módulo F4:** Circuitos Eléctricos

- Compreender que é fornecida energia ao exterior quando uma carga eléctrica positiva se desloca de um ponto A para outro ponto B, quando a diferença de potencial,  $V_B - V_A$ , é negativa.
- Reconhecer que quando dois pontos com potenciais eléctricos diferentes são ligados por um condutor se efectua uma transferência de cargas eléctricas (corrente eléctrica) entre eles.
- Reconhecer que essa transferência de cargas tem como consequência que os potenciais eléctricos nesses pontos se tornem iguais.
- Compreender que é necessário manter a diferença de potencial entre dois pontos para que se mantenha a corrente eléctrica entre eles.
- Reconhecer que é um gerador que mantém a diferença de potencial entre dois pontos.
- Definir a força electromotriz de um gerador,  $\mathcal{E}$ , como a energia fornecida pelo gerador para transferir no seu interior uma unidade de carga eléctrica entre os seus terminais.
- Identificar a força electromotriz de um gerador com a diferença de potencial nos seus terminais em circuito aberto.

**1.3 Circuitos eléctricos**

- Caracterizar a intensidade de corrente eléctrica  $I$  num condutor como sendo a quantidade de carga eléctrica que atravessa uma secção recta desse condutor numa unidade de tempo.
- Identificar o ampere como unidade SI de corrente eléctrica.
- Caracterizar a resistência eléctrica  $R$  de um condutor em termos da diferença de potencial  $V$  nos seus extremos e da intensidade da corrente eléctrica que o percorre.
- Enunciar a Lei de Ohm  $V = RI$ .
- Reconhecer os limites de aplicabilidade da Lei de Ohm.
- Explicar o significado de resistência equivalente.
- Calcular as resistências equivalentes a associações de resistências em série e em paralelo.

**1.4 Lei de Joule**

- Explicar o significado da lei de Joule  $P = RI^2$ , em que  $P$  é a potência dissipada num condutor de resistência eléctrica  $R$  quando é percorrida por uma corrente eléctrica de intensidade  $I$ .
- Identificar o watt como unidade SI de potência.
- Calcular a potência de um circuito.
- Identificar o kilowatt-hora como unidade prática de energia eléctrica.

**2. Indução electromagnética****2.1 Força magnética**

- Conhecer a existência de materiais magnéticos e de forças magnéticas.
- Identificar pólos magnéticos.

**2.2 Campo magnético**

**Módulo F4:** Circuitos Eléctricos

- Visualizar o campo magnético criado por um íman permanente e o campo magnético da Terra através de linhas de campo.
- Distinguir as regiões em que o campo magnético é mais intenso das regiões em que é menos intenso através da diferente densidade de linhas de campo.
- Verificar que uma corrente eléctrica cria um campo magnético (Experiência de Oersted).
- Comparar, através da visualização das linhas de campo, os campos magnéticos criados por íman em barra permanente e por um solenóide percorrido por uma corrente eléctrica.
- Identificar o tesla como unidade SI de campo magnético.

**2.3 Fluxo do campo magnético**

- Definir o fluxo de um campo magnético uniforme através de uma superfície plana como uma grandeza que depende da intensidade do campo  $B$ , da área dessa superfície  $S$  e do ângulo  $\theta$  entre as linhas de campo e a superfície.

**2.4 Corrente eléctrica induzida**

- Verificar que a variação do campo magnético pode conduzir à produção de uma corrente eléctrica. (Experiência de Faraday).
- Explicar o significado da lei de Faraday: a corrente induzida num circuito fechado é directamente proporcional à variação do fluxo do campo magnético através da superfície limitada pelo circuito.
- Conhecer o princípio do funcionamento de um galvanómetro.
- Compreender que geradores e motores são uma expressão da forma como a energia electromagnética é convertida noutras formas de energia e vice-versa.
- Conhecer o princípio do funcionamento de um dínamo.
- Esquematizar o funcionamento de centrais hidroeléctricas e térmicas.

**2.5 Corrente eléctrica alternada**

- Verificar que é possível induzir correntes alternadas.
- Definir frequência e amplitude da corrente alternada e da tensão alternada.
- Conhecer o esquema de funcionamento de geradores de corrente alternada e identificar as suas componentes fundamentais.
- Reconhecer que a frequência da corrente induzida é definida pelo dispositivo que gera esta corrente.

**2.6 Transformadores**

- Inferir da necessidade de utilização de tensões elevadas para diminuir as perdas em linha.
- Reconhecer a vantagem da utilização de corrente alternada sobre a corrente contínua.
- Conhecer o princípio do funcionamento de um transformador ideal.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia

- ✓ Visualizar as linhas de campo de campos eléctricos criados por:
  - uma carga eléctrica positiva pontual isolada;
  - uma carga eléctrica negativa pontual isolada;
  - um dipolo eléctrico;
  - duas placas condutoras paralelas extensas com cargas eléctricas de sinal contrário, na região entre elas (campo eléctrico uniforme).
- ✓ Comparar, utilizando diagramas e observando os próprios dispositivos, caso existam, os processos de produção de corrente eléctrica e as transformações energéticas envolvidas em alguns dos seguintes geradores:
  - Gerador Van de Graaff ou outra máquina electrostática em que energia mecânica é transformada continuamente em energia eléctrica;
  - Baterias e células químicas em que energia química é transformada em energia eléctrica;
  - Termopares em que energia térmica é transformada em energia eléctrica;
  - Células fotoeléctricas em que energia luminosa é transformada em energia eléctrica.
- ✓ Determinar a potência da instalação eléctrica da habitação de cada aluno, através da adição das potências dos aparelhos eléctricos utilizados.
- ✓ Realizar exercícios onde o aluno possa aplicar:
  - a definição de intensidade de corrente eléctrica  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ;
  - a lei de Ohm  $V = RI$ ;
  - a relação entre a força electromotriz de um gerador e a diferença de potencial nos seus terminais;
  - a lei de Joule  $P = RI^2$
- ✓ Realizar uma actividade de laboratório: curva característica de geradores. O aluno deve identificar o gerador mais adequado a uma determinada finalidade, baseando-se na análise de curvas características de diferentes tipos de geradores.
- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração, utilizando limalha de ferro, para visualizar o campo magnético criado por um íman permanente, identificando as regiões de maior intensidade.
- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração para verificar que a passagem de uma corrente eléctrica num circuito origina uma força que actua numa agulha magnética.
- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração para comparar o campo magnético criado por um íman permanente com o campo criado por um solenóide percorrido por uma corrente eléctrica.

**Módulo F4:** Circuitos Eléctricos

- ✓ Realizar uma Actividade de Demonstração para estudo da constituição de um dínamo de bicicleta.
- ✓ Visualizar esquematicamente as linhas de campo magnético terrestre.
- ✓ Analisar diagramas exemplificativos da rede eléctrica a nível de um país ou de um continente para identificar os diferentes tipos de geradores de corrente, as linhas de transmissão e as estações de transformação.
- ✓ Analisar gráficos que relacionem a grandeza fluxo do campo magnético com cada uma das grandezas de que este depende.
- ✓ Realizar as seguintes actividades de laboratório:
  - Indução electromagnética, em que o aluno verifique que a variação do fluxo magnético através de um enrolamento faz surgir neste uma corrente eléctrica induzida.
  - Frequência da rede, em que o aluno deve determinar a frequência da tensão alternada da rede eléctrica.
- ✓ Realizar um trabalho de pesquisa que permita identificar e discutir as vantagens e inconvenientes de:
  - centrais hidroeléctricas
  - centrais termoeléctricas
  - centrais nucleares
  - outras formas de geração de energia eléctrica

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Astolfi, J. P. (1992). *L' école pour apprendre*. Paris: ESF.  
Livro da colecção "Pedagogies", para professores. Podem encontrar-se temas como: os saberes escolares hoje em dia, a construção de dispositivos didácticos, etc.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.
- Bybee, R. W. & Deboer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. *Handboock of Reseach on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.357-387). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que contém a origem do termo literacia científica, além de fornecer uma perspectiva histórica da construção de currículos CTS.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral, para professores. Contém um CD-Rom.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.

## Módulo F4: Circuitos Eléctricos

- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Graber, W. & Nentwig, P. (1999). *Scientific Literacy: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).  
Descreve uma investigação sobre literacia científica realizada junto de professores alemães.
- Hambley, A. R. (1997). *Electrical Engineering, Principles and Applications*. Upper Saddle River: Prentice Hall.  
Livro para professores.
- Holbrook, J. (1998). *School Science education for the 21<sup>st</sup>. century - Promoting Scientific and Technological literacy (STL)*. ICASE (Internacional Council of Associations for Science Education).  
Publicação sobre as preocupações para o século 21 acerca da literacia científica e tecnológica.
- Lévy-Leblond, J. M. & André, B. *A electricidade e o magnetismo em perguntas*. Lisboa: Gradiva.  
Livro para professores e alunos.
- Lorrain, P. & Corson, D. R. (1979). *Electromagnetism, Principles and Applications*. San Francisco: W. H. Freeman and Co.  
Livro para professores.
- Maloney, J. (1994). Research on problem solving: Physics. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association (pp.335-356). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que apresenta uma investigação sobre resolução de problemas em Física.
- McLaren, P.G. (1989). *Elementary Electric Power and Machines*, Chichester: Ellis Horwood Limited.  
Livro para professores.
- Miguel, E. S. (1993). *Los Textos Expositivos*. Madrid: Santillana, S.A.  
Livro de carácter geral para professores, onde se apresentam estratégias para a compreensão de textos expositivos.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magnier, M. (1998). *A escola na era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.  
Livro para professores e alunos onde se reflecte sobre o papel da escola na era da Internet.
- Pugh, E. M. & Pugh, E. W. (1970). *Principles of Electricity and Magnetism*. Reading, Mass: Addison-Wesley.  
Livro para professores.
- Purcell, E. M. (1965). *Electricity and Magnetism*. Berkeley Physics Course, Vol. 2. New York: McGraw-Hill.  
Livro para professores.
- Ramalho, G. (1993). Domínios e Campos de conhecimento. *Inovação*, 6, 157-171.  
Artigo onde se referem aspectos importantes da interdisciplinaridade.

**Módulo F4:** Circuitos Eléctricos

- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral, para professores, que apresenta as reflexões e as recomendações de cientistas para a construção de currículos CTS.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Waljer, J. (1990). *O Grande Circo da Física*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Wall, C. N., Levine, R. B. & Christensen F. E. (1972). *Physics Laboratory Manual*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.  
Livro para professores.

## Extensão E1.F4

# Circuitos Eléctricos de Corrente Alternada

Duração de Referência: **36 horas**

### **1 | Apresentação**

Esta extensão do módulo “Circuitos Eléctricos” visa o aprofundamento e consolidação das competências essenciais para a compreensão e manuseamento de dispositivos utilizados em redes eléctricas de corrente alternada.

### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de identificar as diferenças fundamentais entre as características dos circuitos de corrente alternada e as características dos circuitos de corrente contínua. Deve ainda ser capaz de descrever as diferenças do comportamento dos elementos de um circuito em circuitos de corrente alternada e em circuitos de corrente contínua.

### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

#### **1. Corrente Alternada Monofásica**

- 1.1 Características da intensidade de corrente e da tensão num circuito de corrente alternada
- 1.2. Elementos de um circuito em corrente alternada
- 1.3 Representação vectorial da intensidade de corrente e tensão alternadas
- 1.4 Circuitos em série; ressonância de tensões
- 1.5 Circuitos em paralelo; ressonância de correntes.
- 1.6 Circuitos mistos
- 1.7 Potência em corrente alternada; correcção do factor de potência

#### **2. Corrente Alternada Trifásica**

- 2.1. Características principais dos sistemas trifásicos
- 2.2. Comparação entre as ligações em estrela e em triângulo

### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

#### **1. Corrente Alternada Monofásica**

##### **1.1 Características da intensidade de corrente e da tensão num circuito de corrente alternada**

- Reconhecer que a corrente e a tensão alternadas diferem da corrente e tensão contínuas pelo facto de o sentido e a módulo variarem com o tempo de forma periódica.

## Módulo E1.F4: Circuitos Eléctricos de Corrente Alternada

- Enunciar as vantagens da utilização de corrente alternada em relação à corrente contínua nas aplicações práticas dos circuitos eléctricos.
- Identificar os conceitos de ciclo de um movimento periódico e de amplitude e período de uma corrente ou tensão alternadas.
- Relacionar, através de fórmulas, a frequência,  $f$ , com a frequência angular,  $\omega$ , e o período de um movimento periódico.
- Definir o hertz (Hz) como a unidade SI de frequência
- Identificar o valor da frequência da corrente alternada em Portugal como sendo 50 Hz.
- Reconhecer a função seno como a que exprime a intensidade da corrente e a tensão alternada, em função do tempo.
- Identificar nas expressões da intensidade da corrente e da tensão as variáveis que representam a amplitude, a fase e, dentro desta, a frequência angular e a constante de fase.
- Representar a intensidade da corrente alternada sinusoidal através de um diagrama vectorial e de um gráfico da intensidade da corrente em função do tempo
- Definir diferença de fase entre duas grandezas que variam sinusoidalmente com a mesma frequência.
- Concluir que num circuito com corrente alternada, a tensão aos terminais de qualquer dispositivo nesse circuito é também alternada com a mesma frequência da corrente.
- Definir valor eficaz da intensidade da corrente alternada como a intensidade de uma corrente contínua que no intervalo de tempo de um período liberta numa resistência a mesma quantidade de calor.
- Identificar o valor eficaz da intensidade da corrente alternada,  $I_{ef}$  ou da tensão,  $V_{ef}$ , como numericamente igual a 0,707 vezes a amplitude dessa intensidade de corrente,  $I_0$  ou tensão,  $V_0$ .
- Reconhecer os valores indicados nos aparelhos de medida de intensidade de corrente e de tensão são os respectivos valores eficazes.
- Distinguir os conceitos de valores de pico, eficaz e médio de uma intensidade ou corrente alternada

**1.2. Elementos de um circuito em corrente alternada**

- Reconhecer que a um circuito com uma fonte de tensão alternada e uma resistência (circuito *resistivo*) se aplica a lei de Ohm de forma análoga à do correspondente circuito de tensão contínua.
- Concluir da aplicação da lei de Ohm a esse circuito que a tensão nos extremos da resistência e a intensidade da corrente que a atravessa estão em fase, isto é, os respectivos valores máximos e mínimos ocorrem em simultâneo.
- Representar, para um circuito resistivo, a tensão aplicada e a intensidade da corrente alternada através de um diagrama vectorial e de um gráfico dos valores instantâneos destas grandezas em função do tempo

## Módulo E1.F4: Circuitos Eléctricos de Corrente Alternada

- Definir potência dissipada num circuito puramente resistivo como o produto do valor eficaz da intensidade de corrente que percorre o circuito pelo valor eficaz da tensão nos extremos da resistência,  $P = I_{\text{ef}} V_{\text{ef}}$ .
- Definir um indutor como um elemento de um circuito em que é induzida uma força electromotriz quando é percorrido por uma corrente eléctrica que varia com o tempo.
- Definir indutância de um indutor como razão entre a força electromotriz induzida no indutor e a variação por unidade de tempo da corrente que o percorre.
- Identificar o henry (H) como a unidade SI de indutância e defini-la.
- Reconhecer que num circuito com uma fonte de tensão alternada e um indutor (circuito *indutivo*), a tensão aplicada possui um avanço de  $\pi/2$  radianos ( $90^\circ$ ) na fase, em relação à corrente que o percorre.
- Identificar a amplitude da tensão nos extremos desse indutor pela expressão  $V_{L_0} = \omega L I_0$  e a relação entre os correspondentes valores eficazes como  $V_{L_{\text{ef}}} = \omega L I_{\text{ef}}$ .
- Representar, para um circuito indutivo, a tensão aplicada e a intensidade da corrente alternada através de um diagrama vectorial e de um gráfico dos valores instantâneos destas grandezas em função do tempo.
- Definir um condensador como um elemento de um circuito, constituído por dois condutores separados por um isolador, que pode armazenar energia.
- Definir capacidade de um condensador como a razão entre a carga num das placas e a tensão aplicada.
- Identificar o farad (F) como a unidade SI de capacidade e defini-la.
- Reconhecer que num circuito com uma fonte de tensão alternada e um condensador (circuito *capacitivo*), a tensão aplicada possui um atraso de  $\pi/2$  radianos ( $90^\circ$ ) na fase, em relação à corrente que o percorre.
- Identificar a amplitude da tensão nos extremos desse condensador pela expressão  $V_{C_0} = \frac{I_0}{\omega C}$  e a relação entre os correspondentes valores eficazes como  $V_{C_{\text{ef}}} = \frac{I_{\text{ef}}}{\omega C}$ .
- Representar, para um circuito capacitivo, a tensão aplicada e a intensidade da corrente alternada através de um diagrama vectorial e de um gráfico dos valores instantâneos destas grandezas em função do tempo.
- Definir reactância,  $X$ , de um elemento de um circuito de corrente alternada, para uma frequência angular  $\omega$ , a partir de relação  $X = \frac{V}{I}$ , entre a tensão aplicada e a intensidade que percorre o circuito
- Reconhecer que a reactância indutiva, para uma frequência angular  $\omega$ , é a quantidade  $X_L = \omega L$

- Reconhecer que a reactância capacitiva, para uma frequência angular  $\omega$ , é a quantidade
$$X_c = \frac{1}{\omega C}.$$
- Relacionar a potência fornecida ao circuito pela fonte de tensão alternada (potência aparente) da potência convertida pelo circuito noutras formas de energia (potência real, útil ou efectiva) através da expressão  $P_{\text{efectiva}} = VI \cos \theta$ , em que  $V$  é a tensão aplicada ao circuito,  $I$  é a corrente que o percorre e  $\theta$  é a diferença de fase entre a tensão aplicada e a intensidade da corrente.
- Definir factor de potência do circuito como a razão entre a potência real a potência aparente, que é igual a  $\cos \theta$ .

### 1.3. Circuitos em série: ressonância de tensões

- Definir um circuito série como um circuito constituído por uma fonte de tensão e quaisquer outros elementos em série.
- Reconhecer que num circuito série a intensidade de corrente que percorre cada elemento do circuito é a mesma em cada instante.
- Definir um circuito RL série como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, uma resistência e um indutor, em série, caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Definir um circuito RC série como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, uma resistência e um condensador em série. caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Definir um circuito LC série como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, um indutor e um condensador, em série, caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Definir um circuito RLC série como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, uma resistência, um indutor e um condensador, em série, caracterizando todas as grandezas a ele associadas. Concluir que:
  - como a intensidade da corrente é a mesma em cada um dos elementos do circuito série, as relações de fase entre as quedas de tensão em cada elemento são as mesmas que existem nos circuitos série RL e RC.
  - o cálculo da resultante das tensões é uma combinação dos métodos estudados para os circuitos LC, RL e RC.
- Reconhecer que quando a reactância capacitiva for igual à reactância indutiva, a intensidade da corrente que percorre o circuito RLC série pode atingir valores elevados, se a resistência for pequena. Definir esta situação como uma situação de ressonância série.
- Concluir das definições de reactância indutiva e capacitiva, que a condição de ressonância num circuito RLC série é definida pelo valor da tensão aplicada dado por  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ .

#### 1.4. Circuitos em paralelo; ressonância de correntes

- Definir um circuito paralelo como um circuito constituído por uma fonte de tensão e quaisquer outros elementos em paralelo.
- Reconhecer que num circuito paralelo a tensão nos extremos de cada ramo é igual, em cada instante, à tensão aplicada, de que resulta que a tensão nos ramos e a tensão aplicada estão em fase.
- Definir um circuito RL paralelo como um circuito constituído por uma associação em paralelo de uma fonte de tensão alternada, uma resistência e um indutor, caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Concluir que num circuito RL paralelo, a tensão nos extremos dos diferentes elementos é igual mas a intensidade de corrente que percorre cada ramo é diferente.
- Reconhecer que a intensidade de corrente de linha pode também ser dada pela razão entre a tensão aplicada e a impedância do circuito (Lei de Ohm para circuitos AC):  $I_{\text{linha}} = \frac{V}{Z}$ .
- Definir um circuito RC paralelo como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, uma resistência e um condensador em paralelo caracterizando todas as grandezas a ele associadas..
- Concluir do facto de as tensões em cada ramos estarem em fase que a corrente no ramo capacitivo está adiantada de  $\pi/2$  (ou  $90^\circ$ ) em relação à corrente no ramo resistivo.
- Definir um circuito LC paralelo como um circuito constituído por uma associação em paralelo de uma fonte de tensão alternada, um indutor e um condensador, caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Definir um circuito RLC paralelo como um circuito constituído por uma fonte de tensão alternada, uma resistência, um indutor e um condensador, em paralelo, caracterizando todas as grandezas a ele associadas.
- Compreender que a análise de um circuito RLC paralelo pode ser efectuada em duas etapas: análise de um circuito LC paralelo, seguida da análise de um circuito RL ou RC paralelo.
- Concluir do facto de as tensões em cada um dos ramos serem todas iguais e estarem em fase com a tensão aplicada as diferenças de fase das intensidades de corrente em cada ramo em relação à tensão aplicada.
- Concluir das definições de reactância indutiva e capacitiva, que a condição de ressonância num circuito RLC paralelo é definida pelo valor da tensão aplicada dado por  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ .

## 2. Corrente Alternada Trifásica

### 2.1. Características principais dos sistemas trifásicos

- Definir um gerador de tensão trifásico como um sistema de três geradores de tensão alternada desfasados de  $120^\circ$ .

- Reconhecer que as montagens usuais dos geradores trifásicos são as montagens em estrela e em triângulo

## 2.2. Comparação entre as ligações em estrela e em triângulo

- Reconhecer experimentalmente as vantagens e desvantagens das ligações em estrela e em triângulo.

# 5 Situações de Aprendizagem

## 1. Corrente alternada monofásica

- ✓ Realizar actividades de laboratório onde o aluno possa reconhecer as diferenças entre tensão/intensidade de corrente alternada e tensão/intensidade de corrente contínua.
- ✓ Utilizar diagramas para visualizar a intensidade de corrente e tensão alternadas, em função do tempo, de modo a identificar as suas características.
- ✓ Realizar actividades de laboratório possa, com um osciloscópio e um gerador de sinais, onde o aluno possa reconhecer as grandezas características da corrente alternada
- ✓ Utilizar um diagrama vectorial para comparar a variação da intensidade de corrente e da tensão em cada elemento do circuito com a tensão aplicada, para todos os tipos de circuitos estudados: RL, RC, LC e RLC em série e em paralelo, identificando as diferenças de fase em cada caso
- ✓ Realizar exercícios onde o aluno possa:
  - Utilizar a lei de Kirchoff e a definição de reactância para obter a relação entre os valores eficazes da tensão alternada de frequência  $\omega$  aplicada aos diferentes circuitos série,  $V$ , e a corrente que o percorre,  $I$ .
  - Utilizar a relação anterior para definir impedância do circuito em cada um dos casos estudados
  - Concluir que a potência real de um circuito série é dada  $P = I^2 R$ , em que  $R$  é a resistência do circuito.
- ✓ Realizar exercícios onde o aluno possa:
  - Utilizar a lei de Ohm e a definição de reactância para obter as correntes individuais no diferentes ramos de um circuito paralelo.
  - Utilizar a relação anterior para definir impedância do circuito em cada um dos casos estudados
  - Concluir que a potência real de um circuito paralelo é dada  $P = I^2 R$ , em que  $R$  é a resistência do circuito.
- ✓ Realizar actividades de laboratório onde o aluno possa, com ímans, bobinas e fios eléctricos, construir um pequeno gerador de tensão alternada.

## 2. Corrente Alternada Trifásica

- ✓ Utilizar diagramas de montagens em estrela e em triângulo onde o aluno observe as características dos sistemas trifásicos.
- ✓ Realizar um trabalho de pesquisa que permita identificar e discutir as vantagens e inconvenientes das ligações em estrela e em triângulo

## 6 Bibliografia / Outros Recursos

- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Mileaf, Harry, (1983). *Electricidade*, Livraria Martins Fontes Lda, São Paulo (Brasil)
- Martinha, António Magalhães (1982), *Manual de Electrotecnia*, Livraria Clássica Editora (Lisboa)

## MÓDULO F5

### Termodinâmica

Duração de Referência: **21 horas**

#### **1 | Apresentação**

Este módulo tem como objectivo aprofundar a compreensão dos balanços energéticos que ocorrem nos sistemas termodinâmicos. Para identificar e compreender os balanços energéticos é necessário que o aluno conheça o significado dos termos científicos que constituem a linguagem da Termodinâmica.

As aprendizagens referidas neste módulo permitirão ao aluno saber que a energia total do Universo é invariante, sendo no entanto impossível usar e voltar a usar indefinidamente a energia sem que esta perca qualidade. Esta diminuição de disponibilidade que acompanha inexoravelmente qualquer transformação de energia é medida pela grandeza entropia. O termo entropia deve passar a ser tão utilizado na linguagem comum como já é o termo energia. A irreversibilidade dos processos que ocorrem espontaneamente na Natureza deve passar a ser um conhecimento que os alunos utilizam nas suas decisões como cidadãos que pretendem melhorar a sua qualidade de vida.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: compreender a linguagem própria da Termodinâmica e interpretar as suas Leis; interpretar acontecimentos do dia-a-dia através das Leis da Termodinâmica; perspectivar a evolução histórica da Termodinâmica; discutir resultados experimentais.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Sistemas termodinâmicos**

- 1.1 O que é um sistema termodinâmico
- 1.2 Fronteiras de um sistema termodinâmico
- 1.3 Processos termodinâmicos

##### **2. Variáveis de estado**

- 2.1 Breve história da termodinâmica
- 2.2 Temperatura
- 2.3 Pressão e volume
- 2.4 Energia interna

### 3. Transferências de energia sob a forma de calor

- 3.1 Mecanismos de transferência de energia sob a forma de calor
- 3.2 Condutores e isoladores do calor
- 3.3 Primeira Lei da Termodinâmica
- 3.4 Segunda Lei da Termodinâmica

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Sistemas termodinâmicos

- 1.1 O que é um sistema termodinâmico
  - Identificar um sistema termodinâmico como um conjunto de um grande número de partículas, com dimensões mensuráveis, que evolui no tempo, contém uma determinada massa e uma determinada energia.
  - Identificar sistemas termodinâmicos.
- 1.2 Fronteira de um sistema termodinâmico
  - Reconhecer a fronteira de um sistema termodinâmico como a parede, real ou conceptual, que o separa do universo.
  - Caracterizar o tipo de fronteira como impermeável, rígida ou adiabática.
  - Identificar tipos de sistemas termodinâmicos como isolados, fechados e abertos, relacionando-os com a respectiva fronteira.
- 1.3 Processos termodinâmicos
  - Identificar processos termodinâmicos
  - Exemplificar processos termodinâmicos com situações do dia-a-dia.

### 2. Variáveis de estado

- 2.1 Breve história da termodinâmica
  - Perspectivar a evolução histórica da Termodinâmica em função da evolução da Teoria cinético-molecular.
- 2.2 Temperatura
  - Definir temperatura com base na Teoria cinético-molecular.
  - Identificar situações de equilíbrio térmico.
  - Explicar o significado da Lei Zero da Termodinâmica.
  - Identificar grandezas termométricas como aquelas que têm um determinado valor, função da temperatura do sistema.
  - Interpretar o funcionamento dos termómetros, com base na Lei Zero da Termodinâmica e no conhecimento de grandezas termométricas.
  - Conhecer várias escalas termométricas (absoluta, Celsius e Fahrenheit).

- Compreender que a escala de temperatura absoluta é uma escala de referência da qual são deduzidas outras de utilização mais cómoda.

### 2.3 Pressão e volume

- Identificar a pressão e volume como grandezas que, com a temperatura, caracterizam o estado termodinâmico de um sistema e se denominam variáveis de estado.

### 2.4 Energia interna

- Caracterizar a energia interna,  $U$ , de um sistema como sendo a energia total (cinética e potencial) das partículas constituintes do sistema.
- Reconhecer que, num processo termodinâmico, as variações de energia interna de um sistema termodinâmico não podem ser desprezadas.
- Inferir que calor e trabalho não são variáveis de estado mas sim processos de fazer variar a energia interna de um sistema.

## 3. Transferências de energia sob a forma de calor

### 3.1 Mecanismos de transferência de energia sob a forma de calor

- Identificar o calor como uma medida da transferência de energia entre sistemas a temperaturas diferentes.
- Conhecer mecanismos de transferência de energia sob a forma de calor (condução e convecção).
- Interpretar os balanços energéticos em vários sistemas termodinâmicos simples.
- Identificar a caloria como unidade de energia.
- Relacionar matematicamente o joule com a caloria.

### 3.2 Bons e maus condutores de calor

- Identificar como bons e maus condutores de calor alguns materiais do dia-a-dia.
- Compreender o significado físico de condutibilidade térmica.
- Comparar valores de condutibilidade térmica, analisando tabelas para inferir se um dado material é bom ou mau condutor.
- Seleccionar materiais, de acordo com as suas características térmicas, que sejam adequados para o isolamento térmico.
- Associar a capacidade térmica mássica para um dado intervalo de temperatura à energia que um material absorve ou cede, por unidade de massa, quando a sua temperatura varia de 1 K (1 °C), sem mudança de estado.
- Comparar valores de capacidades térmicas mássicas, analisando tabelas.
- Compreender o significado físico da grandeza capacidade térmica.
- Explicar fenómenos do dia-a-dia com base no conceito de capacidade térmica.

### 3.3 Primeira Lei da termodinâmica

- Explicar o significado da 1ª Lei da Termodinâmica.

- Referir aplicações da 1ª Lei da Termodinâmica em situações do dia-a-dia.
  - Interpretar a 1ª Lei da Termodinâmica como uma generalização da Lei da Conservação da Energia.
  - Aplicar  $U_f - U_i = Q - W$ , em que  $Q$  é o calor que entra no sistema e  $W$  o trabalho realizado pelo sistema, em situações em que a energia interna do sistema se conserve ou não.
  - Conhecer a convenção de sinais para o calor e o trabalho.
- 3.4. Segunda Lei da Termodinâmica
- Definir o conceito macroscópico de entropia.
  - Explicar o significado da 2ª Lei da Termodinâmica.
  - Referir que o funcionamento das máquinas térmicas se baseia na 2ª Lei da Termodinâmica.
  - Associar o rendimento de uma máquina térmica ao quociente entre a energia transferida para o exterior sob a forma de trabalho e a energia recebida da fonte quente sob a forma de calor.
  - Calcular o rendimento de máquinas térmicas em aplicações simples.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Sistemas termodinâmicos

- ✓ Apresentar exemplos de situações do dia-a-dia, já conhecidas dos alunos, onde estes possam reconhecer os conceitos aprendidos. Por exemplo, o corpo humano é um sistema termodinâmico, um ser vivo é um sistema termodinâmico aberto, um diamante é um sistema termodinâmico fechado, um cubo de gelo é um sistema termodinâmico: colocando-o num copo com água à temperatura ambiente, ele funde, isto é, ocorre um processo termodinâmico.
- ✓ Realizar uma ficha de exercícios onde os alunos possam verificar se são capazes de aplicar o vocabulário específico aprendido.
- ✓ Realizar uma actividade de pesquisa onde se recolha e analise informação que permita fazer o balanço energético da Terra como sistema termodinâmico. Os alunos devem apresentar, de preferência em painel na sala de aula, o resultado da sua pesquisa.

### 2. Variáveis de estado

- ✓ Leitura de um texto sobre a evolução da Teoria cinético-molecular (desde Robert Brown, 1827, até Einstein, 1905).
- ✓ Analisar gráficos (*pressão x temperatura celsius* e *volume x temperatura celsius*) para diferentes gases e concluir que em todos eles a pressão ou o volume da amostra considerada seria zero à mesma temperatura de  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Realizar fichas de exercícios onde os alunos possam verificar se são capazes de aplicar o vocabulário específico aprendido.
- ✓ Resolver questões numéricas em que intervenha o cálculo de temperaturas em escalas diferentes.

- ✓ Realizar a seguinte actividade de laboratório: comparar a dilatação de três líquidos diferentes.

### 3. Transferências de energia sob a forma de calor

- ✓ Analisar um esquema de um colector para aquecimento de uma casa e identificar os mecanismos de transferência de energia em cada um dos seus elementos constituintes. Aproveitar para relacionar as funções de cada um dos elementos com as características térmicas dos materiais utilizados.
- ✓ Analisar esquemas de funcionamento de máquinas térmicas (incluindo o frigorífico) e fazer os respectivos balanços energéticos.
- ✓ Analisar um gráfico que traduza a variação de temperatura com a energia cedida a 1 g de gelo até que este se vaporize.
- ✓ Realizar fichas de exercícios onde o aluno possa verificar se é capaz de:
  - Aplicar o vocabulário específico aprendido
  - Resolver questões numéricas em que intervenham cálculos relacionados com a expressão  $U_f - U_i = Q - W$ .
  - Resolver questões numéricas em que intervenham cálculos de rendimentos de máquinas térmicas.
- ✓ Realizar as seguintes actividades de laboratório:
  - - Absorção e emissão de radiação. O aluno deve comparar o poder de emissão de diversas superfícies com o respectivo poder de absorção e tirar conclusões.
  - - Determinação da energia envolvida na fusão de uma certa massa de gelo.

## 6 Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Astolfi, J. P. (1992). *L' école pour apprendre*. Paris: ESF.  
Livro da colecção "Pedagogies", para professores. Podem encontrar-se temas como: os saberes escolares hoje em dia, a construção de dispositivos didácticos, etc.
- Atkins, P. W. (1987). *Chaleur et désordre*. Paris: Blin.  
Livro para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral para professores.
- Bohren, C. F. (1996). *Nuvens numa caneca de cerveja – Experiências simples em física atmosférica*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter experimental, para professores e alunos.
- Bybee, R. W. & Deboer, G. E. (1994). *Research on goals for the science curriculum. Handbook of Research on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association* (pp.357-387). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que contém a origem do termo literacia científica, além de fornecer uma perspectiva histórica da construção de currículos CTS.

- Campbell, S. (1978). *Construa o seu aquecedor solar*. Lisboa: Publicações Europa-América.  
Livro para professores e alunos.
- Childers, R. & Jones, E. (1999). *Physics*. Boston: WCB-McGraw-Hill.  
Livro de carácter geral, para professores. Contém um CD-Rom. Pode ser consultado em qualquer Unidade.
- Durandeu, J.P. (1993). *Physique Chimie*. Paris: Hachette Éducation.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fermi, E. (1973). *Termodinâmica*. Coimbra: Livraria Almedina.  
Livro para professores onde se encontram lições sobre termodinâmica dadas pelo autor.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Graber, W. & Nentwig, P. (1999). *Scientific Literacy: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).  
Descreve uma investigação sobre literacia científica realizada junto de professores alemães.
- Holbrook, J. (1998). *School Science education for the 21<sup>st</sup>. century - Promoting Scientific and Technological literacy (STL)*. ICASE (Internacional Council of Associations for Science Education).  
Publicação sobre as preocupações para o século 21 acerca da literacia científica e tecnológica.
- Lecardonnel, J.-P. (1994). *Physique 1<sup>re</sup> S*. Paris: Bordas.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Maloney, J. (1994). Research on problem solving: Physics. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning - A Project of the National Science Teachers Association (pp.335-356). Washington, DC: Dorothy Gabel.  
Artigo que apresenta uma investigação sobre resolução de problemas em Física.
- Miguel, E. S. (1993). *Los Textos Expositivos*. Madrid: Santillana, S.A.  
Livro de carácter geral para professores, onde se apresentam estratégias para a compreensão de textos expositivos.
- Peixoto, J. P. (1984). *Alguns aspectos da Termodinâmica e da energética dos seres vivos*. Faro: Textos Escolares Universitários.  
Livro para professores. Pode ser consultado para a Unidade 3.
- Peixoto, J. P. (1984). *Entropia e ainda entropia*. Faro: Textos Escolares Universitários.  
Livro para professores.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magnier, M. (1998). *A escola na era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.  
Livro para professores e alunos onde se reflecte sobre o papel da escola na era da Internet.

- Ramalho, G. (1993). Domínios e Campos de conhecimento. *Inovação*, 6, 157-171.  
Artigo onde se referem aspectos importantes da interdisciplinaridade.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral, para professores, que apresenta as reflexões e as recomendações de cientistas para a construção de currículos CTS.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores.
- Taylor, J. R. (1997). *Error Analysis*. Sausalito, Ca: University Science Books.  
Livro para professores.
- Waljer, J. (1990). *O Grande Circo da Física*. Lisboa: Gradiva.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Wall, C. N., Levine, R. B. & Christensen F. E. (1972). *Physics Laboratory Manual*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.  
Livro para professores.
- Youden, W. J. (1972). *Experimentation and Measurement*. NIST Special Publication 672, US Department of Commerce.  
Livro para professores.

## MÓDULO F6

### Som

Duração de Referência: 18 horas

#### **1 | Apresentação**

As duas ideias estruturantes que se pretende desenvolver neste módulo são: como se produz o som e como se propaga o som. Por outro lado, o uso do osciloscópio e de sensores a ele associados permitirá realizar, na sala de aula, experiências simples sobre as propriedades do som.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: identificar as grandezas principais que descrevem as ondas sonoras; interpretar as impressões sonoras detectadas pela audição ou por dispositivos mecânicos ou electrónicos como resultantes de vibrações de partículas, que se propagam no espaço através de ondas.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Som**

- 1.1. Sistemas vibratórios
- 1.2. Ondas
- 1.3. A intensidade do som e a audição
- 1.4. Ressonância, batimentos

#### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

##### **1. Som**

###### **1.1. Sistemas vibratórios**

- Definir movimento periódico como aquele cujas características se repetem em intervalos de tempo iguais.
- Identificar alguns tipos de movimento periódico: o movimento de um planeta em torno do sol; o movimento de um pêndulo; o movimento de vaivém de um corpo suspenso na extremidade de uma mola em hélice.
- Caracterizar o movimento oscilatório ou vibratório como aquele em que um partícula se desloca para trás e para a frente sobre o mesmo caminho.

- Caracterizar o movimento de uma partícula de massa  $m$  que oscila, movendo-se unidimensionalmente para um lado e para outro (ao longo do eixo dos  $x$ ) em torno de uma posição de equilíbrio (na origem de um sistema de referência) e sujeita a uma força  $F_x = -kx$ , em que  $k$  é uma constante.
- Identificar a força  $F_x$  como uma força conservativa.
- Analisar graficamente a posição da partícula sujeita à força  $F_x = -kx$ , em função do tempo.
- Definir este movimento como movimento oscilatório harmónico simples (MHS).
- Definir Amplitude de MHS como o valor do afastamento máximo da partícula em relação à posição de equilíbrio.
- Definir ciclo como o percurso efectuado pela partícula entre dois pontos em que as características do movimento são idênticas. No caso das vibrações mecânicas essas características são a posição, a velocidade e a aceleração.
- Definir período como o tempo necessário para a partícula efectuar um ciclo completo.
- Deduzir que o número de oscilações (ou ciclos) por unidade de tempo é dado pelo inverso do período, denominando esta quantidade de frequência do MHS:  $f = \frac{1}{T}$ .
- Definir a unidade SI da grandeza frequência.
- Definir frequência angular do MHS como a grandeza  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ .
- Definir a unidade SI desta grandeza.
- Concluir, por observação do MHS, as características da velocidade da partícula ao longo de um ciclo.
- Concluir, da expressão  $F_x = -kx$  e da expressão da 2.ª lei de Newton,  $F = ma$ , como varia a aceleração da partícula ao longo de um ciclo.
- Identificar o MHS com uma situação ideal, dado que em situações reais outras forças, como o atrito, actuam necessariamente sobre a partícula, fazendo diminuir o valor da amplitude do movimento, resultando em movimento oscilatório harmónico amortecido.

## 1.2. Ondas

- Interpretar uma onda mecânica como uma perturbação que se pode deslocar ao longo de um meio deformável elástico, isto é, num meio constituído por partículas que, na ausência de forças, possuem posições de equilíbrio.
- Analisar graficamente que o movimento ondulatório tem a sua origem no deslocamento de alguma porção do meio elástico em relação à sua posição normal, provocando a sua oscilação em torno da posição de equilíbrio.

- Interpretar que, como o meio é elástico, a perturbação propaga-se através dele, apesar de o meio não se mover como um todo, oscilando apenas as partículas individualmente em torno das suas posições de equilíbrio num percurso limitado no espaço.
- Concluir que se a perturbação que origina a onda é o MHS de uma partícula do meio, eventualmente, numa situação ideal, todas as partículas do meio efectuarão movimento com as mesmas características, à medida que a perturbação as atinge (onda harmónica).
- Recordar o significado das grandezas associadas a uma onda: amplitude  $A$ , comprimento de onda  $\lambda$ , e velocidade de propagação  $v$ .
- Concluir da análise gráfica do movimento ondulatório harmónico que a amplitude da onda é a mesma do MHS de cada partícula do meio.
- Definir o período associado ao movimento ondulatório como o tempo necessário para que a onda se propague de um comprimento de onda, isto é,  $\lambda = vT$ , em que  $v$  é a velocidade de propagação da onda, a qual é dependente do meio.
- Verificar que, numa onda harmónica, o período do movimento ondulatório é exactamente o mesmo do movimento oscilatório harmónico de cada partícula
- Reconhecer que no movimento ondulatório é transmitida energia ao longo do meio, assumindo estas as formas de energia cinética e potencial elástica.
- Enunciar o princípio da sobreposição.
- Definir ondas estacionárias.
- Definir ondas transversais como aquelas em que a trajectória das partículas do meio é perpendicular à direcção de propagação da onda.
- Definir ondas longitudinais como aquelas em que a trajectória das partículas tem a direcção de propagação da onda.
- Associar a propagação do som no ar (ou noutro meio mecânico) à propagação nesse meio da perturbação resultante do movimento rápido de vaivém de um objecto, dando origem a uma variação de pressão ao longo do meio.
- Concluir que esta perturbação assume a forma de uma onda longitudinal, que é harmónica se o movimento que a origina for MHS.
- Definir especificamente *ondas sonoras* como as perturbações (longitudinais) que se propagam num meio mecânico e cuja frequência é susceptível de estimular o ouvido humano, sendo a sua gama de frequências, ou gama auditiva, desde cerca de 20 Hz até cerca de 20000 Hz.
- Reconhecer que as ondas mecânicas podem reflectir-se parcialmente quando passam de um meio mecânico para outro, o que obriga em muitos casos, quando se pretende um elevado grau de transmissão, a proceder-se a uma adaptação desses meios.

### 1.3. A intensidade do som e a audição

- Reconhecer que o ouvido humano é um mecanismo extraordinário que permite às pessoas a detecção de frequências sonoras entre 20 Hz e 20000 Hz, numa vasta gama de energias.
- Descrever de forma resumida as principais partes constituintes do ouvido.
- Reconhecer que as ondas sonoras transportam energia que pode ser utilizada para efectuar trabalho como, por exemplo, forçar a membrana do tímpano a vibrar e que, em casos extremos, pode ser suficiente para danificar janelas e edifícios.
- Definir potência da onda como a quantidade de energia por segundo transportada por uma onda sonora, a qual é medida em watt (W).
- Definir intensidade do som,  $I$ , num ponto do espaço como o quociente da potência,  $P$ , que passa perpendicularmente a uma superfície pequena centrada nesse ponto, pela área,  $A$ , dessa superfície:  $I = \frac{P}{A}$ .
- Reconhecer que a intensidade do som é uma grandeza que pode ser medida com a utilização de instrumentos, sendo  $W/m^2$  a correspondente unidade SI.
- Reconhecer a necessidade de construção de uma escala de intensidade sonora diferente do habitual: uma escala logarítmica.
- Definir o bel como a unidade de nível de intensidade sonora.
- Deduzir, a partir da definição de intensidade do som, a lei do inverso dos quadrados: na ausência de reflexões em obstáculos e de absorção de energia no meio de transmissão, a intensidade sonora é inversamente proporcional à distância a uma fonte sonora pontual.
- Definir sonoridade como um atributo do som ouvido, que depende da amplitude da onda e da frequência, mas que é determinada subjectivamente pela acuidade auditiva de cada indivíduo.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Som

- ✓ Observar o movimento oscilatório de um corpo suspenso numa mola elástica que se afastou da posição de equilíbrio.
- ✓ Medir com um cronómetro o período desse movimento e calcular a respectiva frequência.
- ✓ Verificar que a amplitude do movimento oscilatório não depende das restantes características do movimento mas apenas das condições iniciais, isto é, da distância de que se afastou o corpo a partir da posição de equilíbrio.
- ✓ Analisar através de um gráfico da posição do corpo em função do tempo, as características principais do movimento oscilatório harmónico.

- ✓ Verificar que as ondas que se propagam ao longo de uma corda esticada ou na superfície da água são ondas transversais.
- ✓ Verificar, com exemplos, que as ondas podem propagar-se em uma, duas ou três dimensões.
- ✓ Verificar que duas ondas com características diferentes se propagam num meio independentemente uma da outra, sendo o movimento das partículas do meio a resultante dos movimentos devidos a cada uma das ondas.
- ✓ Observar que uma onda que se propaga ao longo de uma corda esticada se reflecte numa extremidade fixa.
- ✓ Observar exemplos de ondas longitudinais utilizando, por exemplo, uma mola elástica.
- ✓ Observar que nos casos mais gerais, a duas ou três dimensões, as ondas podem reflectir-se em obstáculos e refractar-se e difractar-se.
- ✓ Verificar, consultando tabelas, que a velocidade do som é, em geral superior nos sólidos em relação aos líquidos e neste em relação aos gases.
- ✓ Verificar através de um esquema que, de uma forma geral, as ondas sonoras propagam-se em três dimensões mas podem ser estudadas unidimensionalmente se se considerar as que se propagam ao longo de um tubo cheio de ar.
- ✓ Realizar uma actividade experimental para determinar as características fundamentais das ondas estacionárias numa corda vibrante (Experiência de Melde).
- ✓ Observar que as ondas estacionárias ocorrem para valores muito precisos do comprimento de onda.
- ✓ Identificar os nodos como os pontos de amplitude nula e os ventres como os pontos de amplitude máxima.
- ✓ Obter a expressão matemática da distância entre dois nodos ou dois ventres consecutivos, em função do comprimento de onda:  $\Delta \ell = \lambda / 2$ .
- ✓ Observar o fenómeno da ressonância nas situações de existência de ondas estacionárias.
- ✓ Descrever fontes de ondas sonoras, como cordas vibrantes, colunas de ar vibrantes e placas ou membranas vibrantes, e compreender o mecanismo comum de geração de sons.
- ✓ Observar a reflexão e difracção das ondas sonoras.
- ✓ Verificar, com exemplos, que as ondas sonoras se reflectem num obstáculo e que a sua propagação nem sempre ocorre em linha recta, podendo a trajectória ser encurvada por camadas do ar a temperaturas diferentes, dando origem à refracção.
- ✓ Construir uma escala de intensidade sonora: como o ouvido humano consegue detectar sons numa gama de Intensidades de 1 para  $10^{12}$ , foi necessário construir uma escala logarítmica, em que uma unidade da escala de intensidade corresponde a um factor de dez na intensidade sonora.
- ✓ Verificar que a sobreposição de duas ondas de igual amplitude e frequências muito próximas dá origem ao fenómeno de batimentos.

- ✓ Realizar uma actividade experimental para observar ondas sonoras de diferentes características, utilizando um osciloscópio.

## 6 Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.
- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Henrique, L. L. (2002). *Acústica Musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.  
Livro para professores. Um verdadeiro compêndio sobre som, incluindo descrições físicas e matemáticas muito completas, e instrumentos musicais. Obra de grande fôlego recomendada para quem quer possuir conhecimentos mais avançados.
- Henrique, L. L. (2004). *Instrumentos Musicais*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.  
Livro para professores. Descrição detalhada de muitos instrumentos musicais.
- Pierce, J. (2000), *Le son musical*. Paris : Pour la Science, Belin.  
Livro para professores. Tradução francesa do original americano publicado por W. H. Freeman and Company, San Francisco. Uma descrição de carácter geral sobre música, acústica e informática. Contém um CD.
- Platzer, F. (2001), *Compêndio de Música*. Lisboa: Edições 70.  
Livro de carácter introdutório para professores sobre linguagem musical, estruturas musicais e história da música.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores..
- White, H. E. e Whiye, D. H. (1980). *Physics and Music: The Science of Musical Sound*. Philadelphia: Saunders College.  
Livro muito interessante para professores. Descrição matemática elementar da produção e transmissão do som, audição, harmonia, instrumentos musicais e produção electrónica de sons.

## Extensão E.F6

### Som e Música

Duração de Referência: **12 horas**

#### **1 | Apresentação**

Nesta extensão do módulo “Som”, em que se desenvolvem conhecimentos mais aprofundados de ondas sonora, são introduzidos os conceitos de som musical e a forma como o ouvido humano percebe os sons.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: distinguir sons musicais de ruídos; identificar os principais processos de produzir sons musicais; conhecer as escalas musicais.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Som e música**

- 1.1. A percepção do som
- 1.2. Cordas e colunas de ar vibrantes
- 1.3. Intervalos e escalas musicais

#### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

##### **1. Som e música**

###### **1.1. A percepção do som**

- Observar que, para a mesma intensidade sonora, a percepção do som pelo ouvido humano, para um ouvinte saudável, varia com a frequência.
- Definir o limiar da audição como a intensidade sonora mínima detectável pelo ouvido humano e identificá-lo na escala de níveis sonoros.
- Definir o limiar da dor como a intensidade sonora máxima suportável pelo ouvido humano e identificá-lo na escala de níveis sonoros.
- Interpretar um audiograma como um gráfico representativo da acuidade auditiva de um indivíduo.
- Reconhecer um som musical como um som agradável estando associado a uma ou várias frequências bem definidas.

- Reconhecer um ruído como estando associado a perturbações sonoras sem qualquer periodicidade.

### 1.2. Cordas e colunas de ar vibrantes

- Observar que numa corda esticada e fixa nas duas extremidades podem ser produzidas ondas estacionárias com comprimentos de onda bem definidos que dependem do comprimento da corda.
- Interpretar que nessa situação a corda poderá vibrar em ressonância com as frequências correspondentes aos comprimentos de onda possíveis.
- Deduzir que os comprimentos de onda possíveis são os correspondentes às ondas estacionárias que tenham nodos nas extremidades fixas.
- Denominar frequência fundamental a frequência da onda estacionária com comprimento de onda mais elevado que se pode produzir numa corda esticada com extremidades fixas, definida por  $f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ , em que  $L$  é o comprimento da corda,  $F$  a tensão a que está submetida e  $\mu$  a massa por unidade de comprimento da corda.
- Concluir que os possíveis valores de frequências de ressonância são múltiplos inteiros da frequência fundamental, a que se dá o nome de harmónicas.
- Concluir que num tubo com uma extremidade fechada e a outra aberta, a primeira corresponderá a um nodo de ondas estacionárias excitadas na coluna de ar existente no interior e a última a um ventre.
- Concluir que os sons produzidos por diferentes instrumentos musicais e correspondentes à mesma frequência sonora principal possuem características que dependem do número e intensidade das harmónicas excitadas, dando origem à característica que se denomina timbre.

### 1.3. Intervalos e escalas musicais

- Reconhecer como agradáveis aqueles sons que resultam de sobreposição de ondas sonoras com frequências que estejam entre si como números inteiros pequenos: 1/2, 2/3, 3/4, etc.
- Definir intervalo musical como a razão entre duas frequências.
- Concluir que “adicionar” dois intervalos musicais corresponde a multiplicar duas razões de frequências.
- Definir oitava como o intervalo a que corresponde uma razão de frequências igual a 2.
- Definir escala musical como um conjunto de frequências sonoras ao longo de um intervalo de uma oitava cujas razões estão bem definidas.
- Distinguir as escalas pitagórica, diatónica, cromática e temperada através dos intervalos fundamentais em que se baseiam.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Som e música

- ✓ Identificar num gráfico de curvas de igual nível sonoro, a região de frequências a que o ouvido humano é mais sensível
- ✓ A partir da observação de audiogramas correspondentes a pessoas com audição normal e com perdas auditivas, reconhecer as características principais das diferentes perdas de audição.
- ✓ Observar um mapa que indique os níveis sonoros correspondentes a diferentes actividades ou situações do dia a dia.
- ✓ Discutir em grupo o problema da influência da intensidade do som no bem-estar e na saúde das pessoas.
- ✓ Proceder a uma investigação sobre fontes sonoras comuns cuja intensidade é mais nociva para a saúde e os métodos para fazer diminuir essa intensidade.
- ✓ Verificar a analogia entre a excitação de ondas estacionárias transversais numa corda com extremidades fixas e a excitação de ondas estacionárias sonoras longitudinais num tubo oco com extremidades fechadas, correspondendo as extremidades, nesta última situação, a nodos das ondas sonoras excitadas na coluna de ar no interior do tubo.
- ✓ Observar diferentes instrumentos musicais para determinar os processos utilizados em cada um deles para a produção e transmissão do som.
- ✓ Verificar que quando se percute uma corda com extremidades fixas obtém-se em geral uma sobreposição de ondas com frequências de ressonância e amplitudes diferentes, ainda que uma dessas ondas possa ter amplitude muito superior às das outras.
- ✓ Comparar os sons correspondentes à mesma frequência (nota musical) produzidos por instrumentos diferentes para identificar o timbre de cada um desses instrumentos.
- ✓ Analisar intervalos musicais, utilizando um instrumento musical, como um piano ou um órgão electrónico.
- ✓ Recorrendo a aplicações informáticas, gerar os intervalos correspondentes às diferentes escalas musicais.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Alonso, M. & Finn, E. (1999). *Física*. Espanha: Addison-Wesley.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Benson, H. (1991). *University Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro para professores.

- Cutnell, J. D. & Johnson, K. W., *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Feynman, R. P., Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co.  
Livro de carácter geral para professores e alunos.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. & Thornton, S. T. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.  
Livro de carácter geral, para professores.
- Henrique, L. L. (2002). *Acústica Musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.  
Livro para professores. Um verdadeiro compêndio sobre som, incluindo descrições físicas e matemáticas muito completas, e instrumentos musicais. Obra de grande fôlego recomendada para quem quer possuir conhecimentos mais avançados.
- Henrique, L. L. (2004). *Instrumentos Musicais*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.  
Livro para professores. Descrição detalhada de muitos instrumentos musicais.
- Pierce, J. (2000), *Le son musical*. Paris : Pour la Science, Belin.  
Livro para professores. Tradução francesa do original americano publicado por W. H. Freeman and Company, San Francisco. Uma descrição de carácter geral sobre música, acústica e informática. Contem um CD.
- Platzer, F. (2001), *Compêndio de Música*. Lisboa: Edições 70.  
Livro de carácter introdutório para professores sobre linguagem musical, estruturas musicais e história da música.
- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders College Publishing.  
Livro de carácter geral para professores..
- White, H. E. e Whyte, D. H. (1980). *Physics and Music: The Science of Musical Sound*. Philadelphia: Saunders College.  
Livro muito interessante para professores. Descrição matemática elementar da produção e transmissão do som, audição, harmonia, instrumentos musicais e produção electrónica de sons.
- Aplicação informática para produção de som: [www.AnvilStudio.com](http://www.AnvilStudio.com).

## MÓDULO Q1

### Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química

Duração de Referência: 18 horas

#### 1 | Apresentação

Através do tema organizador deste módulo, “Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química”, procura-se revisitar o que são, como se organizam e como se ligam os átomos”, ideias estruturantes e fundamentais do conhecimento químico já abordadas no 3º Ciclo do Ensino Básico.

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 que se desenvolve em torno da constituição dos átomos respectivos. A evolução histórica dos diferentes modelos converge no modelo actual: o modelo quântico. Paralelamente, desenvolve-se a história da organização dos elementos, até à actual Tabela Periódica. Feita a interpretação da constituição de um átomo, importa conhecer o modo como os átomos se ligam entre si para formar novas unidades estruturais como os iões e as moléculas, de acordo com diferentes modelos da ligação química.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: compreender conceitos físicos e químicos e a sua interligação, leis e teorias; compreender a importância de ideias centrais, tais como a tabela periódica dos elementos químicos, os modelos interpretativos do átomo e da ligação química; compreender o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### 1. Estrutura atómica

- 1.1. Elementos químicos: constituição, isótopos e massa atómica relativa
- 1.2. Modelo atómico actual simplificado

##### 2. Tabela Periódica

- 2.1 Tabela Periódica: evolução e organização actual
- 2.2. Localização dos elementos na Tabela Periódica: período e grupo

**Módulo Q1: Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.**

- 2.3. Variação do raio atómico e da energia de ionização dos elementos na Tabela Periódica
- 2.4. Propriedades dos elementos e propriedades das substâncias elementares

**3. Estrutura molecular - ligação química**

- 3.1 Ligação química: modelo de ligação covalente
- 3.2. Ligação química: modelo de ligação iónica
- 3.3. Ligação química: modelo de ligação metálica

**4 | Objectivos de Aprendizagem****1. Estrutura atómica****1.1. Elementos químicos: constituição, isótopos e massa atómica relativa**

- Assumir o conceito de átomo como central para a explicação da existência das moléculas e dos iões.
- Descrever a composição do átomo em termos das partículas que o constituem: protões, neutrões e electrões.
- Caracterizar cada uma das partículas sub-atómicas em termos de carga eléctrica.
- Referir que a massa do protão é praticamente igual à massa do neutrão, sendo a massa do electrão desprezável.
- Referir que o átomo é electricamente neutro, por ter igual número de protões (carga positiva) e de electrões (carga negativa).
- Caracterizar um elemento químico pelo número atómico, pelo número de massa e pela sua representação simbólica: símbolo químico.
- Reconhecer a existência de átomos do mesmo elemento químico com número diferente de neutrões e que são designados por isótopos.
- Caracterizar um elemento químico através da massa atómica relativa para a qual contribuem as massas isotópicas relativas e as respectivas abundâncias dos seus isótopos naturais.
- Interpretar a carga de um ião monoatómico como a diferença entre o número de electrões que possui e o número atómico do respectivo átomo.
- Distinguir entre propriedades dos elementos e propriedades das substâncias elementares correspondentes.

**1.2. Modelo atómico actual simplificado**

- Descrever o modelo actual muito simplificado para o átomo (núcleo e nuvem electrónica).
- Reconhecer a existência de níveis de energia diferentes para os electrões.
- Associar aos diferentes níveis de energia as designações K, L, M, N, ... (ou  $n=1$ ,  $n=2$ , ...).
- Referir que o número máximo de electrões que podem existir em cada nível obedece à relação  $n^{\circ}$  de electrões  $= 2n^2$ , não podendo a última camada conter mais de oito electrões.

**Módulo Q1: Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.**

- Associar a representação de Lewis à notação em que o símbolo do elemento que representa o núcleo do átomo (no hidrogénio e no hélio) ou o núcleo e os electrões do cerne surge rodeado por pontos ou cruces em número igual ao número de electrões periféricos.
- Utilizar a notação de Lewis para os elementos representativos (até  $Z=23$ ).

**2. Tabela Periódica****2.1. Tabela Periódica: evolução e organização actual**

- Referir a necessidade, sentida por vários cientistas, de organizar os elementos conhecidos em tabelas, de modo a salientar propriedades comuns.
- Conhecer a organização actual da Tabela Periódica (cuja origem é devida a Mendeleev), em dezoito grupos e sete períodos.
- Classificar os elementos em representativos e de transição.

**2.2. Localização dos elementos na Tabela Periódica: o período e o grupo**

- Descrever a disposição dos elementos químicos, na Tabela Periódica, por ordem crescente do número atómico, assumindo que o conjunto dos elementos dispostos na mesma linha pertencem ao mesmo período e que o conjunto dos elementos dispostos na mesma coluna pertencem ao mesmo grupo (numerados de 1 a 18).
- Relacionar a posição (grupo e período) dos elementos representativos na Tabela Periódica com as respectivas distribuições electrónicas.
- Reconhecer a periodicidade de algumas propriedades físicas e químicas dos elementos.

**2.3. Variação do raio atómico e da energia de ionização dos elementos da Tabela Periódica**

- Associar a expressão "raio atómico" de um elemento ao raio de uma esfera representativa de um átomo isolado desse elemento.
- Associar energia de ionização à energia necessária para retirar uma mole de electrões a uma mole de átomos, no estado fundamental e gasoso, e que se exprime, habitualmente, em  $\text{kJ mol}^{-1}$
- Interpretar a variação do raio atómico e da energia de ionização dos elementos representativos, ao longo de um período e ao longo de um grupo, com o número atómico.

**2.4. Propriedades dos elementos e propriedades das substâncias elementares**

- Interpretar informações contidas na Tabela Periódica em termos das que se referem aos elementos e das respeitantes às substâncias elementares correspondentes.

**3. Estrutura molecular - Ligação química****3.1. Ligação química: modelo de ligação covalente**

- Interpretar a ligação química covalente entre dois átomos como uma ligação na qual dois (ou mais) electrões são partilhados por eles.

**Módulo Q1: Estrutura Atômica. Tabela Periódica. Ligação Química.**

- Reconhecer que, numa ligação covalente, cada electrão partilhado é atraído por ambos os núcleos, conferindo estabilidade à ligação.
- Utilizar a representação de Lewis para simbolizar a estrutura de moléculas simples, envolvendo apenas elementos representativos (estrutura de Lewis).
- Utilizar a regra do octeto de Lewis no estabelecimento de fórmulas de estrutura de moléculas como O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> entre outras, envolvendo elementos do 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> períodos.
- Referir que nem todos os electrões periféricos (de valência) estão envolvidos na ligação química, sendo designados por electrões não-ligantes.
- Associar ligação covalente simples, dupla e tripla, à partilha de um par de electrões, de dois pares e de três pares, respectivamente, pelos dois átomos ligados.
- Associar ordem de ligação ao número de pares de electrões envolvidos nessa ligação.
- Associar comprimento de ligação à distância média entre os dois núcleos de dois átomos ligados numa molécula.
- Definir electronegatividade como a tendência de um átomo numa ligação para atrair a si os electrões que formam essa ligação química.
- Referir a existência de várias tabelas com valores de electronegatividade, sendo a mais utilizada a escala de Pauling.
- Associar molécula polar a uma molécula em que existe uma distribuição de carga assimétrica.
- Associar molécula apolar a uma molécula em que existe uma distribuição de carga simétrica.
- Associar energia de uma ligação covalente (energia de ligação) à energia que se liberta quando a ligação se forma (estando os átomos no estado gasoso e fundamental).
- Referir que a energia de ligação é, geralmente, simétrica da energia de dissociação.
- Relacionar energia de ligação com ordem de ligação e com comprimento de ligação para moléculas diatómicas.
- Associar geometria molecular ao arranjo tridimensional dos átomos numa molécula, designando-se a respectiva fórmula por fórmula estereoquímica.
- Referir que a geometria de uma molécula é aquela que minimiza a repulsão entre todos os pares electrónicos de valência (teoria da repulsão dos pares electrónicos de valência).
- Associar ângulo de ligação ao menor dos ângulos definidos por duas ligações covalentes a um mesmo átomo.
- Referir as geometrias linear, triangular plana, piramidal trigonal e tetraédrica com as mais vulgares.

**3.2 Ligação química: modelo de ligação iónica**

- Utilizar a notação de Lewis para representar iões monoatômicos e poliatômicos simples.
- Interpretar a ligação iónica como resultante de forças eléctricas de atracção entre iões de sinais contrários.

**Módulo Q1: Estrutura Atômica. Tabela Periódica. Ligação Química.**

- Referir que, nas condições padrão, todos os compostos iónicos são sólidos cristalinos, sendo a estabilidade global de um composto iónico resultante das interações de todos os iões e não apenas da interacção entre um anião e um catião.
- Referir que para os compostos iónicos a fórmula química traduz apenas a proporção entre os iões e consequente electroneutralidade do composto e que não corresponde a nenhuma unidade estrutural mínima.

**3.3. Ligação química: modelo de ligação metálica**

- Referir que a estrutura de um metal corresponde a um arranjo ordenado de iões positivos imersos num mar de electrões de valência deslocalizados (não rigidamente atraídos a um mesmo ião positivo).

## **5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação**

- ✓ Pesquisa documental sobre modelos atómicos e sua evolução.
- ✓ Pesquisa sobre a história da concepção da Tabela Periódica.
- ✓ Construção de "modelos moleculares" em que se evidencie o tipo de ligação existente.
- ✓ Mini-trabalho de investigação sobre um elemento químico "adoptado" pelo aluno em que conste:
  - história do elemento;
  - características do elemento /substância elementar (número atómico, raio atómico, tipo de ligação química, energias de ionização, pontos de fusão e de ebulição,...);
  - substâncias em que se encontra e propriedades destas; utilização destas substâncias na indústria e implicações para o ambiente.

## **6 | Bibliografia / Outros Recursos**

- 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.
- 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.
- 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.

**Módulo Q1: Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.**

- 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.
- 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.
- 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.
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace*, 5<sup>th</sup> Edition. Sidney, Fort Worth, London, Orlando, Toronto: Harcourt Brace & Company.  
Tal como o autor a classifica, a obra é “Um guia turístico da Química”. Tendo como pressupostos a necessidade de relevância social no ensino da Química, o autor faz uma incursão por temas variados de ligação da Química à vida do quotidiano Acrescenta ainda dez preciosos apêndices.

**Endereços da Internet**

- <http://www.terravista.pt/fernoronha/4107/sw3-22web.htm>  
(descoberta das sub-partículas atómicas)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela\\_Perio%C3%B3dica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Perio%C3%B3dica)  
(tabela periódica)
- [http://www.chemistrycoach.com/periodic\\_tables.htm#Periodic Tables](http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm#Periodic Tables)  
(abordam vários temas da química)
- <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers.html>  
(história da química em geral).

## Extensão E.Q1

# Modelo Quântico para o Átomo

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

Na presente extensão do módulo “Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.” desenvolvem-se conhecimentos mais profundos sobre a estrutura atómica.

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

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias; compreender a importância do modelo interpretativos do átomo denominado "modelo quântico"; compreender o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

#### 1. Espectros, radiação e energia

- 1.1. Espectro electromagnético
- 1.2. Energia, frequência e comprimento de onda de uma radiação electromagnética
- 1.3. Radiações visíveis - cor e energia
- 1.4. Espectros de emissão e espectros de absorção
- 1.5. Interacção radiação - matéria
- 1.6. Efeito fotoeléctrico

#### 2. Átomo de hidrogénio e estrutura atómica

- 2.1. Espectro do átomo de hidrogénio
- 2.2. Quantização de energia do electrão
- 2.3. Modelo quântico
- 2.4. Números quânticos ( $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ )
- 2.5. Orbitais (s, p, d)
- 2.6. Princípio de energia mínima; Regra de Hund; Princípio de exclusão de Pauli
- 2.7 Configuração electrónica de átomos dos elementos até  $Z=23$

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Espectros, radiação e energia

#### 1.1. Espectro electromagnético

- Associar radiação a uma propagação de energia no espaço
- Interpretar o espectro electromagnético como um conjunto contínuo de radiações, sendo cada radiação caracterizada por uma energia diferente.
- Situar as radiações ultravioletas (UV), visíveis (VIS), infravermelhas (IV), microondas e ondas de rádio e de TV, no espectro electromagnético.
- Reconhecer as principais cores do espectro visível.

#### 1.2. Energia, frequência e comprimento de onda de uma radiação electromagnética

- Comparar as radiações UV, VIS e IV quanto à sua energia e efeito térmico.
- Caracterizar cada radiação electromagnética pela frequência e comprimento de onda.
- Relacionar a energia de uma radiação com a sua frequência, o seu comprimento de onda e a velocidade da luz.
- Caracterizar espectros contínuos e descontínuos (de riscas), de emissão e de absorção.
- Interpretar o espectro de um elemento como identificador desse elemento.
- Identificar equipamentos diversos que utilizam diferentes radiações (instrumentos LASER, fornos microondas, fornos tradicionais, aparelhos de radar, aparelhos de raios X, ...).
- Reconhecer uma interacção da radiação com a matéria – efeito fotoeléctrico.

#### 1.3. Radiações visíveis - cor e energia

- Estabelecer a relação entre a energia da 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, como as células fotoeléctricas.

### 2. Átomo de hidrogénio e estrutura atómica

- Descrever o espectro de emissão do átomo de hidrogénio como sendo um espectro de riscas, obtido quando o gás hidrogénio (rarefeito e numa ampola fechada) é submetido a uma descarga eléctrica.
- Associar a cada risca uma determinada energia, correspondente a radiações visíveis (série de Balmer), UV (série de Lyman) e IV (outras séries).
- Explicar, a partir do espectro de riscas, a existência de níveis de energia quantizados para o electrão do átomo de hidrogénio.
- Descrever o modelo quântico do átomo de hidrogénio em termos de níveis de energia e de orbitais atómicas (s, p, d).

- Caracterizar as orbitais por parâmetros designados por números quânticos ( $n, l, m_l$ ).
- Associar ao número quântico  $n$  a energia da orbital.
- Associar ao número quântico  $l$  a forma da orbital.
- Associar ao número quântico  $m_l$  a orientação espacial da orbital.
- Associar ao electrão o número quântico  $m_s$ .
- Reconhecer que a distribuição dos electrões nos átomos monoeléctronicos e polielectronicos é designada por configuração electrónica e que obedece ao princípio da energia mínima, à regra de Hund e ao princípio da exclusão de Pauli.
- Estabelecer as configurações electrónicas dos átomos dos elementos até  $Z=23$ .

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

### 1. Espectros, radiações e energia

- ✓ Observação de descargas em tubos de gases rarefeitos, utilizando óculos especiais de observação
- ✓ Análise de espectros diferentes
- ✓ 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

### 2. 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 fotoeléctrico, em situações do quotidiano
- ✓ Pesquisa documental sobre modelos atómicos e sua evolução

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

Tendo em conta que se trata de uma extensão do módulo “Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química.” a bibliografia e outros recursos recomendados já foram ali referidos.

## MÓDULO Q2

### Soluções

Duração de Referência: **18 horas**

#### **1 | Apresentação**

Através do tema organizador deste módulo, “Soluções”, procura-se dar uma relevância especial à preparação de soluções e sua diluição e ao respectivo trabalho laboratorial com tudo aquilo que implica a nível de destreza e eficiência no manuseamento dos vários equipamentos a utilizar. Será de salientar a preocupação continuada com a segurança e com o impacto ambiental dos resíduos laboratoriais, bem como a sua reutilização ou destruição/eliminação.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: preparar soluções de volume e concentração previamente fixados; identificar material e equipamento de laboratório; manipular material e equipamento com correcção e respeito por normas de segurança; planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema; interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, discutindo os limites de validade dos resultados; elaborar um relatório sobre uma actividade experimental por si realizada.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino neste módulo são os seguintes:

##### **1. Dispersões**

- 1.1. Disperso e dispersante
- 1.2. Dispersão sólida, líquida e gasosa
- 1.3. Critérios para a classificação de dispersões em soluções, colóides e suspensões

##### **2. Soluções**

- 2.1. Composição qualitativa de uma solução
- 2.2. Composição quantitativa de uma solução – unidades SI e outras
- 2.3. Factor de diluição

#### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

##### **1. Dispersões**

###### **1.1. Disperso e dispersante**

- Associar dispersão a uma mistura de duas ou mais substâncias em que as partículas de uma fase (fase dispersa) se encontram distribuídas no seio da outra (fase dispersante)

### 1.2. Dispersão sólida, líquida e gasosa

- Associar a classificação de dispersão sólida, líquida ou gasosa ao estado de agregação do dispersante

### 1.3. Critérios para a classificação de dispersões em soluções, colóides e suspensões

- Classificar as dispersões em soluções, colóides e suspensões, em função das dimensões médias das partículas do disperso
- Identificar solução como a dispersão com partículas do disperso de menor dimensão e suspensão como a dispersão com partículas do disperso de maior dimensão.

## 2. Soluções

### 2.1. Composição qualitativa de soluções

- Associar solução à mistura homogénea de duas ou mais substâncias (solvente e soluto(s)).
- Classificar as soluções em sólidas, líquidas e gasosas, de acordo com o estado físico que apresentam à temperatura ambiente, exemplificando.
- Associar solvente ao componente da mistura que apresenta o mesmo estado físico da solução ou o componente com maior quantidade de substância presente.
- Associar solubilidade de um soluto num solvente, a uma determinada temperatura, à quantidade máxima de soluto que é possível dissolver numa certa quantidade de solvente.
- Definir solução não saturada, a uma determinada temperatura, como aquela solução em que, ao adicionar um pouco mais de soluto, este se dissolve, após agitação.
- Definir solução saturada, a uma determinada temperatura, como aquela solução em que, ao adicionar um pouco mais de soluto, este não se dissolve, mesmo após agitação.
- Definir solução sobressaturada, a uma determinada temperatura, como aquela solução cuja concentração é superior à concentração de saturação, não havendo sólido precipitado.
- Referir que, para a maior parte dos compostos, o processo de solubilização em água é um processo endotérmico, salientando que existem, no entanto, alguns compostos cuja solubilidade diminui com a temperatura.
- Relacionar o conhecimento científico de soluções e solubilidade com aplicações do dia a dia.
- Relacionar a qualidade de uma água com a variedade de substâncias dissolvidas e respectiva concentração.
- Interpretar gráficos de variação de solubilidade em água de solutos sólidos e gasosos, em função da temperatura.
- Identificar, em gráficos de variação de solubilidade em função da temperatura, se uma solução é não saturada, saturada ou sobressaturada.
- Relacionar o aumento da temperatura da água de um rio, num determinado local de descarga de efluentes, com a diminuição da quantidade de oxigénio dissolvido na água e consequentes problemas ambientais.

## 2.2. Composição quantitativa de uma solução – unidades SI e outras

- Identificar quantidade de substância ( $n$ ) como uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional (SI) e cuja unidade é a mole.
- Associar massa molar, expressa em gramas por mole, à massa de uma mole de partículas (átomos, moléculas, iões, ...) numericamente igual à massa atómica relativa ou à massa molar relativa.
- Descrever a composição quantitativa de uma solução em termos de concentração, concentração mássica, percentagens em volume, em massa e em massa/volume, partes por milhão e partes por bilião.
- Associar às diferentes maneiras de exprimir composição quantitativa de soluções as unidades correspondentes no Sistema Internacional (SI) e outras mais vulgarmente utilizadas.
- Resolver exercícios sobre modos diferentes de exprimir composição quantitativa de soluções e de interconversão de unidades.

## 2.3. Factor de diluição

- Distinguir solução concentrada de solução diluída em termos da quantidade de soluto por unidade de volume de solução.
- Associar factor de diluição à razão entre o volume final da solução e o volume inicial da amostra, ou à razão entre a concentração inicial e a concentração final da solução.
- Indicar algumas situações laboratoriais de utilização do factor de diluição para a preparação de soluções.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Resolução numérica de alguns exercícios simples sobre preparação de soluções a partir de sólidos e de soluções mais concentradas.
- ✓ Análise documental sobre a composição química de soluções em diferentes estados físicos (por exemplo: ar, ligas metálicas, água oxigenada, ácido sulfúrico comercial, etanol comercial).
- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Preparar uma solução a partir de um soluto sólido
  - Preparar uma solução a partir de um soluto líquido
  - Efectuar diluições a partir de factores de diluição pré-determinados.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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: IDCT.
- IUPAC (1998). *Chemical Safety Matters - IPCS International* Cambridge
- 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.

- 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.
- 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).

### Endereços da Internet (activos em Julho de 2004)

- <http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/>  
(Segurança, perigos, cuidados no laboratório de química)
- <http://www.who.edu/safety/>  
(Regras e manual de segurança da instituição)
- <http://www.safety.ubc.ca>  
(Manual de segurança da universidade)
- <http://www.cochise.cc.az.us/dawn/safety.htm>  
(Regras de segurança no laboratório)

**Módulo Q2:** Soluções

- [http://www.prof2000.pt:9999/users/norberto/Amadora\\_02\\_03/TLQ/ACTIV\\_EXPERI/Fotos/Prepara%C3%A7%C3%A3o%20solu%C3%A7%C3%B5es/solu%C3%A7%C3%B5es.htm](http://www.prof2000.pt:9999/users/norberto/Amadora_02_03/TLQ/ACTIV_EXPERI/Fotos/Prepara%C3%A7%C3%A3o%20solu%C3%A7%C3%B5es/solu%C3%A7%C3%B5es.htm)  
(Técnica de preparação de várias soluções)
- <http://www.terravista.pt/AguaAlto/4480/Pag9.html>  
(Tabelas auxiliares de preparação de soluções)
- <http://quimica-na-web.planetaclix.pt/activid/solucoes/2solucoes.htm>  
(Preparações de diferentes soluções)

## Extensão E.Q2

# Colóides e Suspensões

Duração de Referência: **6 horas**

### 1 | Apresentação

A presente extensão do módulo “Soluções” desenvolve conhecimentos mais aprofundados sobre colóides e suspensões.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: preparar colóides e suspensões; identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função; manipular, com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento; seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental; planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema; interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, discutindo o limite de validade dos resultados; elaborar um relatório sobre uma actividade experimental por si realizada.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

1. **Colóides**
2. **Colóides e suas propriedades**
  - 2.1. Movimento browniano
  - 2.2. Efeito Tyndall
  - 2.3. A importância dos colóides nos ambientes naturais e industriais
3. **Suspensões**

### 4 | Objectivos de Aprendizagem

1. **Colóides**
  - Caracterizar o estado coloidal pela existência de partículas dispersas numa outra fase que é geralmente contínua e pelas dimensões do disperso que podem variar entre  $10^{-9}$  m e  $10^{-6}$  m.
  - Salientar que os solutos que formam, na maioria das situações, soluções com determinados solventes, podem vir a formar com solventes de características diferentes, dispersões coloidais.
  - Classificar os colóides em função da natureza das partículas da fase dispersa em colóides micelares (agregados de átomos, iões ou moléculas), em colóides moleculares (as partículas são macromoléculas) ou colóides iónicos (as partículas são macromoléculas com carga eléctrica em um ou mais locais)

- Classificar os colóides quanto ao estado físico do disperso e do dispersante: gel, sol, emulsão, espumas sólidas e líquidas
- Classificar a estabilidade de colóides quanto à afinidade do disperso em relação ao dispersante em colóides reversíveis (ou líofilo) e colóides irreversíveis (ou liofílico)

## 2. Colóides e suas propriedades

- Associar as propriedades dos colóides ao tamanho médio das partículas e às condições de adsorção

### 2.2. Movimento Browniano

- Identificar os movimentos rápidos, desordenados e caóticos das partículas do disperso, quando observados ao microscópio, como movimento *browniano*, característico dos colóide

### 2.3. Efeito Tyndall

- Identificar o efeito Tyndall como a capacidade das partículas coloidais difractarem as radiações visíveis em consequência do seu tamanho.
- Referir que o fundamento do ultramicroscópio se baseia no efeito Tyndall.

### 2.4. A importância dos colóides nos ambientes naturais e industriais

- Reconhecer que a electroforese é uma técnica de análise que se baseia em propriedades das partículas coloidais e que se utiliza na separação de enzimas, proteínas, aminoácidos entre outras.
- Explicitar que algumas das propriedades dos materiais como a viscosidade, a plasticidade, a elasticidade, a retenção de água e a coesão, entre outras, são devidas ao estado coloidal.
- Explicitar a utilização de colóides na produção de leite, iogurtes, queijo, margarina, manteiga, maionese, chocolate e *chantilly* entre outras, na indústria têxtil (lã, seda, linho, algodão), na produção de alguns materiais na construção civil entre outras.
- Explicitar a importância dos colóides no ambiente, devido a possuírem maior mobilidade nos solos e sub-solos, nos aquíferos e em sistemas fluviais e marítimos do que outro tipo de partículas de maiores dimensões.
- Explicitar a importância dos colóides na formação do solo e na qualidade da água, bem como a sua importância em relação ao movimento de poluentes no ambiente.

## 3. Suspensões

- Associar suspensão a uma mistura heterogénea, em que as dimensões do disperso são superiores a 1  $\mu\text{m}$ .
- Associar às partículas sólidas em suspensão no ar a designação de matéria particulada PM<sub>2,5</sub> (as dimensões das partículas têm diâmetro inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ ) ou PM<sub>10</sub> (as dimensões das partículas têm diâmetro inferior a 10  $\mu\text{m}$ ).
- Referir o impacte ambiental e na saúde da matéria em suspensão, quer em meios aquáticos quer no ar.

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

Seleccionar, entre produtos comerciais ou de preparação, os colóides com diversos pares disperso-dispersante

- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Preparação de um gel por adição de uma solução saturada de acetato de cálcio a 30 mL de etanol absoluto
  - Realizar uma experiência em que se observem os efeitos da incidência da luz visível sobre uma dispersão coloidal. (O colóide poderá ser obtido através da reacção entre o HCl (concentrado) e uma solução  $0,030 \text{ mol dm}^{-3}$  de tiosulfato de sódio).
  - Preparação de suspensões de sólidos em líquidos e de sólidos em gás.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

Tendo em conta que se trata de uma extensão do módulo “Soluções” a bibliografia recomendada já foi ali referida.

### Endereços da Internet (activos em Julho de 2004)

- <http://tenoch.pquim.unam.mx/academico/fs/coloides.htm>
- (caracterização de colóides e sua estabilidade - em espanhol)
- <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm>
- (colóides no solo – em espanhol)
- [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/13/htm/SEC\\_13.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/13/htm/SEC_13.html)
- (tipos de colóides com ilustrações)
- <http://www.fis.cinvestav.mx/~jmendez/JMMA/belleza.pdf>
- (a beleza dos colóides)

## MÓDULO Q3

### Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.

Duração de Referência: **18 horas**

#### **1 | Apresentação**

Através do tema organizador “Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo” procura-se dar uma relevância especial às reacções químicas, tendam ou não para uma situação de esgotamento dos reagentes e a situações, como neste último caso, que, por serem incompletas, serão reversíveis (quer em tempo real ou não), ocorrendo nos dois sentidos, em situação de equilíbrio ou não.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função; seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental; 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; 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, discutindo os limites de validade dos resultados.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### **1. Reacções químicas**

- 1.1. Aspectos qualitativos de uma reacção química
- 1.2. Aspectos quantitativos de uma reacção química

##### **2. Aspectos energéticos de uma reacção química**

- 2.1. Energia envolvida numa reacção química
- 2.2. Reacções endotérmicas e exotérmicas

##### **3. Reacções incompletas e equilíbrio químico**

- 3.1. Reversibilidade das reacções químicas
- 3.2. Aspectos quantitativos do equilíbrio químico
- 3.3. Equilíbrios e desequilíbrios de um sistema reaccional

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Reacções químicas

#### 1.1. Aspectos qualitativos de uma reacção química

- Identificar a ocorrência de uma reacção química pela formação de substância(s) que não existia(m) antes (produtos da reacção).
- Explicitar que o(s) produto(s) da reacção pode(m) ser detectado(s) por ter(em) característica(s) macroscópicas diferentes das iniciais (reagentes), ou por poder(em) provocar comportamento diferente em outras que para o efeito servem como indicadores.
- Interpretar a ocorrência de uma reacção química, a nível microscópico, por rearranjo de átomos ou de grupos de átomos das unidades estruturais (u. e.) das substâncias iniciais.
- Representar, simbolicamente, reacções químicas através de equações químicas.
- Realizar a leitura da equação química em termos de moles, massas e volumes (gases).
- 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 ião) se associam entre si para formar a unidade estrutural.
- Aplicar a nomenclatura IUPAC a compostos inorgânicos (óxidos, hidróxidos ácidos e sais).
- Interpretar os efeitos que a concentração dos reagentes, a pressão dos reagentes, a área da superfície de contacto dos reagentes, a luz (reacções fotoquímicas), a temperatura (colisões eficazes) e os catalisadores e inibidores têm na rapidez da reacção.
- Interpretar a importância do controlo das poeiras na prevenção de explosões em situações como nos moinhos de cereais, nas minas de carvão e nos armazéns de sementes.
- Reconhecer que uma significativa elevação ou diminuição da temperatura do corpo humano pode afectar as reacções químicas do organismo.
- Explicitar o interesse de catalisadores e inibidores a nível biológico (enzimas), a nível industrial (como os catalisadores sólidos nas reacções entre gases, o azoto nos sacos das batatas fritas para retardar a oxidação dos óleos utilizados) e a nível ambiental.
- Interpretar reacção química como conceito central para explicar a diversidade das modificações que ocorrem permanentemente no mundo e prever o que, em determinadas condições, poderá a vir a ocorrer.
- Identificar reacções químicas que ajudam à manutenção dos organismos vivos, que prejudicam os organismos vivos e que afectam o ambiente.

#### 1.2. Aspectos quantitativos das reacções químicas

- Interpretar a conservação da massa numa reacção (Lei de Lavoisier) e o seu significado em termos macroscópicos (a massa do sistema antes e após a reacção mantém-se constante).
- Reconhecer que uma equação química traduz a conservação do número de átomos.

**Módulo Q3:** Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.

- Aplicar a lei da conservação da massa para o acerto de uma equação química.
- Estabelecer, numa reacção química, relações entre as várias quantidades de reagentes e produtos da reacção (Lei de Proust), em termos de massa, quantidade de substância e volume (no caso de gases).
- Explicitar que, numa reacção química, raramente as quantidades relativas de reagentes obedecem às proporções estequiométricas, havendo, por isso, um reagente limitante e outro(s) em excesso.
- Caracterizar o reagente limitante de uma reacção como aquele cuja quantidade condiciona a quantidade de produtos formados.
- Caracterizar o reagente em excesso como aquele cuja quantidade presente na mistura reaccional é superior à prevista pela proporção estequiométrica.
- Reconhecer que, embora haja reacções químicas completas (no sentido em que se esgota pelo menos um dos seus reagentes), há outras que o não são.
- Explicitar que, numa reacção química, a quantidade obtida para o(s) produto(s) nem sempre é igual à teoricamente esperada, o que conduz a um rendimento da reacção inferior a 100%.
- Identificar o rendimento de uma reacção como quociente entre a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância efectivamente obtida de um dado produto, e a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância que seria obtida desse produto, se a reacção fosse completa.
- Interpretar o facto de o rendimento máximo de uma reacção ser 1 (ou 100%) e o rendimento de uma reacção incompleta ser sempre inferior a 1 (ou 100%).
- Referir que, em laboratório, se trabalha a maioria das vezes com materiais que não são substâncias, pelo que é necessário a determinação do grau de pureza do material em análise
- Interpretar o grau de pureza de um material como o quociente entre a massa da substância (pura) e a massa da amostra onde aquela massa está contida.
- Reconhecer que o grau de pureza de um “reagente” pode variar, dependendo a sua escolha das exigências do fim a que se destina.
- Realizar exercícios numéricos envolvendo reacções em que apliquem acerto de equações, quantidade de substância, massa molar, massa, volume molar, concentração de soluções.
- Realizar exercícios numéricos envolvendo reacções químicas com reagentes limitante e em excesso, rendimento e grau de pureza.

**2. Aspectos energéticos de uma reacção química****2.1. Energia envolvida numa reacção química**

- Reconhecer que uma reacção química envolve variações de energia
- Interpretar a energia da reacção como o saldo energético entre a energia envolvida na ruptura e na formação de ligações químicas e exprimir o seu valor, a pressão constante em termos de variação de entalpia ( $\Delta H$  em  $\text{J mol}^{-1}$  de reacção)

**Módulo Q3:** Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.

- Verificar que a variação de energia envolvida numa mudança de estado é inferior à energia envolvida numa reacção química

**2.2. Reacções endotérmicas e exotérmicas**

- Distinguir reacção endotérmica de reacção exotérmica (quando apenas há transferência de energia térmica)
- Identificar reacções que são utilizadas para produzir energia térmica útil
- Discutir os efeitos sociais e ambientais da utilização da energia térmica

**3. Reacções incompletas e equilíbrio químico****3.1. Reversibilidade das reacções químicas**

- Interpretar a ocorrência de reacções químicas incompletas em termos moleculares como a ocorrência simultânea das reacções directa e inversa, em sistema fechado.
- Interpretar uma reacção reversível como uma reacção em que os reagentes formam os produtos da reacção, diminuem a sua concentração não se esgotando e em que, simultaneamente, os produtos da reacção reagem entre si para originar os reagentes da primeira.
- Reconhecer que existem reacções reversíveis em situação de não equilíbrio
- Representar uma reacção reversível pela notação de duas setas com sentidos opostos ( $\rightleftharpoons$ ) a separar as representações simbólicas dos intervenientes na reacção
- Identificar *reacção directa* como a reacção em que, na equação química, os reagentes se representam à esquerda das setas e os produtos à direita das mesmas e *reacção inversa* aquela em que, na equação química, os reagentes se representam à direita das setas e os produtos à esquerda das mesmas (convenção)
- Associar estado de equilíbrio a todo o estado de um sistema em que, macroscopicamente, não se registam variações de propriedades físico-químicas
- Associar estado de equilíbrio dinâmico ao estado de equilíbrio de um sistema, em que a rapidez de variação de uma dada propriedade num sentido é igual à rapidez de variação da mesma propriedade no sentido inverso
- Identificar equilíbrio químico como um estado de equilíbrio dinâmico
- Caracterizar estado de equilíbrio químico como uma situação dinâmica em que há conservação da concentração de cada um dos componentes da mistura reaccional, no tempo
- Interpretar gráficos que traduzem a variação da concentração em função do tempo, para cada um dos componentes de uma mistura reaccional
- Associar equilíbrio químico homogéneo ao estado de equilíbrio que se verifica numa mistura reaccional com uma só fase
- Identificar a reacção de síntese do amoníaco como um exemplo de um equilíbrio homogéneo quando em sistema fechado

**Módulo Q3:** Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.

- Reconhecer a importância do estudo de equilíbrios químicos tanto a nível industrial (por exemplo, na produção de amoníaco), como a nível biológico e biotecnológico (por exemplo, na produção de determinados alimentos) e a nível ambiental

**3.2. Aspectos quantitativos do equilíbrio químico**

- Escrever as expressões matemáticas que traduzem a constante de equilíbrio em termos de concentração ( $K_c$ ), de acordo com a Lei de Guldberg e Waage
- Verificar, a partir de tabelas, que  $K_c$  depende da temperatura, havendo, portanto, para diferentes temperaturas, valores diferentes de  $K_c$  para o mesmo sistema reaccional
- Traduzir quociente de reacção,  $Q$ , através de expressões idênticas às de  $K_c$  em que as concentrações dos componentes da mistura reaccional são avaliadas em situações de não equilíbrio (desequilíbrio)
- Comparar valores de  $Q$  com valores conhecidos de  $K_c$  para prever o sentido da progressão da reacção relativamente a um estado de equilíbrio
- Relacionar a extensão de uma reacção com os valores de  $K_c$  dessa reacção
- Relacionar o valor de  $K_c$  com  $K'_c$ , sendo  $K'_c$  a constante de equilíbrio da reacção inversa
- Utilizar os valores de  $K_c$  da reacção no sentido directo e  $K'_c$  da reacção no sentido inverso, para discutir a extensão relativa daquelas reacções

**3.3. Equilíbrios e desequilíbrios de um sistema reaccional**

- Referir os factores que podem alterar o estado de equilíbrio de uma mistura reaccional (temperatura, concentração e pressão) e que influenciam o sentido global de progressão para um novo estado de equilíbrio
- Prever a evolução do sistema reaccional, através de valores de  $K_c$ , quando se aumenta ou diminui a temperatura da mistura reaccional para reacções exoenergéticas e endoenergéticas
- Identificar o Princípio de Le Châtelier, enunciado em 1884 como a lei que prevê o sentido da progressão de uma reacção por variação da temperatura, da concentração ou da pressão da mistura reaccional, em equilíbrios homogéneos
- Associar à variação de temperatura uma variação do valor de  $K_c$
- Explicitar que, para um sistema homogéneo gasoso em equilíbrio, a temperatura constante, a evolução deste sistema por efeito de variação de pressão, está relacionada com o número de moléculas de reagentes e de produtos e que no caso de igualdade estequiométrica de reagentes e produtos a pressão não afecta o equilíbrio
- Reconhecer que o papel desempenhado pelo catalisador é o de aumentar a rapidez das reacções directa e inversa, de forma a atingir-se mais rapidamente o estado de equilíbrio (aumento da eficiência), não havendo, no entanto, influência na quantidade de produto

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Visita de estudo, devidamente programada (conforme anexo 1), a uma empresa química.
- ✓ Resolução de exercícios numéricos em que estejam envolvidos os conceitos de: rendimento, graus de pureza, reagentes limitante e em excesso.
- ✓ Resolução de exercícios numéricos em que estejam envolvidos conceitos de: energia de reacção, energias de ruptura e formação de ligações.
- ✓ Apresentação de razões que justificam a sucessão dos diferentes processos de produção de amoníaco (questões económicas e tecnológicas).
- ✓ Pesquisa de diferentes processos de produção de  $H_2$  e discuti-los com base em questões políticas e económicas (custos de matérias primas, energia e rendimento das reacções).
- ✓ Pesquisa das indústrias portuguesas que utilizam o amoníaco como matéria-prima.
- ✓ Simulação de uma fábrica de amoníaco ou outra, com controlo de variáveis
- ✓ Pesquisa de regras de transporte de matérias-primas.
- ✓ Pesquisa de modos de actuação em caso de acidente (transporte e processo industrial).
- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Síntese do sal complexo sulfato de tetraminocobre mono-hidratado
  - Estudo do equilíbrio com iões de cobalto no cloreto de cobalto(II)

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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.
- 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.
- 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).

**Módulo Q3:** Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace*, 5<sup>th</sup> Edition. Sidney, Fort Worth, London, Orlando, Toronto: Harcourt Brace & Company.  
Tal como o autor a classifica, a obra é "Um guia turístico da Química". Tendo como pressupostos a necessidade de relevância social no ensino da Química, o autor faz uma incursão por temas variados de ligação da Química à vida do quotidiano Acrescenta ainda dez preciosos apêndices.

**Endereços da Internet (activos em Julho de 2004)**

- <http://www.chm.davidson.edu/java/LeChatelier/LeChatelier.html>  
(Simulação de situações de equilíbrio)
- <http://carlton.paschools.pa.sk.ca/chemical/equilibrium/dichromate/dichromate.htm>  
(Simulação de situações de equilíbrio (cromato/dicromato))
- <http://www.h2eco.org/h2hist.htm>  
(História do hidrogénio)
- <http://www.h2eco.org/links.htm>  
(Diferentes processos de produção de hidrogénio)
- <http://www.h2eco.org/>  
(Endereço muito completo sobre hidrogénio)
- <http://www.ovonic.com/hydrogen/hydrogen.html>  
(Endereço muito completo sobre o hidrogénio e as vantagens da sua utilização)

## Extensão E.Q3

### Equilíbrio Químico Heterogéneo

Duração de Referência: **9 horas**

#### **1 | Apresentação**

Na presente extensão do módulo “Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo.” desenvolvem-se conhecimentos aprofundados sobre o equilíbrio químico de solubilidade.

#### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias; compreender o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento.

#### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

##### **1. Equilíbrio químico heterogéneo**

- 1.1. Equilíbrio de solubilidade
- 1.2. Alguns factores que alteram o equilíbrio de solubilidade
- 1.3. A importância do equilíbrio de solubilidade

#### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

##### **1. Equilíbrio químico heterogéneo**

###### **1.1. Equilíbrio de solubilidade**

- Diferenciar sais pelo valor da solubilidade em água (muito, pouco e medianamente solúveis)
- Caracterizar o fenómeno da dissolução como o resultado de uma interacção soluto-solvente
- Apresentar razões que justificam a não existência de um solvente universal e a existência do limite de dissolução de qualquer soluto
- Explicitar formas de controlar o tempo de dissolução (estado de divisão e agitação), mantendo a temperatura e a pressão constantes
- Explicitar equilíbrio de solubilidade em termos do equilíbrio que se estabelece entre um sólido e os seus iões em solução aquosa (solução saturada de uma substância pouco solúvel)
- Compreender que numa solução saturada de um sal na presença de um sólido o equilíbrio é dinâmico (há trocas recíprocas entre iões da rede e da solução)
- Explicitar o significado da constante de solubilidade  $K_s$
- Relacionar a constante de solubilidade  $K_s$  com a solubilidade

### 1.2. Alguns factores que alteram o equilíbrio de solubilidade

- Verificar que as variações dos factores temperatura e concentração induzem uma alteração no sistema em equilíbrio, levando a um novo estado de equilíbrio, o que se traduz por formação de precipitado ou solubilização do mesmo
- Interpretar o efeito do ião comum no equilíbrio químico como uma situação particular da variação da solubilidade
- Interpretar o efeito da adição de um ácido em alguns equilíbrios químicos como uma situação particular da variação da solubilidade

### 1.3. A importância do equilíbrio da solubilidade

- Compreender as razões pelas quais a presença de algumas espécies químicas em solução pode alterar a dissolução de outras substâncias
- Interpretar o efeito do dióxido de carbono na mineralização de uma água
- Interpretar a formação de estalactites e estalagmites em grutas calcárias
- Apresentar razões para a facilidade da ocorrência da poluição das águas e a dificuldade de despoluição das mesmas em termos da elevada solubilidade
- Explicitar a importância da formação de precipitados na indústria de vinhos (clarificação do vinho), na indústria farmacêutica e na indústria alimentar, na saúde (eliminação de cálculos renais por águas termais) e no ambiente (tratamento de efluentes industriais)

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Pesquisa de informação em várias fontes sobre as conclusões dos diversos "Fóruns" mundiais da Água, Conferência de Paris, dos conteúdos da Directiva Europeia sobre a qualidade da água e da Lei Portuguesa sobre a Água.
- ✓ Pesquisa dos diferentes tipos de água que se podem utilizar em laboratório, relacionando-as com o tipo de análise a que estão destinadas e com os custos da sua utilização.
- ✓ Análise da composição de diversas águas de mesa e compará-las quanto à salinidade total, acidez, dureza e componentes específicos (determinados iões, espécies químicas anfotéricas, pares conjugados de ácido-base) e relacionar a concentração de cada espécie com a respectiva solubilidade.
- ✓ Pesquisa sobre tratamento de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público) - <http://www.inag.pt/default.htm>
- ✓ Resolução de exercícios numéricos sobre equilíbrio de solubilidade.
- ✓ Visita de estudo a uma ETA ou ETAR.

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

Tendo em conta que se trata de uma extensão do módulo "Reacções Químicas. Equilíbrio Químico Homogéneo." a bibliografia e outros recursos recomendados já foram ali referidos.

## ANEXO 1

(Extensão E.Q3: Equilíbrio Químico Heterogéneo)

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

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

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

#### Objectos de ensino

- Indústria química: matérias-primas e suas transformações, produtos industriais e subprodutos
- Impacte ambiental das actividades industriais
- Indústria química e impacte sócio-económico na região e no país
- Laboração industrial e segurança
- Tratamento de resíduos
- Instalações industriais e laboração contínua
- Armazenamento e transporte de produtos

#### Objectivos de aprendizagem

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

#### Sugestões metodológicas

A visita a uma instalação industrial necessita de um trabalho de preparação, no qual os alunos deverão também ser envolvidos. A saída da escola para um ambiente totalmente novo e não isento de perigos deve ser cuidadosamente planificada (e previamente autorizada), mas pode ser extremamente enriquecedora para a formação dos alunos. Passar da representação esquemática ou descritiva dos livros para a observação directa de uma unidade industrial pode ser uma experiência

**Anexo 1** (Extensão E.Q3): Visita a uma instalação industrial

única para muitos alunos. Dada a distribuição geográfica das indústrias portuguesas, em particular das indústrias químicas, não é possível estabelecer a visita a uma delas em particular. Sugere-se, por isso, que se explorem quais as acessíveis e, de entre estas, as mais adequadas às finalidades da disciplina.

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

Sugerem-se cinco etapas, escalonadas no tempo:

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

## 1. Preparação e planeamento

### 1.1. Preparação do professor

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

### 1.2. Informação à Empresa

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

### 1.3. Preparação dos alunos

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

**Anexo 1** (Extensão E.Q3): Visita a uma instalação industrial

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

**1.4. Organização do questionário para orientação da visita**

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

**2. A visita**

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

**3. Actividades pós-visita**

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

**3.1. Relatório dos alunos**

O relatório deverá conter:

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

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

## MÓDULO Q4

### Equilíbrio Ácido-base

Duração de Referência: 18 horas

#### 1 | Apresentação

Através do tema organizador “Equilíbrio Ácido-base” pretende-se a abordagem das reacções de ácido-base (em equilíbrio ou não), já que a compreensão da química do ácido-base é necessária, não só para a Química, como para a Biologia, a Geologia e outras áreas disciplinares.

Os ácidos e as bases são tão vulgares nos produtos do nosso quotidiano como no laboratório, já que estão presentes em diferentes produtos como o vinagre, as bebidas gaseificadas, a aspirina, a vitamina C, o antiácido, como leite de magnésio ou os *Tums*, produtos de limpeza amoniacais e algumas lixívia.

Do mesmo modo, muitos processos biológicos e geológicos envolvem química de ácido-base, já que o suco gástrico contém ácido clorídrico, o ácido láctico ajuda à manutenção muscular, a basicidade do sangue deve manter-se dentro de certos limites estreitos para evitar a morte, a acidez/basicidade do solo e da água são importantes para o equilíbrio dos ecossistemas e, a formação de grutas e a solubilização de rochas são afectadas pela acidez da água.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função; seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental; 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; exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta; interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, discutindo os limites de validade dos resultados.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino neste módulo são os seguintes:

##### 1. Ácidos e bases na natureza: a chuva e a chuva ácida

- 1.1. A água da chuva e a água da chuva ácida: composição química e pH
- 1.2. A água destilada e a água pura

##### 2. Ácidos e bases de acordo com a teoria protónica de Brønsted-Lowry

- 2.1. Perspectiva histórica dos conceitos ácido e base
- 2.2. Produtos do quotidiano e os ácidos e bases segundo a teoria protónica (Brønsted-Lowry)

### 3. Ionização e dissociação

3.1. Reacções de ionização/dissociação

### 4. Auto-ionização da água

4.1. Constante de equilíbrio para a reacção de ionização da água: produto iónico da água –  $K_w$ .

4.2. Relação entre as concentrações de ião hidrónio e de ião hidroxilo: o pH e o pHO

### 5. Equilíbrio de ácido-base

5.1. Constante de acidez,  $K_a$ , e constante de basicidade,  $K_b$

5.2. Força relativa de ácidos e de bases

### 6. Comportamento ácido, básico ou neutro de algumas soluções de sais

6.1. Formação de sais por meio de reacções ácido-base; reacções de neutralização

6.2. Comportamento ácido-base de aniões e de catiões em solução aquosa

### 7. Indicadores de ácido-base e medição de pH

7.1. Indicadores colorimétricos de ácido-base

7.2. Aparelho medidor de pH; sensor de pH

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Ácidos e bases na natureza: a chuva e a chuva ácida

1.1. A água da chuva e a água da chuva ácida : composição química e pH

- Caracterizar a composição química média da água da chuva normal.
- Distinguir água de chuva “normal” de água de chuva ácida quanto ao valor de pH, tendo como referência pH=5,6 (limite mínimo do pH da água da chuva “normal”), à temperatura de 25 °C.
- Relacionar o valor 5,6 do pH da água da precipitação natural com a presença de dióxido de carbono na atmosfera.
- Relacionar o valor inferior a 5,6 do pH da água da chuva ácida com a presença, na atmosfera, de poluentes ( $SO_x$ ,  $NO_x$  e outros).
- Associar a maior parte das emissões de óxidos de enxofre e de azoto às emissões provenientes de centrais termoeléctricas e de indústrias que utilizam o gás natural, o fuel e o carvão.
- Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra.
- Explicitar o significado de escala Sørensen quanto às condições de definição e aos limites da sua aplicação.

1.2. A água destilada e a água pura

- Explicitar o significado de água “quimicamente” pura e confrontá-lo com o conceito de substância (pura).

- Explicitar o significado de água destilada e água bidestilada e confrontá-lo com o conceito de água “quimicamente” pura.

## 2. Ácidos e bases de acordo com a teoria protónica de Brønsted-Lowry

### 2.1. Perspectiva histórica dos conceitos ácido e base

- Explicar, segundo uma perspectiva histórica, as limitações dos diferentes conceitos de ácido e base.

### 2.2. Produtos do quotidiano e os ácidos e bases segundo a teoria protónica (Brønsted-Lowry)

- Interpretar os conceitos de ácido e de base segundo a teoria protónica de Brønsted-Lowry

## 3. Ionização e dissociação iónica

### 3.1. Reacções de ionização/dissociação

- Explicitar os significados de ionização (de ácidos e de algumas bases) e de dissociação (de um hidróxido e de um sal)
- Diferenciar reacção de ionização de “reacção” de dissociação
- Interpretar a estrutura de sais em termos das ligações químicas neles existentes

## 4. Auto-ionização da água

### 4.1. Constante de equilíbrio para a reacção de ionização da água: produto iónico da água – $K_w$ .

- Caracterizar o fenómeno da auto-ionização da água em termos da sua extensão e das espécies químicas envolvidas
- Estabelecer as relações existentes, qualitativas e quantitativas ( $K_w$ ), entre a concentração do ião hidrónio e a concentração do ião hidroxilo, resultantes da auto-ionização da água, para diferentes temperaturas
- Explicitar o efeito da variação da temperatura na auto-ionização da água e, consequentemente, no valor do pH com base na Lei de Le Châtelier
- Estabelecer, a partir do valor de  $K_w$  a uma determinada temperatura, a relação entre pH e pHO

### 4.2. Relação entre as concentrações de ião hidrónio e de ião hidroxilo: o pH e o pHO

- Reconhecer que uma solução é neutra, a qualquer temperatura, se a concentração do ião hidrónio for igual à concentração do ião hidroxilo
- Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH através da expressão matemática  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$
- Discutir, para uma solução e qualquer que seja o valor do pH, a acidez e alcalinidade relativas

## 5. Equilíbrio ácido-base

### 5.1 Constante de acidez, $K_a$ , e constante de basicidade, $K_b$ .

- Interpretar a reacção entre um ácido e uma base em termos de troca protónica.
- Interpretar, em termos de equilíbrio químico, a reacção de ionização de um ácido (ou de uma base).
- Estabelecer a relação entre ácido e base conjugada ou entre base e ácido conjugado e, conjuntamente, explicitar o conceito de par conjugado de ácido-base.
- Interpretar o significado de espécie química anfotérica e exemplificar.
- Identificar a natureza especial da água como substância anfotérica através da escrita da equação de equilíbrio para a reacção de auto-ionização da água.

### 5.2. Força relativa de ácidos e de bases

- Relacionar os valores das constantes de ionização ( $K_a$ ) de ácidos distintos com a extensão das respectivas ionizações.
- Associar o conceito de ácido forte e de base forte à extensão das respectivas reacções de ionização (ou dissociação) e ao valor muito elevado das respectivas constantes de acidez ou de basicidade
- Comparar a extensão da ionização de um ácido ( $K_a$ ) com a extensão da ionização da respectiva base conjugada ( $K_b$ ).
- Relacionar, para um dado par conjugado ácido-base, o valor das constantes  $K_a$  e  $K_b$ .
- Reconhecer a importância dos ácidos e das bases: na saúde (úlceras gástricas, ácido úrico, no ambiente (chuva ácida, efluentes industriais, correcção de solos), no fabrico de produtos de higiene e limpeza doméstica e industrial, na manipulação e conservação de alimentos e na indústria farmacêutica.
- Identificar alguns cuidados a ter no manuseamento e armazenamento de produtos do dia a dia que contêm ácidos e bases.
- Resolver exercícios numéricos de determinação do pH de soluções aquosas de ácidos fortes e fracos e de bases fortes e fracas.

## 6. Comportamento ácido, básico ou neutro de algumas soluções de sais

### 6.1. Formação de sais por meio de reacções ácido-base; reacções de neutralização

- Reconhecer um sal como o produto da reacção de um ácido com um hidróxido.
- Associar a designação de neutralização à reacção entre quantidades estequiométricas de um ácido forte e de uma base forte, porque originam uma solução neutra

### 6.2. Comportamento ácido-base de aniões e de catiões em solução aquosa

- Referir que os aniões conjugados de ácidos fracos têm comportamento alcalino em solução aquosa.

- Referir que a reacção química entre o anião e a água é uma reacção ácido-base, mas que se pode designar por hidrólise.
- Referir que os catiões de metais dos 1º e 2º grupos da T.P. são neutros.
- Exemplificar o comportamento ácido de alguns catiões metálicos, como  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , ...
- Resolver exercícios numéricos de determinação do pH de soluções aquosas de sais.

## 7. Indicadores de ácido-base e medição de pH

### 7.1. Indicadores colorimétricos de ácido-base

- Associar indicador ácido-base a um par conjugado ácido-base, em que as formas ácida e básica são responsáveis por cores diferentes (indicador colorimétrico)
- Interpretar a natureza reversível de um indicador de ácido-base com base na equação química do equilíbrio respectivo, e prever, a partir da lei de Le Châtelier, a alteração da cor do indicador por adição de ácido forte ou base forte
- Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de valores de pH em que se verifica a mudança da cor “ácida” para a cor “alcalina” ou a situação inversa
- Associar a cor adquirida por um indicador ácido-base numa solução aquosa à característica ácida, neutra ou alcalina da solução

### 7.2. Aparelho medidor de pH; sensor de pH

- Referir a utilização de medidores de pH ou de sensores de pH como instrumentos que medem, com rigor, o pH de uma solução

## 5 Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Pesquisa dos tratamentos de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público) - <http://www.inag.pt/default.htm>
- ✓ Pesquisa documental sobre a evolução da chuva ácida em Portugal
- ✓ Investigação da natureza ácida, básica ou neutra de alguns produtos do nosso quotidiano (artigos de higiene pessoal e de limpeza doméstica, produtos alimentares: leite, vinho, iogurtes, sumos, molho de tomate,...).
- ✓ Pesquisa da produção nacional e mundial de ácido sulfúrico, de ácido nítrico e de hidróxido de sódio e suas aplicações.
- ✓ Investigação do processo de fabrico de anti-ácidos e seu modo de actuação
- ✓ Resolução de exercícios numéricos onde se determinem e relacionem pH,  $\text{pH}_0$ ,  $\text{p}K_w$ ,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{HO}^-]$ .

- ✓ Realização das seguintes actividades experimentais:
  - Qual o efeito da temperatura no pH de uma água?
  - Como se poderá concluir se um ácido é forte ou fraco?
  - Como variará o valor do pH de uma água destilada por dissolução de CO<sub>2</sub>?

## 6 Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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.
- 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).
- 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.

### Endereços da Internet (activos em Julho de 2004)

- [http://www.pafko.com/history/h\\_intro.html](http://www.pafko.com/history/h_intro.html)  
(História da Engenharia Química)
- <http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>  
(A natureza dos ácidos e das bases)
- [http://br.dir.yahoo.com/Ciencia/Ecologia/Poluicao/Chuva\\_Acida/](http://br.dir.yahoo.com/Ciencia/Ecologia/Poluicao/Chuva_Acida/)  
(Chuva ácida)
- <http://www.discoveryportugues.com/water/feature6.shtml>  
(Contaminação da água)

## Extensão E.Q4

# Titulações Ácido-base

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

A presente extensão do módulo “Equilíbrio Ácido-base” desenvolve conhecimentos aprofundados sobre equilíbrio químico, nomeadamente em soluções tituladas.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função; seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental; 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; exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta; interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, discutindo os limites de validade dos resultados.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino neste módulo são os seguintes:

#### 1. Titulações ácido-base

- 1.1. Caracterização das volumetrias de ácido-base
- 1.2. Carácter ácido, básico ou neutro da solução titulada no ponto de equivalência
- 1.3. Indicadores ácido – base

### 4 | Objectivos de Aprendizagem

#### 1. Titulações ácido-base

##### 1.1. Caracterização das volumetrias de ácido-base

- Interpretar uma reacção entre um ácido forte e uma base forte.

##### 1.2. Carácter ácido, básico ou neutro da solução titulada no ponto de equivalência

- Associar o ponto de equivalência à situação em que a reacção química entre as duas soluções é completa e o ponto final de uma volumetria à situação em que se detecta experimentalmente uma variação brusca de uma propriedade física ou química da mistura reaccional.
- Reconhecer a dificuldade da determinação operacional do ponto de equivalência de uma volumetria, o que justifica o recurso à detecção do ponto final da volumetria.

- Referir alguns processos de detecção do “ponto final”: o aparecimento ou o desaparecimento de uma turvação, a mudança de coloração na solução ou a mudança de cor de uma substância intencionalmente adicionada designada por indicador.

### 1.3. Indicadores ácido – base

- Relacionar o ponto de equivalência de uma neutralização com a selecção do indicador.
- Associar indicador de ácido-base a um par conjugado ácido-base, em que as formas ácida e básica são responsáveis por cores diferentes.
- Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de pH em que se verifica a mudança de “cor ácida” para “cor alcalina” ou a situação inversa.
- Conhecer critérios de selecção de um indicador e aplicá-los em casos concretos para uma volumetria.
- Indicar alguns dos indicadores mais vulgarmente utilizados: a fenolftaleína, o azul de bromotimol e o alaranjado de metilo.

## **5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação**

- ✓ Realizar as seguintes actividades experimentais:
  - Neutralização: uma reacção de ácido-base
  - Como seleccionar o melhor indicador para uma titulação?

## **6 | Bibliografia / Outros Recursos**

Tendo em conta que se trata de uma extensão do módulo “ Equilíbrio Ácido-base” a bibliografia e outros recursos recomendados já foram ali referidos.

## MÓDULO Q5

### Equilíbrio de Oxidação-redução

Duração de Referência: 18 horas

#### 1 | Apresentação

O tema organizador deste módulo, “Equilíbrio de Oxidação-Redução”, pretende abordar as reacções de oxidação-redução com uma certa profundidade, já que a sua compreensão é necessária para a interpretação dos fenómenos que nos mantêm vivos, que ocorrem no quotidiano, na natureza e na indústria.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: escrever e acertar equações de oxidação-redução; interpretar a transferência de electrões que ocorre; utilizar a série electroquímica na previsão da espontaneidade de reacções de oxidação-redução; mobilizar conhecimentos no reconhecimento e na interpretação de fenómenos de oxidação-redução que ocorrem no dia a dia.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### 1. Reacções de oxidação-redução

- 1.1. Perspectiva histórica dos conceitos de oxidação e redução
- 1.2. Estados de oxidação e Tabela Periódica
- 1.3. Regras para a determinação dos números de oxidação
- 1.4. Espécie oxidada ou redutor e espécie reduzida ou oxidante
- 1.5. Semi-reacção de oxidação e semi-reacção de redução
- 1.6. Escrita e acerto de equações de oxidação-redução
- 1.7. Pares conjugados de oxidação-redução
- 1.8. Reacções de dismutação

##### 2. A competição pela transferência de electrões

- 2.1. Forças relativas de oxidantes e de redutores: poder oxidante e poder redutor
- 2.2. Série electroquímica
- 2.3. Constante de equilíbrio de reacções de oxidação-redução: extensão da reacção

##### 3. As reacções de oxidação-redução na natureza, no quotidiano e na indústria

- 3.1. O metabolismo, a fotossíntese e a respiração como processos biológicos naturais de oxidação-redução

- 3.2. A importância das reacções de oxidação – redução em situações do quotidiano: a corrosão, a foto-oxidação, os tratamentos físico-químicos de águas e os agentes branqueadores em diversas indústrias
- 3.3. Extração de metais a partir dos respectivos minérios

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Reacções de oxidação-redução

#### 1.1. Perspectiva histórica dos conceitos de oxidação-redução

- Situar, cronologicamente, a evolução conceptual dos termos oxidação e redução

#### 1.2. Estados de oxidação e Tabela periódica

- Interpretar uma reacção de oxidação-redução simples (metal+catião metálico), em termos de transferência de electrões
- Reconhecer que a oxidação envolve a cedência de electrões e que a redução envolve o ganho de electrões
- Atribuir estados de oxidação aos elementos, em substâncias simples e compostas, a partir do “número de oxidação”
- Associar o “número de oxidação” de um elemento constituinte de um ião monoatómico ao valor da carga eléctrica do mesmo
- Associar “número de oxidação” de um elemento, num dado estado, à carga que um átomo desse elemento adquiriria se os electrões, em cada ligação covalente, fossem atribuídos, aos átomos mais electronegativos
- Associar o número de oxidação **0** (zero) aos elementos quando constituintes de substâncias elementares e um número diferente de zero quando constituinte de substâncias compostas
- Identificar os números de oxidação dos elementos hidrogénio, oxigénio, metais dos grupos 1 e 2 da Tabela Periódica

#### 1.3 Regras para a determinação dos números de oxidação

- Aplicar regras na determinação de números de oxidação, nomeadamente o princípio da electroneutralidade.
- Enumerar alguns elementos que podem apresentar diferentes estados de oxidação: Fe, Cu, Mn, Cr, Ni,...

#### 1.4. Espécie oxidada ou redutor e espécie reduzida ou oxidante

- Identificar, numa reacção de oxidação – redução, a espécie oxidada e a espécie reduzida
- Associar espécie reduzida ou oxidante como aquela que diminui o seu número de oxidação e espécie oxidada ou redutor como a que aumenta o seu número de oxidação numa reacção de oxidação-redução

### 1.5. Semi-reacção de oxidação e semi-equação de redução

- Identificar, numa equação de oxidação – redução, a semi-equação de oxidação e a semi-equação de redução

### 1.6. Escrita e acerto de equações de oxidação-redução

- Reconhecer que, no acerto de equações de oxidação-redução, o número total de electrões cedidos na oxidação tem de ser igual ao número total de electrões aceites na redução
- Acertar equações de oxidação-redução, em meio ácido e em meio alcalino pelo “método misto”

### 1.7. Pares conjugados de oxidação-redução

- Identificar numa reacção de oxidação-redução os pares conjugados oxidação-redução

### 1.8. Reacção de dismutação

- Associar dismutação a uma reacção de oxidação – redução em que o mesmo elemento é simultaneamente o oxidante e o redutor
- Reconhecer que algumas espécies químicas podem comportar-se como espécie oxidada ou como espécie reduzida consoante a outra espécie com quem reage

## 2. A competição pela transferência de electrões

### 2.1. Forças relativas de oxidantes e de redutores: poder oxidante e poder redutor

- Associar a reactividade de espécies químicas ao poder redutor/oxidante como a capacidade observada de se oxidar/reduzir
- Reconhecer que os metais apresentam reactividades diferentes quando reagem com a maior parte das soluções de ácidos diluídos

### 2.2. Série electroquímica

- Estabelecer uma série de oxidação-redução qualitativa ou série electroquímica a partir da comparação da reactividade de metais com catiões de outros metais
- Estabelecer séries electroquímicas a partir da comparação da reactividade dos halogéneos com soluções de halogenetos
- Reconhecer que quanto mais forte é um oxidante mais fraco é o redutor conjugado, ou quanto mais fraco é um oxidante, mais fraco é o redutor conjugado
- Prever, para dois pares óxido-redutores conjugados e a partir da série electroquímica, o oxidante mais forte e o sentido espontâneo da reacção de oxidação-redução

### 2.3. Constante de equilíbrio de reacções de oxidação-redução: extensão da reacção

- Escrever a expressão matemática que traduz a constante de equilíbrio  $K_e$ , em reacções de oxidação-redução

- Relacionar a extensão de uma reacção de oxidação-redução com os valores de  $K_e$  dessa reacção de modo que a valores muito elevados correspondam reacções muito extensas no sentido considerado

### 3. As reacções de oxidação-redução na natureza, no quotidiano e na indústria

#### 3.1. O metabolismo, a fotossíntese e a respiração como processos biológicos naturais de oxidação-redução

- Interpretar o metabolismo, a fotossíntese e a respiração como processos biológicos naturais de oxidação-redução

#### 3.2. A importância das reacções de oxidação-redução

- Salientar a importância da oxidação-redução na saúde como a acção do oxigénio e de outros agentes oxidantes nos processos vitais (envelhecimento das células, trocas gasosas na respiração, entre outras)
- Salientar a importância da oxidação-redução no ambiente como a formação de  $\text{CO}_2$  nas combustões e a oxidação da maioria dos metais
- Identificar a corrosão como um processo natural de oxidação de um metal

#### 3.3. Extracção de metais a partir dos respectivos minérios

- Evidenciar a importância da oxidação-redução em alguns processos industriais como a obtenção de metais como o ferro, zinco, cobre, ou outros, a partir dos respectivos minérios.

## 5 Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Resolver exercícios para a determinação de números de oxidação
- ✓ Identificar, em diferentes exemplos, as reacções de oxidação-redução, a partir da determinação de números de oxidação
- ✓ Acertar esquemas que possam representar processos de oxidação-redução
- ✓ Pesquisar, em livros, em revistas da especialidade, na Internet, e noutros meios ao dispor:
  - o mecanismo das lentes “foto-gray”;
  - a acção dos agentes branqueadores;
  - as reacções de oxidação-redução no metabolismo, na respiração, na fotossíntese;
  - o mecanismo da corrosão, nomeadamente em peças de ferro;
- ✓ Realizar as seguintes actividades práctico-laboratoriais:
  - Verificação da existência de diferentes estados de oxidação para um mesmo elemento (cromo, manganês, ...)
  - Organização de uma série electroquímica qualitativa, utilizando a técnica da microscala

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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.
- Burton, G., Holman, J., Pillin, G., Waddington, D. (1994). *Salter's 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).
- 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.

### Endereços da Internet (activos em Dezembro de 2004)

- [http://www.pafko.com/history/h\\_intro.html](http://www.pafko.com/history/h_intro.html)  
(História da Engenharia Química)
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/CCA/CCA0/MOVIES/MAGCO2.html>  
(Reacção do magnésio com o dióxido de carbono)
- <http://www.crescent.edu.sg/crezlab/Webpages/Redox1.htm>  
(Reacções de oxidação-redução)
- <http://www.vtt.fi/bel/mib/envir/biodeg.htm>  
(Biodegradação)
- <http://sdahq.org/house/fact/houseclean5.html>  
(Produtos de limpeza de uso doméstico)
- <http://www.wfu.edu/~ylwong/redox/>  
(Endereço sobre oxidação-redução)

## Extensão E.Q5

### Electroquímica

Duração de Referência: 12 horas

#### 1 | Apresentação

Através do tema organizador desta extensão, “Electroquímica”, pretende-se a abordagem da aplicação das reacções de oxidação-redução em duas vertentes: a produção de corrente eléctrica em células voltaicas e nas modernas células recarregáveis e de combustível. Ainda, numa outra vertente, pretende-se interpretar a electrólise como uma reacção de oxidação provocada, bem como os processos industriais/naturais em que ocorre uma electrólise.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: interpretar o funcionamento de uma célula voltaica; utilizar a série electroquímica de potenciais-padrão na previsão da espontaneidade de uma reacção de oxidação-redução e na construção de uma célula electroquímica com determinado potencial; interpretar uma reacção electrolítica; reconhecer e interpretar fenómenos de oxidação-redução que ocorrem à sua volta, tanto a nível natural como industrial.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

##### 1. Células electroquímicas

- 1.1. Perspectiva histórica
- 1.2. Constituição de um elemento de pilha
- 1.3. Reacções de eléctrodo e representação esquemática do elemento de pilha
- 1.4. Eléctrodo padrão de hidrogénio
- 1.5. Potencial padrão de eléctrodo
- 1.6. Força electromotriz de um elemento de pilha
- 1.7. Tabela de potenciais padrão de eléctrodo
- 1.8. Células de combustível
- 1.9. Corrosão e sua prevenção

##### 2. Electrólise

- 2.1 Reacções de oxidação-redução provocadas por uma corrente eléctrica
- 2.2 Electrólise de sais em fusão
- 2.3 Electrólise de soluções aquosas
- 2.4 Aplicações industriais da electrólise
- 2.5 Lei de Faraday para a electrólise

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Células electroquímicas

#### 1.1. Perspectiva histórica

- Situar, cronologicamente, a construção das primeiras “pilhas”: de Volta, de Galvani e de Daniell
- Associar Electroquímica ao ramo da Química que investiga reacções espontâneas de oxidação-redução com a finalidade de produzir uma corrente eléctrica e o uso de corrente eléctrica para provocar reacções não espontâneas de oxidação-redução

#### 1.2. Constituição de um elemento de pilha

- Identificar os principais componentes de uma célula electroquímica: eléctrodos, soluções de electrólitos, e ponte salina

#### 1.3. Reacções de eléctrodo e representação esquemática do elemento de pilha

- Reconhecer que numa célula electroquímica ocorre uma reacção de oxidação-redução, mas com os reagentes separados
- Identificar o cátodo como o eléctrodo onde ocorre a semi-reacção de redução e o ânodo como o eléctrodo onde ocorre a semi-reacção de oxidação
- Descrever o sentido do fluxo de electrões no circuito que liga os dois eléctrodos e o sentido do fluxo dos iões nos electrólitos e na ponte salina
- Interpretar que numa célula electroquímica se produz uma corrente eléctrica, ou seja, que há produção de energia eléctrica à custa de reacções de oxidação-redução
- Associar o sentido da corrente eléctrica ao sentido contrário ao dos electrões no circuito que liga os dois eléctrodos
- Identificar os componentes de uma célula electroquímica a partir da sua representação esquemática

#### 1.4. Eléctrodo padrão de hidrogénio

- Identificar o eléctrodo de hidrogénio como o padrão de comparação de potenciais padrão
- Associar o valor zero Volt ao potencial do eléctrodo padrão de hidrogénio (atribuído por convenção)

#### 1.5. Potencial padrão de eléctrodo

- Reconhecer a impossibilidade de se medirem os valores absolutos dos potenciais de eléctrodos mas, apenas, a possibilidade de se medir a diferença de potencial entre eléctrodos
- Relacionar o potencial padrão de eléctrodo ( $E^{\circ}$ ) com a d.d.p. medida em relação ao eléctrodo padrão de hidrogénio, quando as soluções dos electrólitos apresentam concentração  $1\text{ mol dm}^{-3}$  e os gases uma pressão de  $1 \times 10^5\text{ Pa}$

- Interpretar o sinal (positivo ou negativo) para os potenciais padrão de eléctrodo em termos de “poder” oxidante/redutor relativo ao do eléctrodo padrão de hidrogénio
- Associar os conceitos de semi-pilha e de potencial padrão de eléctrodo

#### 1.6. Força electromotriz de um elemento de pilha

- Associar força electromotriz de uma pilha (f.e.m.) à diferença de potencial (d.d.p.) entre os seus eléctrodos em circuito aberto (quando não passa corrente)

#### 1.7. Tabela de potenciais padrão de eléctrodo

- Interpretar a ordenação da série electroquímica em termos de potenciais padrão de eléctrodo
- Inferir, para uma determinada reacção de oxidação-redução, o sentido em que é maior a extensão, por comparação com os potenciais padrão de eléctrodo
- Seleccionar, a partir da tabela de potenciais padrão de eléctrodo, os componentes adequados para a construção de uma determinada célula electroquímica

#### 1.8. Células de combustível

- Caracterizar uma célula de combustível em termos da reacção electroquímica que ocorre, semelhante a uma reacção de combustão
- Associar o elevado rendimento de uma célula de combustível relativamente à queima do mesmo combustível, com a redução das perdas de calor para a exterior

#### 1.9. Corrosão e sua prevenção

- Interpretar a corrosão como um processo electroquímico com elevados custos ambientais e de manutenção de equipamentos
- Identificar os processos mais vulgares para evitar a corrosão como a galvanização, a protecção catódica e o ânodo de sacrifício e as suas principais aplicações tais como a protecção de oleodutos ou de cascos de navios

## 2. Electrólise

#### 2.1. Reacções de oxidação-redução provocadas por uma corrente eléctrica

- Interpretar a electrólise como um processo em que se utiliza a energia eléctrica de uma fonte exterior, para provocar uma reacção de oxidação-redução (reacção não espontânea)
- Identificar o cátodo como o eléctrodo negativo onde ocorre a semi-reacção de redução e o ânodo como o eléctrodo positivo onde ocorre a semi-reacção de oxidação

#### 2.2. Electrólise de sais em fusão

- Identificar a electrólise do cloreto de sódio fundido como o processo mais comum de obtenção de sódio metálico
- Interpretar a obtenção industrial do alumínio por electrólise da bauxite (minério de alumínio –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) fundida e dissolvida em criolite ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )

### 2.3. Electrólise de soluções aquosas

- Interpretar a electrólise de soluções aquosas, com eléctrodos inertes, como um processo em que, existindo na solução mais do que uma espécie a ser reduzida, apenas a que apresentar maior potencial-padrão será preferencialmente reduzida; o mesmo princípio para a oxidação

### 2.4. Aplicações industriais da electrólise

- Identificar a deposição electrolítica de metais como um processo industrial de revestimento de peças metálicas por metais de maior resistência e melhor aspecto, como por exemplo, zincagem e niquelagem.
- Interpretar a anodização do alumínio como um processo electrolítico em que o ânodo é a peça de alumínio, sobre a qual se forma uma fina camada de óxido de alumínio que confere uma protecção elevada à peça

### 2.5. Lei de Faraday para a electrólise

- Interpretar a lei de Faraday para a electrólise

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Pesquisar sobre a evolução histórica das células electroquímicas
- ✓ Pesquisar sobre células comerciais
- ✓ Realizar um relatório sobre o processo de funcionamento de uma bateria de um automóvel, incluindo o processo da sua recarga.
- ✓ Realizar as seguintes actividades prático-laboratoriais:
- ✓ Protecção de um metal: niquelagem de uma placa de cobre
- ✓ Electrólise da água

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

Tendo em conta que se trata de uma extensão do módulo “Equilíbrio de Oxidação-redução”, a bibliografia recomendada já foi ali referida.

### Endereços da Internet (activos em Dezembro de 2004)

- <http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/electrochem.html>  
(Electroquímica)
- <http://members.aol.com/logan20/electchm.html>  
(Electroquímica)
- <http://www.allaboutbatteries.com/history-of-batteries.html>  
(História das células electroquímicas)
- <http://gaia.floyd.edu/tutor/electroc.htm>  
(Endereço com assuntos diversificados)

## MÓDULO Q6

# Estado Físico das Substâncias e Interações Moleculares. Estado Gasoso.

Duração de Referência: **18 horas**

### **1 | Apresentação**

Este módulo divide-se em duas partes principais: a primeira, relativa ao estado físico das substâncias e interações moleculares, onde se procura interpretar a relação entre o estado físico de alguns materiais e a intensidade das interações moleculares nesses mesmos materiais e a segunda, em que se procura interpretar o comportamento dos gases considerados ideais.

### **2 | Competências Visadas**

O aluno deve ser capaz de: concluir acerca da polaridade de algumas moléculas a partir das fórmulas estereoquímicas; inferir quais as interações moleculares predominantes que explicam algumas propriedades físicas das substâncias; interpretar o comportamento dos gases considerados ideais ou reais; aplicar a lei dos gases ideais.

### **3 | Âmbito dos Conteúdos**

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

#### **1. Interações Moleculares**

- 1.1. O que são e como se caracterizam
- 1.2. Tipos de interações "moleculares"
- 1.3 Interações moleculares e estados físicos da matéria

#### **2. Estado Gasoso**

- 2.1. Variáveis de estado: pressão, temperatura, volume e quantidade de substância
- 2.2. A equação de estado dos gases ideais
- 2.3. Gases ideais *versus* gases reais
- 2.4. Misturas de gases ideais: Lei de Dalton ou lei das pressões parciais

### **4 | Objectivos de Aprendizagem**

#### **1. Interações Moleculares**

- 1.1. O que são e como se caracterizam
  - Distinguir entre interações "intermoleculares" e "intramoleculares"
  - Associar interacção molecular às interações atractivas/repulsivas de van der Waals de natureza electrostática, que se estabelece entre moléculas vizinhas em sólidos líquidos e gases

**Módulo Q6:** Estado Físico das Substâncias e Interações Moleculares. Estado Gasoso

- Caracterizar os três tipos de interações de van der Waals: interações de London (de dispersão), atrações dipolo permanente - dipolo permanente e dipolo permanente - dipolo induzido
- Referir que a intensidade das ações intramoleculares é muito superior à das ações intermoleculares

**1.2. Tipos de ações intermoleculares**

- Interpretar as interações entre um ião e uma molécula polar e que são do tipo ião-dipolo
- Referir a hidratação como um exemplo de uma interação do tipo ião-dipolo
- Interpretar as interações entre moléculas polares e que são do tipo dipolo-dipolo
- Interpretar a ligação de hidrogénio (ou ponte de hidrogénio) como um caso especial de interação dipolo-dipolo que se estabelece entre uma molécula que possui um átomo de hidrogénio ligado a um átomo fortemente electronegativo, como O, N, F, pertencente a uma outra molécula
- Interpretar as atrações ião-dipolo, dipolo permanente-dipolo induzido
- Interpretar as interações entre moléculas apolares, designadas por forças de dispersão de London, ou forças dipolo instantâneo-dipolo induzido
- Seriar as intensidades das diferentes interações intermoleculares e das interações ião-ião, comparando-as com a intensidade da ligação covalente, em casos concretos
- Referir que a intensidade das forças de London depende do número de electrões existentes na molécula, do tamanho da molécula e da respectiva forma

**1.3. As ações intermoleculares e os estados físicos da matéria**

- Associar à intensidade das ações intermoleculares a existência de materiais no estado sólido, líquido e gasoso
- Interpretar a variação de algumas propriedades físicas dos alcanos, como o estado e os pontos de ebulição e de fusão, como função do tamanho e da forma das moléculas que os constituem e da intensidade das ações intermoleculares que ocorrem
- Interpretar o estado físico das substâncias flúor, cloro, bromo e iodo, em termos da intensidade das forças de London.
- Relacionar algumas propriedades físicas das substâncias como ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade em água ou noutros solventes, como resultado da intensidade das ações intermoleculares.

**2. Estado Gasoso****2.1. Variáveis de estado: pressão, temperatura, volume e quantidade de substância**

- Concluir que, para interpretar o comportamento dos gases, é necessário saber como se relacionam as quatro variáveis pressão (P), volume (V), temperatura (T) e quantidade de substância (n)

**Módulo Q6:** Estado Físico das Substâncias e Interações Moleculares. Estado Gasoso

- Identificar a unidade de pressão do SI, o pascal (Pa) e outras unidades de uso corrente como o torr (Torr), a atmosfera (atm) e o bar (bar)
- Identificar a unidade SI de temperatura, o Kelvin (K) e outras unidades correntes como grau Celsius e o grau Fahrenheit

**2.2.** A equação de estado dos gases ideais

- Explicitar o significado da lei dos gases ideais (equação de estado dos gases ideais)  $PV = nRT$
- Reconhecer que, nas condições padrão de pressão e temperatura, o volume molar determinado pela equação dos gases ideais é de  $24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  e nas condições normais é de  $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$
- Reconhecer o interesse histórico dos contributos do trabalho experimental de Robert Boyle e de Mariotte, de Jacques A. C. Charles e de Joseph Louis Gay-Lussac para a interpretação do comportamento dos gases

**2.3.** Gases ideais *versus* gases reais

- Associar o conceito de gás ideal ao gás que obedece estritamente à relação  $PV = nRT$  e de gás real ao gás que, não obedecendo estritamente àquela relação, se aproxima de um gás ideal à medida que a pressão baixa ou a temperatura aumenta
- Reconhecer o interesse da equação de estado dos gases ideais para a determinação da massa molar de um gás, um contributo para a sua identificação
- Discutir que, apesar das grandes diferenças nas propriedades químicas, os gases obedecem de uma maneira geral ao mesmo conjunto de propriedades físicas determinadas pela relação  $PV = nRT$
- Reconhecer que nos estados condensados da matéria (líquido e sólido) é impossível desprezar, como se faz nos gases, o tamanho relativo das unidades estruturais e a interação entre estas partículas, com vista à determinação das suas propriedades
- Reconhecer que numa mistura gasosa cada um dos constituintes exerce uma pressão designada por pressão parcial, correspondente à pressão que o gás exerceria se estivesse sozinho no contentor - lei de Dalton
- Referir que a pressão total  $P$  de uma mistura gasosa é igual à soma das pressões parciais de cada componente

## 5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Resolver exercícios numéricos
- ✓ Resolver problemas onde se enfatize o estado físico e as interações moleculares.
- ✓ Pesquisar a importância de alguns gases da atmosfera no equilíbrio do ambiente.
- ✓ Pesquisar situações do quotidiano onde se utilizem gases.
- ✓ Pesquisar a evolução da equação de estado dos gases ideais  $PV = nRT$

- ✓ Realizar as seguintes actividades prático-laboratoriais:
  - Verificar, experimentalmente, a lei de Boyle-Mariotte  $PV = \text{const}$ , para uma certa quantidade de gás a temperatura constante, usando um sensor de pressão.
  - Controlo de variáveis – seguir o protocolo previsto no endereço:  
<http://www.fcps.k12.va.us/LakeBraddockSS/highschool/science/moran/gaslab.htm>

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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.
- 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).
- 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.

### Endereços da Internet (activos em Dezembro de 2004)

- <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/Animation/frglab.html>  
(Gases ideais)
- <http://www.sparknotes.com/chemistry/gases/ideal/section1.html>  
(Leis dos gases ideais)
- <http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/intermol/intermol.html>  
(Forças intermoleculares)
- <http://wine1.sb.fsu.edu/chm1045/notes/Forces/intermol/Forces02.htm>  
(Forças intermoleculares)
- <http://www.chem.unsw.edu.au/UGNotes/hainesIMF/contents.html>  
(Forças intermoleculares)

## MÓDULO Q7

### Compostos Orgânicos. Reacções Químicas.

Duração de Referência: 18 horas

#### 1 | Apresentação

Através do tema organizador deste módulo, “Compostos Orgânicos. Reacções Químicas”, procura dar-se uma relevância especial à identificação de compostos orgânicos simples, quer pelo nome IUPAC, quer pelas fórmulas químicas - empírica, molecular, de estrutura e estereoquímica, bem como às reacções características em que eles tomam parte.

#### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: identificar e seleccionar material e equipamento de laboratório tendo em conta a sua utilização/função; manipular com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento; recolher, registar, organizar e analisar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica; discutir limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados.

#### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, neste módulo, são os seguintes:

##### 1. Compostos Orgânicos

1.1. O mundo dos compostos orgânicos: importância dos compostos orgânicos na sociedade

1.2. Hidrocarbonetos alifáticos (alcanos, alcenos, alcinos, cíclicos) e aromáticos: nomenclatura e isomeria

1.3. Outros compostos orgânicos

- Classes funcionais e grupos característicos
- Nomenclatura e isomeria
- Fórmulas empíricas, fórmulas moleculares, fórmulas de estrutura e fórmulas estereoquímicas - significado e sua determinação

##### 2. Reacções dos compostos orgânicos

2.1. Combustão (oxidação-redução)

2.2 Adição a compostos insaturados: hidrogenação, halogenação e hidratação

2.3 Esterificação

2.4 Hidrólise

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Compostos orgânicos

#### 1.1. O mundo dos compostos orgânicos: importância dos compostos orgânicos na sociedade

- Associar “Química Orgânica ou Química do Carbono” à Ciência que estuda os compostos (alguns milhões) em cuja composição existem, essencialmente, os elementos carbono e hidrogénio
- Reconhecer a importância dos compostos de carbono nos domínios biológico, industrial, alimentar, do ambiente, da saúde, entre outros

#### 1.2. Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos

- Concluir que estes compostos apresentam algumas semelhanças, o que torna possível agrupá-los em famílias
- Usar as regras de nomenclatura da IUPAC (1993) para compostos orgânicos, para atribuir nomes e escrever as fórmulas de estrutura de alguns hidrocarbonetos alifáticos e de alguns hidrocarbonetos aromáticos
- Identificar um composto orgânico a partir da determinação da sua composição qualitativa (testes específicos)
- Concluir que em termos quantitativos se determina inicialmente a fórmula empírica, e só o conhecimento da massa molar permite chegar à fórmula molecular
- Resolver exercícios numéricos que, a partir de dados experimentais fornecidos, permitam escrever as fórmulas empíricas e moleculares de alguns compostos
- Reconhecer que o conhecimento da fórmula molecular não é suficiente para identificar a substância, porque à mesma fórmula molecular podem corresponder várias fórmulas de estrutura e, portanto, compostos diferentes
- Associar o conceito de isómero a compostos com diferentes identidades, com a mesma fórmula molecular, com diferente fórmula de estrutura ou estereoquímica e diferentes propriedades físicas e/ou químicas
- Distinguir isomeria constitucional de estereoisomeria
- Distinguir, na isomeria constitucional, os três tipos de isomeria: de cadeia, de posição e de grupo funcional
- Interpretar a existência de isomeria de cadeia e de isomeria de posição nos diferentes hidrocarbonetos
- Interpretar a existência de estereoisomeria cis-trans em alcenos

#### 1.3. Outros compostos orgânicos

- Associar a cada classe funcional (aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres e aminas) o seu grupo característico

**Módulo Q7:** *Compostos Orgânicos. Reacções Químicas.*

- Usar as regras de nomenclatura da IUPAC (1993), para atribuir nomes e escrever as fórmulas de estrutura de álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e derivados halogenados de hidrocarbonetos
- Interpretar a isomeria de posição em diferentes tipos de compostos
- Reconhecer a existência de isomeria de grupo funcional entre álcoois e éteres, entre aldeídos e cetonas e entre ácidos carboxílicos e ésteres.

**2. Reacções dos compostos orgânicos****2.1. Combustão (oxidação-redução)**

- Interpretar a combustão de compostos orgânicos como uma reacção de oxidação-redução responsável pela produção da maior parte da energia consumida pela humanidade

**2.2. Adição a compostos insaturados: hidrogenação, halogenação e hidratação**

- Interpretar uma reacção de adição a compostos etilénicos ou acetilénicos como a introdução de novos átomos na molécula considerada, após ruptura da ligação múltipla
- Identificar alguns exemplos de reacções de adição como a hidrogenação, a halogenação e a hidratação

**2.3. Esterificação**

- Associar esterificação à reacção entre um ácido carboxílico e um álcool, com formação de um éster e de água

**2.4. Hidrólise**

- Associar hidrólise de ésteres à reacção entre um éster e água, com produção de um ácido e de um álcool
- Associar saponificação à hidrólise de ésteres de ácidos gordos, (catalisada por hidróxidos) e produzindo sabões.

**5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação**

- ✓ Construir modelos moleculares, com os materiais das caixas de modelos, para investigar:
  - estrutura de alguns hidrocarbonetos
  - estruturas de isómeros constitucionais e estereoquímicos
- ✓ Atribuir nomes aos diferentes compostos a partir dos modelos
- ✓ Resolver exercícios de aplicação das regras de nomenclatura para compostos orgânicos
- ✓ Realizar as seguintes actividades prático-laboratoriais:
  - Identificação de carbono e hidrogénio num hidrocarboneto (naftaleno)
  - Síntese do acetileno e verificação de algumas propriedades físicas e químicas (ensaio em microescala)

## Módulo Q7: Compostos Orgânicos. Reacções Químicas.

- Preparação e identificação do etanal (aldeído acético)
- Verificação das propriedades redutoras do aldeído em relação ao licor de Fehling e ao reagente de Tollens
- Síntese e identificação de um éster.

## 6 Bibliografia / Outros Recursos

- Burton, G., Holman, J., Pillin, G., Waddington, D. (1994). *Salter's 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).
- Campos Luís S., Mourato, Miguel (2002) *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos*, 2ª edição, Escolar Editora, Lisboa  
Livro de consulta onde se indicam as alterações propostas pela IUPAC em 1993 às regras de nomenclatura de 1979
- Heasley, Victor, Christensen, Val J., Heasley, Gene E. (1979) *Chemistry and Life in the Laboratory*, Minesota, USA: Burgess Publishing Company
- IUPAC Organic Chemistry Division (2002). *Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos segundo as recomendações de 1993*, Lisboa: Lidel - edições técnicas Lda.  
Livro de consulta, onde se encontram normas para nomes e simbologia de grandezas e unidades em Química – Física. Para todas as Unidades.
- Schore, Neil E., Vollhardt, K. Peter (1994) *Organic Chemistry*, 2ª Edição, New York: W. H. Freeman and Company,
- Schore, Neil E. (1994) *Study guide for Organic Chemistry*, 2ª Edição, New York: W. H. Freeman and Company.

### Endereços da Internet (activos em Dezembro de 2004)

- <http://members.tripod.com/~EppE/orgtable.htm>
- Química orgânica
- <http://gopher.chem.uic.edu/organic/organic.html>
- Exercícios de nomenclatura orgânica
- <http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/intro1.htm>
- Endereço completo sobre química orgânica

## Extensão E1.Q7

# Polímeros e Materiais Poliméricos

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

Através do tema organizador desta extensão, “Polímeros e Materiais Poliméricos”, procura-se salientar o papel de destaque que os plásticos detêm na sociedade, a composição diversificada dos polímeros que lhes conferem propriedades particulares e as diferentes origens possíveis para os plásticos.

Propõe-se, assim, neste módulo, a interpretação da estrutura química dos polímeros e, particularmente, dos plásticos, para se perceber a razão de tão úteis propriedades. Propõe-se, também, uma abordagem aos aspectos ambientais inerentes à sua utilização - a reciclagem, a destruição dos seus resíduos, as suas possíveis bio e fotodegradabilidade, a solubilidade em água e, ainda, os aspectos económicos relacionados com o seu uso.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: compreender a importância dos compostos orgânicos e nomeadamente a importância dos plásticos na vida actual; interpretar a composição de um polímero; interpretar as reacções de adição e de condensação em função dos monómeros e dos polímeros obtidos; interpretar as diferentes propriedades dos polímeros em função da sua estrutura química.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

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

- 1.1. Marcos históricos da indústria dos polímeros
- 1.2. Plásticos, ambiente e desenvolvimento económico - A reciclagem de plásticos

#### 2. Os plásticos e os materiais poliméricos

- 2.1. O que são polímeros
- 2.2. Polímeros naturais, artificiais e sintéticos
- 2.3. Polímeros biodegradáveis, fotodegradáveis e solúveis em água
- 2.4. Macromolécula e cadeia polimérica
- 2.5. O que são materiais plásticos
- 2.6. Termoplásticos e plásticos termofixos
- 2.7. A identificação de plásticos pelos códigos
- 2.8. Testes físico-químicos para a identificação de plásticos
- 2.9.

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

- 3.1. Como se preparam os polímeros sintéticos: monómeros e reacções de polimerização
- 3.2. Homopolímeros e co-polímeros
- 3.3. Polímeros de adição e polímeros de condensação:
  - Síntese de polímeros
  - Grau de polimerização e massa molecular relativa média
  - Família de polímeros e marcas registadas

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

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

#### 1.1. Marcos históricos da indústria dos polímeros

- Reconhecer a importância dos plásticos na alteração do estilo de vida das sociedades: pelo baixo preço, pelos diferentes *designs* e pelos variados campos de utilização industrial (têxteis, construção, transportes, farmacêutica, mobiliário, embalagens, electrodomésticos, comunicações,...)
- Identificar contextos da vida diária onde se utilizam materiais plásticos
- Caracterizar situações tornadas possíveis pelo uso de plásticos (saúde, habitação, alimentação, transportes, agricultura, lazer, entre outros)

#### 1.2. Plásticos, ambiente e desenvolvimento económico

- Conhecer alguns marcos importantes da história dos polímeros
- Relacionar o fim da 2ª Guerra Mundial com o auge do desenvolvimento da indústria dos plásticos
- Confrontar vantagens e desvantagens da utilização dos plásticos em relação a outros materiais: durabilidade, custo, higiene e segurança, *design* e poluição
- Discutir a dependência do petróleo que a indústria dos polímeros sintéticos apresenta, como matéria-prima primeira para o fabrico dos monómeros
- Caracterizar um processo de reciclagem como aquele onde se obtém material de objectos usados com a finalidade de produzir novos objectos para o mesmo ou outros usos.

### 2. Os plásticos e os materiais poliméricos

#### 2.1. O que são polímeros

- Caracterizar um polímero como uma “substância” representada por macromoléculas.

#### 2.2. Polímeros naturais, artificiais e sintéticos

- Caracterizar um polímero como natural quando a macromolécula correspondente existe em materiais naturais e, portanto, pode ser extraída deles

- Caracterizar um polímero como artificial quando ele é obtido a partir de um polímero natural, por reacção química
- Caracterizar um polímero como sintético quando ele é obtido por reacção de síntese a partir de materiais não poliméricos, os monómeros

### 2.3 Polímeros biodegradáveis, fotodegradáveis e solúveis em água

- Distinguir polímeros biodegradáveis de polímeros fotodegradáveis e de polímeros solúveis em água
- Discutir problemas derivados do impacto ambiental da produção, uso e eliminação dos plásticos e formas de os superar (plásticos foto e biodegradáveis, por exemplo)

### 2.4 Macromolécula e cadeia polimérica

- Interpretar uma macromolécula como uma molécula constituída por uma cadeia principal formada por milhares de átomos organizados segundo conjuntos que se repetem
- Identificar a fracção da cadeia polimérica que se repete como a unidade estrutural da macromolécula

### 2.5 O que são materiais plásticos

- Caracterizar um material como plástico quando, sendo polimérico, é capaz de ser moldado segundo formas diversificadas

### 2.6 Termoplásticos e plásticos termofixos

- Distinguir plásticos quanto ao efeito do calor sobre eles (termoplásticos aqueles que se deformam por aumento de temperatura e termofixos aqueles que não se deformam por aumento de temperatura)

### 2.7 A identificação de plásticos pelos códigos

- Interpretar o código (letras e números) utilizado na caracterização de plásticos
- Identificar os diferentes plásticos pelos códigos que os representam, descodificando essa simbologia

### 2.8 Testes físico-químicos para a identificação de plásticos

- Identificar processos operacionais de distinção de plásticos, com vista à sua separação

## 3. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

### 3.1. Como se preparam os polímeros sintéticos: monómeros e reacções de polimerização

- Interpretar a síntese de um polímero como uma reacção de polimerização a partir de um ou dois monómeros
- Caracterizar uma reacção de polimerização como uma reacção química em cadeia entre moléculas de monómero(s)

### 3.2. Homopolímeros e co-polímeros

- Diferenciar homo e co-polímeros pelo número e tipo de monómeros envolvidos na reacção de polimerização: um monómero no caso de homopolímeros e dois monómeros no caso de co-polímeros
- Associar o valor médio do comprimento de uma cadeia polimérica à impossibilidade prática de controlar a extensão da reacção de polimerização correspondente em cada uma das cadeias

### 3.3 Polímeros de adição e polímeros de condensação

- Relacionar o comprimento de uma cadeia polimérica com o grau de polimerização (número de vezes em que a unidade estrutural se repete)
- Associar um polímero a uma determinada cadeia polimérica “média”
- Caracterizar os monómeros segundo o número e a natureza dos seus grupos funcionais
- Caracterizar a ligação simples C – C na cadeia macromolecular de um polímero orgânico como uma ligação covalente simples
- Relacionar a estrutura da macromolécula com a estrutura molecular do(s) monómero(s) respectivo(s)
- Distinguir unidade estrutural do polímero da unidade estrutural do(s) monómero(s)
- Identificar, a partir da estrutura do(s) monómero(s), o tipo de reacção de polimerização que pode ocorrer: de condensação ou de adição
- Diferenciar família química de polímeros (de natureza estrutural) de marca registada (de natureza comercial): o Nylon 6-10 é uma marca registada de polímeros da família das poliamidas
- Relacionar o problema da diminuição de recursos naturais com a necessidade de produção de bioplásticos a partir de biopolímeros (polímeros de origem natural): celulose, amido, colagénio, caseína, proteína de soja e poliésteres produzidos por bactérias através de processos de fermentação

## 5 Situações de Aprendizagem / Avaliação

- ✓ Recolher e classificar amostras de objectos de plástico usando o código internacional de identificação (letras e/ou números) impresso.
- ✓ Organizar artigos de jornais e revistas sobre o desenvolvimento e uso de plásticos. Sistematizar as informações incluídas em cada um deles.
- ✓ Elaborar um texto sobre o modo como os plásticos modificaram hábitos de vida (por exemplo, comparar as vantagens e desvantagens do uso de garrafas de plástico relativamente às garrafas de vidro).
- ✓ Pesquisar em livros, revistas da especialidade e Internet os processos de reciclagem e tratamento de desperdícios dos plásticos e sistematizar a informação recolhida.
- ✓ Pesquisar sobre os polímeros com aplicação recente (por exemplo, como supercondutores).

- ✓ Pesquisar vantagens e desvantagens da utilização de polímeros, relativamente a outros materiais
- ✓ Pesquisar informação sobre a importância do desenvolvimento do conhecimento químico sobre materiais poliméricos (por exemplo, na atribuição de Prémios Nobel a cientistas como Staudinger em 1953, Giulio Natta e Karl Ziegler em 1963, Paul Flory em 1974, Roald Hoffmann em 1981, Heeger, Macdiarmid e Shirakawa em 2000)
- ✓ Realizar a seguinte actividade prático - laboratorial:
  - Identificação de plásticos através de testes físico-químicos

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Farley, R. F. (org.) (2001). *School Chemistry Experiments, A collection of tried & tested experiments for use in schools*. Hatfield: ASE (The Association for Science Education).  
Livro com um conjunto de experimentações adequadas ao nível etário dos alunos e com muito interesse, tanto para professores como para alunos.
- Jones, M. M., Johnston *et al.* (1987). *Chemistry and Society* (5ªed.) Philadelphia, New York, Chicago, San Francisco, Montreal, Toronto, London, Sydney, Tokyo: Saunders College Publishing.  
Livro que apresenta uma perspectiva de abordagem diferente sobre alguns dos conteúdos essenciais dos programas.

### Endereços da Internet (ativos em Dezembro de 2004)

- <http://www.psrc.usm.edu/portug/index.htm>  
(Polímeros (brasileiro))
- [http://www.plasticsrecycling.ab.ca/plastics\\_and\\_environment.htm](http://www.plasticsrecycling.ab.ca/plastics_and_environment.htm)  
(Plásticos e o ambiente)
- <http://www.dartcontainer.com/Web/Environ.nsf/Pages/Menu>  
(Plásticos e o impacte na vida do quotidiano e a contribuição económica dos plásticos)
- <http://www.recycle.net/Plastic/index.html>  
(Muito completo sobre reciclagem de quase todos os tipos de plásticos)
- <http://people.clarityconnect.com/webpages/terri/mse3.html>  
(Materiais em geral e metais e polímeros em particular)
- <http://www.und.edu/dept/chem/NDCCFC/mccarthy/index.htm>  
(Outros materiais que não polímeros e metais)
- <http://www.biopolymer.net/> -  
(Biopolímeros)

## Extensão E2.Q7

# Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos

Duração de Referência: **9 horas**

### 1 | Apresentação

Através do tema organizador desta extensão, “Ligas Metálicas. Materiais Cerâmicos. Compósitos.”, procura-se salientar a necessidade de se encontrarem, cada vez mais, materiais que possam satisfazer a procura do mercado, devido à exploração exaustiva dos recursos naturais, à deficiente reciclagem, revalorização e reutilização dos equipamentos e objectos e à cada mais exigente tecnologia de ponta.

### 2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias; compreender a importância dos materiais clássicos e dos materiais compósitos na vida actual; interpretar a composição de uma liga metálica em função da sua composição; interpretar a constituição de um compósito a partir da sua matriz.

### 3 | Âmbito dos Conteúdos

Os objectos de ensino, nesta extensão, são os seguintes:

#### 1. Metais e Ligas Metálicas

##### 1.1. A importância dos metais e das ligas metálicas ao longo dos tempos

- Perspectiva histórica da utilização dos metais e das ligas metálicas: era do cobre, era do bronze e era do ferro
- Onde se aplicam
- Que impactes ambientais provocam - como os minimizar

##### 1.2. Estrutura e ligação química dos metais

- Ligação metálica
- Rede cristalina dos metais
- Propriedades e estrutura: condutibilidade eléctrica e térmica, ductilidade e maleabilidade

##### 1.3. As ligas metálicas

- O que são: as soluções sólidas
- Alguns casos: “estanho”, latão, aço, bronze, “ouro”, constantan e “metais com memória de forma”
- Onde se aplicam: decoração, condutores eléctricos e células fotoeléctricas

## 2. Materiais Cerâmicos

- 2.1. O que são: principais componentes de um material cerâmico
- 2.2. Propriedades dos materiais cerâmicos: relação entre as propriedades químicas e as propriedades físicas
- 2.3 A importância de um material cerâmico
  - Matérias-primas tradicionais
  - Matérias-primas não tradicionais e especiais

## 3. Compósitos

- 3.1. O que são compósitos
- 3.2. Fases de um compósito
- 3.3. Vantagens de um compósito em relação a outros materiais
- 3.4. Alguns materiais compósitos: polímero/cerâmicos e metal/cerâmicos

## 4 | Objectivos de Aprendizagem

### 1. Metais e Ligas Metálicas

#### 1.1. A importância dos metais e das ligas metálicas ao longo dos tempos

- Reconhecer a importância fundamental dos metais na evolução das sociedades humanas ao longo dos séculos: as eras do cobre, do bronze e do ferro e a era do aço
- Identificar a importância dos metais nos meios de transporte, nos computadores e outros equipamentos que tenham na sua constituição condutores, nas comunicações por satélite, nos processos alimentares e de conservação, na construção, nas aplicações biomédicas, na produção de corrente eléctrica e seu transporte, nos equipamentos domésticos
- Relacionar a cada vez maior necessidade de proceder à reciclagem e revalorização dos equipamentos metálicos após o uso, com a cada vez maior escassez de recursos de origem natural
- Reconhecer o efeito bactericida de alguns metais e inferir implicações ambientais

#### 1.2. Estrutura e ligação química dos metais

- Associar a ocorrência de ligação metálica entre átomos que apresentam simultaneamente baixa energia de ionização, várias orbitais de valência vazias e um número de electrões de valência menor que o número de orbitais de valência
- Interpretar a ligação metálica como o resultado da interacção electrostática entre os iões “metálicos” (positivos) da rede cristalina tridimensional e os electrões nela dispersos
- Interpretar a maleabilidade, a ductilidade e a condutibilidade eléctrica como propriedades que, verificadas simultaneamente, caracterizam um material metálico, relacionando-as com a respectiva ligação química e estrutura

**Extensão E2.Q7: Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos**

- Interpretar a estrutura dos metais segundo uma rede cristalina formada por uma distribuição regular de iões e electrões.

**1.3. As ligas metálicas**

- Interpretar liga metálica como uma solução sólida: mistura homogénea de um metal com um ou mais elementos, metálicos ou não metálicos
- Identificar os metais do bloco **d** da Tabela Periódica dos elementos como os metais predominantes nas ligas metálicas
- Interpretar a utilização de ligas metálicas em determinadas utilizações em detrimento dos metais, pelas propriedades mais vantajosas que apresentam
- Reconhecer a importância das ligas metálicas em engenharia, pelo facto de se poder controlar a sua composição e conseqüentemente as suas propriedades
- Descrever o processo de formação de uma liga metálica a partir da mistura dos componentes fundidos e posteriormente arrefecidos para permitir a formação de um sólido uniforme
- Identificar a amálgama como uma liga de mercúrio com outro(s) metal(ais)
- Identificar a composição de algumas ligas: latão, bronze, cuproníquel, solda, ligas de estanho e aços
- Reconhecer a importância especial dos materiais designados por aços na sociedade industrializada actual
- Interpretar o significado de alguns termos usados vulgarmente: “ouro de lei” e “prata de lei” e, “ouro de 18K” e “ouro de 24K”
- Referir a cada vez maior importância das ligas com memória de forma
- Relacionar as propriedades físicas de liga com memória de forma com as suas aplicações
- Associar liga metálica com memória de forma, a um liga metálica homogénea que pode ser “treinada” a tomar uma forma ou um volume predeterminados em resposta a estímulos térmicos ou eléctricos.
- Interpretar o efeito da memória de forma como um rearranjo da posição dos átomos na rede cristalina por uma mudança de fase dentro do estado sólido
- Identificar algumas aplicações deste tipo de material: ortodontia, cirurgia, optometria e ópticas
- Referir exemplos de ligas que têm memória de forma: ouro-cádmio, cobre-alumínio, cobre-alumínio-níquel e níquel-titânio (vulgarmente conhecido por Nitinol)
- Identificar alguns dos principais utilizadores de Nitinol: Ortodontistas, Cirurgiões, Optometristas/Oftalmologistas e Maquinistas

## 2. Materiais Cerâmicos

### 2.1. O que são: principais componentes de um material cerâmico

- Identificar os materiais cerâmicos como materiais inorgânicos não metálicos.
- Reconhecer que a maior parte dos materiais cerâmicos têm tipicamente uma natureza cristalina e que são compostos formados a partir de elementos metálicos e não metálicos para os quais as ligações químicas podem ser totalmente iónica ou parcialmente iónica com algum carácter covalente
- Reconhecer que os materiais cerâmicos são constituídos, basicamente, a partir de óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), e nitreto de silício ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )

### 2.2. Propriedades dos materiais cerâmicos

- Interpretar as propriedades dos materiais cerâmicos a partir da sua estrutura, isto é, a partir das espécies de átomos presentes, do tipo de ligações químicas entre os átomos e o modo de empilhamento dos átomos
- Reconhecer que a micro estrutura de um material cerâmico tem uma importância fundamental nas propriedades finais do material
- Concluir que no caso dos materiais cerâmicos (onde se inclui o vidro), essa micro estrutura pode ser considerada totalmente amorfa (vidro), totalmente cristalina ou uma combinação entre amorfa e cristalina
- Interpretar no caso da combinação amorfa e cristalina em que é a fase amorfa que rodeia os pequenos cristais fazendo com que eles se liguem
- Interpretar a estrutura atômica como responsável, em primeiro lugar, pelas propriedades químicas, físicas, térmicas, eléctricas, magnéticas e ópticas
- Concluir que a micro estrutura também pode afectar as propriedades anteriores mas que tem uma maior importância nas propriedades mecânicas e na rapidez das reacções químicas
- Identificar algumas das propriedades mais importantes de um material cerâmico como, por exemplo, a elevada temperatura de fusão, a baixa densidade, a alta resistência à tensão, a resistência à corrosão e o serem refractários, quimicamente estáveis, bons isoladores térmicos e eléctricos, entre outras
- Reconhecer que um material cerâmico necessita de ser “cozido” para poder adquirir as propriedades desejadas

### 2.3. Importância de um material cerâmico

- Concluir que a maior parte das indústrias utilizam materiais cerâmicos em diferentes fases do processo industrial
- Inferir a importância do vidro no fabrico de lâmpadas, janelas, e/ ou outros materiais para o lar
- Reconhecer a importância dos materiais cerâmicos na construção civil

**Extensão E2.Q7: Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos**

- Reconhecer que os materiais cerâmicos são críticos para determinados produtos como telefones celulares, computadores, televisores e outros produtos electrónicos
- Reconhecer que a micro electrónica e a necessidade de utilização de compósitos levaram ao desenvolvimento dos materiais cerâmicos para além do seu papel clássico
- Reconhecer o papel cada vez mais importante dos materiais cerâmicos na medicina: os cirurgiões utilizam materiais cerâmicos para reparar e substituir ossos como os ilíacos, as rótulas do joelho e outras partes do corpo, válvulas do coração, implantes e revestimentos dos materiais metálicos aplicados bem como estimulantes para o crescimento ósseo, promotores da formação de tecidos, protectores do sistema imunitário, como implantes dentários, ...
- Reconhecer que os materiais cerâmicos são muito importantes nas técnicas de diagnóstico como as de ultra-sons e tomografias
- Referir a importância dos materiais cerâmicos na transformação de materiais tóxicos como por exemplo nos conversores catalíticos dos veículos motorizados
- Identificar a sílica (óxido de silício) como um material cerâmico e o silício como um semiconductor que possibilitou a construção dos computadores
- Identificar os materiais cerâmicos como componentes importantes dos compósitos

**3. Compósitos****3.1. O que são os materiais compósitos**

- Identificar os materiais compósitos como materiais resultantes da combinação de pelo menos dois materiais quimicamente distintos (metais, cerâmicas ou polímeros), com uma interface de contacto e criados para obter melhores propriedades

**3.2. Fases de um compósito**

- Distinguir as duas fases de um compósito: a fase contínua (matriz) escolhida de forma a conferir a maleabilidade ou ductilidade, e a fase descontínua (fase dispersa ou fase de reforço), escolhida de forma a conferir resistência
- Identificar um compósito como um material formado por uma mistura combinada (micro ou macro) de dois ou mais constituintes insolúveis um(uns) no(s) outro(s)

**3.3. Vantagens de um compósito em relação a outros materiais**

- Reconhecer a criação e desenvolvimento de materiais compósitos como resposta a necessidade de materiais com propriedades específicas para tarefas específicas
- Identificar os materiais cerâmicos como matrizes de compostos que podem suportar temperaturas elevadas (permutadores de calor) e o carbono como componente do compósito para suportar desgastes (travões)
- Comparar vantagens e desvantagens de compósitos substitutos de materiais tradicionais, nomeadamente quanto a custos, resistência (mecânica e à corrosão), densidade e durabilidade

**Extensão E2.Q7: Ligas Metálicas, Materiais Cerâmicos e Compósitos**

- Perceber a importância crescente dos materiais compósitos face às necessidades da sociedade actual, nomeadamente naquelas em que se utilizavam materiais metálicos e cerâmicos

**3.4. Alguns materiais compósitos: polímero/cerâmicos e metal/cerâmicos**

- Identificar alguns materiais naturais como a celulose, a madeira, o barro e o cimento, como materiais compósitos
- Associar alguns compósitos à sua utilização do dia a dia como, por exemplo, o compósito de resina (polímero com sílica) usado em ortodontia, os “tecidos” de matriz plástica para roupa interior e os compósitos com fibra de vidro dos barcos

**5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação**

- ✓ Pesquisa documental sobre a importância dos metais na sociedade utilizando várias fontes de informação (livros, revistas, enciclopédias, jornais, internet, ...)
- ✓ Ficha de trabalho sobre reciclagem de metais em Portugal e no mundo.
- ✓ Pesquisa, utilizando as TIC e outras fontes, sobre: exploração mineira em Portugal e no mundo e exploração mineira e o impacto ambiental
- ✓ Resolução de exercícios de configuração electrónica em elementos do bloco d
- ✓ Pesquisa sobre a importância e utilização dos metais de transição em situações do quotidiano
- ✓ Ficha de trabalho sobre a composição e utilização de algumas ligas.
- ✓ Pesquisa documental sobre tipos de pilhas e baterias e problemas ambientais decorrentes da utilização de certos tipos de pilhas
- ✓ Comparação de métodos para prevenir a ferrugem, considerando a exposição da peça metálica, o tempo de vida útil, e a relação qualidade/preço dos métodos a utilizar.
- ✓ Ficha de trabalho sobre a poluição com metais pesados em Portugal ou na região.
- ✓ Ficha de trabalho sobre a variação do carácter químico dos óxidos metálicos.
- ✓ Trabalho de investigação sobre "Os metais no organismo humano".
- ✓ Trabalho de investigação sobre a utilização de metais como catalisadores
- ✓ Pesquisa sobre o funcionamento do conversor catalítico do escape dos automóveis
- ✓ Pesquisar informação sobre a indústria vidreira e cerâmica em Portugal
- ✓ Analisar tabelas de composição de vidros e interpretar propriedades destes em função dos óxidos constituintes (natureza e percentagem)
- ✓ Pesquisar informação sobre a evolução nas matérias-primas usadas pelos dentistas ao longo dos últimos anos no restauro dentário. Realizar tarefa equivalente dirigida ao restauro de partes do esqueleto
- ✓ Recolher informação sobre as propriedades de alguns compósitos e compará-las com as dos materiais que lhe deram origem.
- ✓ Pesquisar informação sobre o que são biocompósitos e sua utilização

- ✓ Pesquisar informação sobre a “História dos materiais”  
[http://www.greatachievements.org/greatachievements/ga\\_20\\_3.html](http://www.greatachievements.org/greatachievements/ga_20_3.html)
- ✓ Realizar as seguintes actividades prático – laboratoriais:
  - Acção bactericida de alguns metais e ligas metálicas
  - Série electroquímica: o caso dos metais
  - Preparação de vidro colorido e outros[http://chemmovies.unl.edu/chem\\_source\\_pdf/material\\_science.pdf](http://chemmovies.unl.edu/chem_source_pdf/material_science.pdf)

## 6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Atkins, P. W. (1995). *O Reino dos Elementos. Uma viagem através do País dos Elementos Químicos* (trad. J. Sarmiento, 2001). Lisboa: Rocco-Temas e Debates.  

Livro sobre a Tabela Periódica como modelo de compreensão do mundo. Apresenta-se a história dos elementos químicos naturais e sintéticos e mostra-se como a pesquisa destes últimos poderá afinal não terminar. Livro importante para professores e alunos mais interessados.
- Farley, R. F. (org.) (2001). *School Chemistry Experiments, A collection of tried & tested experiments for use in schools*. Hatfield: ASE (The Association for Science Education).  

Livro com um conjunto de experimentações adequadas ao nível etário dos alunos e com muito interesse, tanto para professores como para alunos.
- Jones, M. M., Johnston *et al.* (1987). *Chemistry and Society* (5ªed.) Philadelphia, New York, Chicago, San Francisco, Montreal, Toronto, London, Sydney, Tokyo: Saunders College Publishing.  

Livro que apresenta uma perspectiva de abordagem diferente sobre alguns dos conteúdos essenciais dos programas.
- Smith, F. William (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, (3ªed.). Portugal: McGraw-Hill de Portugal Lda.

### Endereços da Internet (activos em Dezembro de 2004)

- <http://www.my-edu2.com/>
- (Materiais e sustentabilidade)
- <http://www.metalworld.com/>
- (Metais e ligas metálicas)
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/CCA/CCA2/MAIN/MEMORYM/CD2R1.HTM>
- (“Metais” com memória de forma (filme e material interactivo))
- <http://www.my-edu2.com/>
- (Polímeros, plásticos, metais e outros materiais)
- <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/materiais-arquivo.html>
- (Novos materiais (em português))
- <http://www.und.edu/dept/chem/NDCCFC/mccarthy/index.htm>
- (Outros materiais que não polímeros e metais)