

CURSOS DE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO

PROGRAMA

Componente de Formação Científica

Disciplina de

Física e Química

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2005

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 disciplina de *Física e Química*, duas áreas estruturantes do conhecimento nas ciências experimentais, integra a componente Científica da matriz curricular dos cursos de tipo T₂ e T₃, e a matriz curricular dos cursos do tipo T₄, e Formação Complementar (F.C.) e dos cursos de tipo T₅ e T₆, de alguns Cursos de Educação e Formação, na Área de Competências - Ciências Aplicadas.

Assim, os programas, segundo o modelo curricular dos cursos de Educação e Formação (de T₂ a T₆) foram estruturados em 11 módulos de Química e 11 módulos de Física, de forma a possibilitar a diversificação do elenco modular da disciplina, com maior ou menor ênfase, na Física ou na Química.

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 compreensão de alguns fenómenos naturais ou provocados, numa perspectiva de cidadania e que permita uma escolha consciente de uma carreira futura ligada, (ou não), a este estudo.

Foram seleccionadas situações de 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 módulos, os alunos terão alcançado uma visão sobre:

- a relação entre as forças e os movimentos
- a importância da lei da conservação da energia e as suas limitações
- a produção e o transporte de energia eléctrica
- os conceitos de luz e de som
- a diversidade de substâncias existentes (famílias - grupos funcionais; estrutura - ligação química; composição – elementos químicos)
- a interpretação química sobre a organização do mundo material (Tabela Periódica dos Elementos Químicos; estrutura atómica – alguns modelos)
- a natureza das reacções químicas que podem ocorrer (reacções de ácido-base, de precipitação, de oxidação-redução) e modelos interpretativos (equilíbrio químico).

Não se pretende um nível de especialização muito aprofundado, mas procura-se que os alunos alcancem um desenvolvimento intelectual e as bases de conhecimento (importantes para uma

cultura científica a construir ao longo da vida) que permita aceder, com a formação adequada, às diferentes saídas profissionais.

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

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

Para os cursos do tipo 3 a selecção dos módulos da Química (de 1 a 4) e da Física (de 1 a 5) ficará ao encargo do professor, de acordo com as bases de conhecimentos dos alunos.

Os módulos previstos para os Cursos de tipo 4 e F.C. destinam-se aos cursos em que as duas disciplinas surgem autonomamente, ou seja, com uma carga horária de 45 horas cada.

Nos cursos de tipo 4 e F.C., em que a disciplina de **Física e Química** tem uma carga horária global de 45 horas, o professor deverá seleccionar os módulos de Física (de 6 a 8) e de Química (5 e 6), de acordo com os conhecimentos dos alunos e a especificidade do curso.

Quando nos cursos de tipo 5 a disciplina de **Física** surgir como autónoma com uma carga de 96h, os alunos terão mais dois módulos (FM12 e FM13), além dos módulos FM9, FM10 e FM11.

Quando nos cursos tipos 5 e 6 a disciplina de **Química** surgir como disciplina autónoma com uma carga de 96 h e 90 h, respectivamente, os alunos terão mais três módulos: os módulos 8, 10 e 11.

Salienta-se que a carga horária do programa não contempla a totalidade das horas de formação, existindo um crédito de horas a ser gerido pelo professor quer a nível de cada módulo, quer a nível global, para desenvolvimento de actividades necessárias à consecução dos objectivos de aprendizagem tais como actividades de remediação, reorientação, aprofundamento ou para aquisição de pré-requisitos

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

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

Para cada 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 a cumprir os objectivos enunciados.

Na selecção de materiais a utilizar, deve existir a preocupação de diversificar, de modo a concretizar as 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 modernas tecnologias (TIC) que constituem um excelente auxiliar neste domínio, tendo especial cuidado na análise crítica da informação disponível, principalmente, no que diz respeito à correcção científica e terminológica e à adequação aos alunos e aos fins a que se destina.

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

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

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:

3.1. 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

3.2. 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, à técnica e aos instrumentos 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
- Expressar um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência

3.3. do tipo social, atitudinal e axiológico

- Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de protecção pessoal e do ambiente
- Apresentar e discutir, na turma, propostas de trabalho e resultados obtidos
- Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente, as TIC
- Reflectir sobre pontos de vista contrários aos seus

- Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final
- Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes
- Adequar ritmos de trabalho aos objectivos das actividades

As competências que devem ser atingidas quer no final do 3º ciclo, quer no final do Secundário, são as que são operacionalizadas nos Objectivos de Aprendizagem enunciados em todos os Módulos do currículo.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

4.1. Orientações Metodológicas

Em cada módulo aparece a indicação de uma ou mais actividades laboratoriais que não podem nem devem ser sempre 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 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.

Torna-se evidente que nem todos os trabalhos deverão dar lugar a uma apresentação tão elaborada.

É preciso, neste momento, dar o devido lugar às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e à Internet.

Em primeiro lugar, é preciso referir que a Internet é um utensílio de uso tão comum como um livro ou um CD-ROM. Por ser um precioso utensílio, privilegiado pela rapidez, abundância e variedade de informação e pela possibilidade de contacto com pessoas de todo o mundo, de uma forma interactiva seduz os alunos; por outro lado, a informação na sociedade actual e na do futuro é cada vez menos fiável, pelo que é preciso que o aluno e, sobretudo, o professor reflectam nessa 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, permanentemente, o professor deverá fazer, visa proporcionar ao aluno o conhecimento do nível de competências já alcançadas com vista ao seu melhoramento. Deve, por isso ser adequada à natureza de cada uma das tarefas em causa e incidir sobre todas elas. Por exemplo, as competências de natureza laboratorial não podem ser 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.

Em cada uma das componentes, o professor deverá fazer uma avaliação progressiva das competências que contemple os aspectos evolutivos do aluno, utilizando, de forma sistemática, técnicas e instrumentos variados adequados às tarefas em apreciação (questões de resposta oral ou escrita, relatórios de actividades, 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.

Sendo a avaliação formativa sistemática e continuada, ao longo de todos os módulos, sobre as competências, capacidades e conhecimentos envolvidos em cada actividade, considera-se que a avaliação global terá que ser assumida como 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 de aprendizagem elevados.

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 de cada Actividade Laboratorial, 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)
FM1	A Medida (T ₂ , T ₃)	5
FM2	Movimentos e Forças I (T ₂ , T ₃)	10
FM3	Circuitos Eléctricos (T ₂ , T ₃)	10
FM4	Produção e Consumo de Energia (T ₂ , T ₃)	10
FM5	Luz e Som (T ₂ , T ₃)	10
FM6	Mecânica (T ₄ , F.C.)	10
FM7	Trabalho e Energia (T ₄ , F.C.)	10
FM8	Trabalhos Experimentais (T ₄ , F.C.)	16
FM9	Movimentos e Forças II (T ₅ , T ₆)	20
FM10	Sistemas Termodinâmicos (T ₅ , T ₆)	10
FM11	Sistemas Eléctricos e Magnéticos (T ₅ , T ₆)	10
FM12	Movimentos ondulatórios (T ₅)	20
FM13	Introdução à física Moderna (T ₅)	20
Química		
Número	Designação	Duração de referência (horas)
QM1	Segurança em Laboratórios de Química (T ₂ , T ₃)	5
QM2	Materiais (T ₂ , T ₃)	15
QM3	Elementos Químicos (T ₂ , T ₃)	15
QM4	Reacções Químicas (T ₂ , T ₃)	10
QM5	Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química (T ₄ , F.C.)	18
QM6	Soluções, Colóides e Suspensões (T ₄ , F.C.)	18
QM7	Reacções Químicas e Equilíbrio Químico (T ₅ , T ₆)	20
QM8	Reacções de Ácido-Base e de Oxidação-Redução (T ₅ , T ₆)	20
QM9	Reacções de Precipitação e Equilíbrio Heterogéneo (T ₅ , T ₆)	10
QM10	Compostos Orgânicos (T ₅ , T ₆)	20
QM11	Polímeros, Ligas metálicas e outros Materiais (T ₅ , T ₆)	10

6. Bibliografia

Bibliografia sobre Trabalho Laboratorial - Segurança e Técnicas

Bibliografia essencial

- ASE (1996). Safeguards in the School Laboratory. Hatfield: ASE
- Baptista, M. J. (1979). *Segurança em Laboratórios de Química*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia
- Beran, J. A. (1994). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry*, fifth edition. New York: John Wiley & Sons

Obra importante de química geral, com uma introdução de segurança e normas de trabalho em laboratórios de química, seguida de um manual de experiências no formato de fichas, precedidas do suporte teórico necessário.

- Carvalho, M. F. (1998). Segurança em Laboratórios de Ensino ou Investigação em Química. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 69; 7-13
- Franco, M. H. (1999). *Utilização de Produtos Perigosos*, Série Divulgação n.º 3. Lisboa: 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 Distribuciones 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**Bibliografia essencial**

- Aldridge, S., Johnstone, J. Osborne, C. (Eds) (2000). *Cutting edge chemistry*. London: Royal Society of Chemistry
Livro excelente para professores e alunos (mais interessados), mostrando os últimos avanços da Química ao nível das aplicações. Magnífica ilustração. Princípios de Química de forma a focar o essencial. Importante para história da Química, estrutura da matéria, reacções químicas, novos materiais. Para 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*, 5th 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 (activos em Maio de 2005)

- http://www.chemkeys.com/bra/sa/snlg_9/snlg_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
- (regras, manual de segurança e um conjunto de ligações a outros lugares.)
- <http://www.ee.unb.ca/tervo/ee2791/intro.htm>
- (páginas muito simples, que explicam a diferença entre precisão e exactidão, tem um conjunto de questões e pode-se ter acesso às respostas pretendidas, pode servir para motivar os alunos)
- <http://www.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.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://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://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Per%C3%B3dica
- (lugar que apresenta páginas sobre tabela periódica)
- 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

Física		
Número	Designação	Página
FM1	A Medida	15
FM2	Movimentos e Forças I	18
FM3	Circuitos Eléctricos	22
FM4	Produção e Consumo de Energia	27
FM5	Luz e Som	31
FM6	Mecânica	34
FM7	Trabalho e Energia	39
FM8	Trabalhos Experimentais	42
FM9	Movimentos e Forças II	47
FM10	Sistemas Termodinâmicos	55
FM11	Sistemas Eléctricos e Magnéticos	61
FM12	Movimentos Ondulatórios	68
FM13	Introdução à Física Moderna	76
Química		
Número	Designação	Página
QM1	Segurança em Laboratórios de Química	83
QM2	Materiais	87
QM3	Elementos Químicos	92
QM4	Reacções Químicas	97
QM5	Estrutura Atómica. Tabela Periódica. Ligação Química	101
QM6	Soluções, Colóides e Suspensões	107
QM7	Reacções Químicas e Equilíbrio Químico	113
QM8	Reacções de Ácido-Base e de Oxidação-Redução	119
QM9	Reacções de Precipitação e Equilíbrio Heterogéneo	127
QM10	Compostos Orgânicos	131
QM11	Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais	137

MÓDULO FM1

A Medida

Duração de Referência: **5 horas**

1 | Apresentação

Um primeiro passo na compreensão do que nos rodeia é descobrir a Natureza através de medidas.

Estamos, constantemente, a efectuar medidas na nossa vida diária. Todos os dias planificamos o nosso trabalho, as nossas diversões e o nosso descanso em função do tempo. Utilizamos relógios para medir o instante de ocorrência ou a duração de um acontecimento. A população do país é medida uma vez em cada dez anos, aproximadamente. Muitas vidas dependem de medidas precisas efectuadas por um médico, por um técnico ou por um farmacêutico. Os meteorologistas medem as diferentes grandezas (temperatura, pressão, humidade, precipitação) que constituem o que denominamos “tempo meteorológico”.

Assim, precisamos de medir coisas muito pequenas e coisas muito grandes e a possibilidade de um cientista conhecer e prever depende de medidas precisas.

Medir é um processo que nos permite atribuir um número a uma propriedade física como resultado de comparações entre quantidades semelhantes, sendo uma delas um padrão, que é adoptado como unidade.

Neste Módulo, os alunos efectuarão medições de grandezas físicas, cujos resultados serão expressos através de um número vezes uma unidade de medida.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de compreender o significado da importância de uma medição. Deve ainda saber estimar o valor de uma grandeza, analisar escalas de vários aparelhos de medida, realizar medições e exprimir resultados adequadamente.

3 | Conteúdos

1. Estimar grandezas físicas

- 1.1 Estimativas de grandezas físicas simples
- 1.2 Resultado de uma medida
- 1.3 Medidas de algumas grandezas físicas simples

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1.1 Estimativas de grandezas físicas simples

- recordar o conceito de ordem de grandeza de uma quantidade física;
- estimar a ordem de grandeza de quantidades como o comprimento de uma folha de papel, a largura de uma sala, a massa de um livro.

1.2 Resultado de uma medida

- prever a ordem de grandeza do resultado da medida de uma grandeza;
- avaliar a adequação do resultado obtido à previsão efectuada;
- compreender que antes de registar qualquer resultado de uma medida, o experimentador deve avaliar se o resultado obtido faz sentido.

1.3 Medidas de algumas grandezas físicas simples

- analisar as escalas de uma régua, de um termómetro, de um cronómetro, de um dinamómetro, de um amperímetro, ou de qualquer outro aparelho de medida.
- medir comprimentos, temperaturas, massas, intervalos de tempo e forças, utilizando, respectivamente, réguas graduadas e craveiras, balanças, cronómetros e dinamómetros

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- medições de grandezas como as dimensões de uma pequena caixa, o diâmetro de uma esfera, a massa de um objecto, o intervalo de tempo correspondente a dez oscilações completas de um pêndulo simples, etc., escolhendo os instrumentos de medida apropriados, efectuando, antecipadamente, uma estimativa do resultado e comparando, após a medida, com o valor obtido. Apresentarão os resultados na forma de um valor numérico vezes uma unidade de medida;
- Um relatório individual, no laboratório que poderá ser avaliado segundo critérios explicitados, anteriormente, pelo professor.

A avaliação formativa tem particular importância neste Módulo, visto que os alunos estarão permanentemente no laboratório a realizar actividades.

O relatório final das actividades deverá ser individual e será também um contributo importante na avaliação dos alunos.



6 | Bibliografia / Outros Recursos

- Parente, F. (2001) *A Medida em Física*, Cadernos Didáticos de Ciências, Volume 2, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Taylor, J. R. (1997). *Error Analysis*. Sausalito, Ca: University Science Books.
Livro para professores.

MÓDULO FM2

Movimentos e Forças I

Duração de Referência: 10 horas

1 | Apresentação

A Física está presente quando se pretende estudar qualquer actividade humana que implique movimentos e forças.

Neste Módulo, num contexto relacionado com a segurança rodoviária, os alunos encontrarão exemplos de relações entre movimentos e forças.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de compreender o significado das grandezas velocidade média e aceleração média, no movimento unidimensional, interpretar a relação entre as forças e as acelerações provocadas, conhecer vários tipos de forças, estimar distâncias de segurança rodoviária e analisar situações de travagem.

3 | Conteúdos

1. Movimento e repouso

- 1.1 Relatividade do movimento
- 1.2 Noção de referencial

2. Grandezas características do movimento unidimensional

- 2.1 Velocidade média
- 2.2 Aceleração média

3. As forças e os movimentos

- 3.1 Forças
- 3.2 Lei da inércia
- 3.3 Lei fundamental da dinâmica
- 3.4 Tempo de travagem e tempo de reacção
- 3.5 Distância de travagem e distância de segurança

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Movimento e repouso

- Conhecer que movimento e repouso são conceitos relativos

- Reconhecer a importância da identificação do referencial para a análise de situações de movimento ou repouso
- Exemplificar situações reais de movimento e repouso relativos

2. Grandezas características do movimento unidimensional

- Definir velocidade média
- Calcular valores de velocidades médias
- Conhecer a unidade SI de velocidade
- Distinguir velocidade média de velocidade instantânea
- Definir aceleração média
- Conhecer a unidade SI de aceleração
- Relacionar a aceleração nos movimentos rectilíneos com a taxa de variação temporal do valor da velocidade
- Calcular valores de acelerações médias
- Analisar gráficos velocidade x tempo e aceleração x tempo

3. As forças e os movimentos

- Reconhecer que a alteração da forma de um corpo ou a variação da sua velocidade estão associadas à actuação de forças no corpo
- Conhecer a unidade SI de força
- Reconhecer que a força, a aceleração e a velocidade são grandezas vectoriais
- Determinar a resultante de forças com a mesma linha de acção que actuam num corpo
- Enunciar a Lei da Inércia
- Interpretar situações reais com base na Lei da Inércia
- Conhecer a força de atrito
- Reconhecer a importância da força de atrito na vida quotidiana
- Definir força gravítica
- Reconhecer que o peso de um corpo é uma força
- Identificar o peso de um corpo como um caso particular da força gravítica à superfície da Terra
- Enunciar a Lei fundamental da Dinâmica
- Interpretar situações reais com base na Lei fundamental da Dinâmica
- Conhecer que o quociente entre o valor do peso de um corpo e o valor da respectiva massa, num determinado local da Terra, é uma constante
- Reconhecer a constante de proporcionalidade entre o peso e a massa de um corpo como o valor da aceleração da gravidade à superfície da Terra
- Reconhecer a importância do conhecimento dos conceitos de tempo de travagem e tempo de reacção, na segurança rodoviária
- Reconhecer a importância do conhecimento dos conceitos de distância de segurança e distância de travagem, na segurança rodoviária

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Explorar movimentos rectilíneos com carros de brincar ou com modelos laboratoriais utilizando registos magnéticos com marcador electromagnético.
- Resolver problemas em que seja necessário reduzir diferentes unidades de velocidade e aceleração para o Sistema Internacional e vice-versa.
- Calcular o valor de velocidades médias a partir da análise de horários de comboios ou de outros meios de transporte.
- Analisar gráficos distância x tempo, velocidade x tempo e aceleração x tempo para movimentos rectilíneos.
- Resolver exercícios numéricos, para movimentos rectilíneos, sobre a relação entre a variação temporal do valor da velocidade e o valor da aceleração média.
- Localizar os planetas do sistema solar
- Analisar tabelas com dados relativos aos planetas do sistema solar, incluindo os valores das forças atractivas médias entre eles.
- Exemplificar situações em que o aluno reconheça as diferenças entre peso e massa de um corpo.
- Medir o peso de um corpo com um dinamómetro.
- Comparar o valor do peso de um corpo medido com um dinamómetro e a massa do mesmo corpo medida com uma balança de pratos.
- Interpretar dados relativos a características de automóveis, relacionados com este tema, analisando folhetos publicitários.
- Analisar, experimentalmente, os efeitos das forças nos corpos.
- Resolver exercícios numéricos, relacionados com situações reais, sobre a Lei da Inércia e a Lei da Dinâmica.
- Analisar, experimentalmente, os efeitos da força de atrito.
- Realizar actividades experimentais para verificar como a distância de travagem depende da velocidade inicial do veículo.
- Pesquisar e discutir sobre distâncias de segurança e distâncias de travagem, em função do tempo de reacção do condutor, das condições das estradas e das condições atmosféricas.
- Pesquisar e discutir sobre o uso de cintos de segurança e “airbags”, para aumentar a segurança rodoviária.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios numéricos.

De todas as actividades experimentais deve ser feito um relatório individual que contribuirá, efectivamente, para a avaliação do aluno.

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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

MÓDULO FM3

Circuitos Eléctricos

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

A electricidade está presente em, praticamente, todas os tipos de actividade humana, desde as lâmpadas de iluminação comuns até às mais sofisticadas máquinas, como os grandes aviões de transporte.

Este Módulo destina-se à compreensão dos processos envolvidos na produção e utilização da electricidade, através do estudo de circuitos eléctricos simples.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de montar circuitos eléctricos simples, distinguindo os elementos geradores de electricidade dos que transformam a energia eléctrica noutras formas de energia de utilização comum. Simultaneamente, irá compreender as precauções a tomar na utilização de aparelhos eléctricos.

3 | Conteúdos

1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia

- 1.1 Circuito eléctrico aberto e fechado
- 1.2 Fontes e receptores de energia
- 1.3 Diferença de potencial eléctrico
- 1.4 Efeitos químicos magnéticos e térmicos da corrente eléctrica
- 1.5 Bons e maus condutores da electricidade
- 1.6 Resistência eléctrica
- 1.7 Lei de Ohm

2. Corrente contínua e corrente alternada

- 2.1 Produção de energia eléctrica numa central
- 2.2 Potência eléctrica
- 2.3 Transporte de energia eléctrica
- 2.4 Transformadores

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia

O aluno deve:

- Conhecer regras de segurança relativas ao manuseamento de material eléctrico
- Identificar os elementos de circuito eléctrico
- Representar esquematicamente um circuito eléctrico
- Montar circuitos eléctricos simples com resistências em série e em paralelo
- Conhecer a diferença de potencial (ddp) nos extremos de um gerador em circuito aberto e em circuito fechado
- Conhecer a unidade SI de ddp
- Relacionar, para um determinado circuito, a diferença de potencial nos extremos de um gerador, em circuito fechado, com as diferenças de potencial nos extremos de cada um dos restantes elementos dos circuitos
- Relacionar, para um determinado circuito, a energia fornecida pelo gerador com a energia dissipada no próprio gerador e nos restantes elementos do circuito
- Reconhecer que, se se associar mais do que um gerador em paralelo, a intensidade da corrente no circuito aumenta
- Conhecer a unidade SI de intensidade de corrente eléctrica
- Reconhecer que a corrente eléctrica tem efeitos químicos, magnéticos e térmicos
- Identificar materiais bons condutores e maus condutores de electricidade
- Definir resistência eléctrica
- Conhecer a unidade SI de resistência eléctrica
- Enunciar a Lei de Ohm

2. Corrente contínua e corrente alternada

O aluno deve:

- Reconhecer que a corrente eléctrica utilizada nas situações mais comuns é alternada, isto é, o sentido da corrente varia com o tempo.
- Definir a frequência da corrente alternada
- Conhecer a unidade SI de frequência
- Explicar a produção de energia eléctrica numa central
- Definir potência eléctrica
- Conhecer a unidade SI de potência
- a. Relacionar a energia eléctrica com a potência eléctrica
- Conhecer o mecanismo de funcionamento de um transformador
- Descrever o transporte de energia desde uma central até ao consumidor, referindo o papel dos transformadores

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Identificar regras de segurança e prevenção de acidentes com aparelhos e instalações eléctricas.
- Explorar circuitos eléctricos integrando aparelhos com várias formas de transferência de energia: máquinas eléctricas, electrodomésticos, brinquedos eléctricos, etc.
- Esquematizar circuitos eléctricos simples, utilizando a simbologia própria.
- Montar circuitos eléctricos simples, em regime de corrente unidireccional.
- Medir diferenças de potencial nos extremos dos vários elementos de um circuito.
- Medir a intensidade da corrente nos vários pontos de um circuito.
- Verificar, experimentalmente, de forma qualitativa os efeitos químicos, térmicos e magnéticos da corrente eléctrica.
- Medir a resistência de condutores com ohmímetros e amperímetros e voltímetros.
- Estudar, experimentalmente, a Lei de Ohm.
- Resolver exercícios numéricos para estudo da relação entre as diferenças de potencial nos extremos do gerador e as diferenças de potencial nos extremos dos elementos do circuito
- Demonstrar, experimentalmente, a indução electromagnética utilizando uma espira, um amperímetro e um íman.
- Comparar o funcionamento de um dínamo de bicicleta com o gerador de uma central produtora de electricidade, dando ênfase à exploração de corrente alterna.
- Explorar, utilizando bobinas com diferentes números de espiras, a função dos transformadores.
- Identificar, em cada caso, o indutor e o induzido.
- Discutir o diagrama de uma rede de distribuição de energia eléctrica, identificando a função de cada um dos elementos.
- Desmontar uma tomada de corrente, identificando os vários fios.
- Resolver exercícios numéricos que envolvam a potência eléctrica e a relação entre potência e energia.
- Discutir o número máximo de electrodomésticos num circuito caseiro, se for conhecida a potência de cada deles, em função do valor da potência máxima no disjuntor do circuito, de forma a garantir segurança.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios numéricos.

De todas as actividades experimentais deve ser feito um relatório individual que contribuirá, efectivamente, para a avaliação do aluno.

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.
- 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.
- 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 21st. 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.
- 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.
- 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.

MÓDULO FM4

Produção e Consumo de Energia

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

A industrialização crescente da Sociedade tem exigido um aumento substancial do consumo de energia. Uma gestão correcta da energia, incluindo o recurso às energias renováveis é, cada vez mais, indispensável.

Este Módulo apresenta os mecanismos de transferência de energia, inevitavelmente, acompanhados de perdas de energia útil.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de descrever os meios mais comuns de produção de energia e compreender que, numa transferência de energia, esta se conserva mas perde qualidade.

3 | Conteúdos

1. Produção de energia

- 1.1 Fontes e receptores de energia
- 1.2 Energias renováveis e não renováveis
- 1.3 Transferências de energia
- 1.4 O trabalho e o calor como processos de medir energia

2. Consumo de energia

- 2.1 Conservação e degradação da energia
- 2.2 Potência
- 2.3 Rendimento

3 | Objectivos de Aprendizagem

1. Produção de energia

O aluno deve:

- Identificar fontes e receptores de energia.
- Exemplificar formas de energia renováveis e não renováveis.
- Definir o conceito de sistema físico.
- Conhecer que a energia pode ser armazenada num sistema e pode ser transferida entre sistemas.

- Identificar a fonte e o receptor numa transferência de energia.
- Reconhecer o calor como uma medida da energia transferida entre dois sistemas, a temperaturas diferentes.
- Reconhecer o trabalho como uma medida da energia transferida entre dois sistemas por acção de forças.
- Identificar o joule como a unidade SI de energia, de trabalho e de calor.
- Relacionar joule com quilowatt-hora.
- Compreender o funcionamento de centrais produtoras de energia.

2. Consumo de energia

O aluno deve:

- Identificar o consumo de energia como uma transferência de energia entre dois sistemas.
- Conhecer que, nas transferências de energia entre dois sistemas, a energia se conserva mas se degrada.
- Distinguir o significado dos termos conservar e consumir na linguagem científica e na linguagem comum.
- Conhecer a expressão $P = \frac{E}{\Delta t}$ que define a potência (P) em termos da energia (E) consumida por unidade de tempo.
- Identificar o watt como a unidade SI de energia.
- Conhecer as expressões $\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{fornecida}}}$ e $\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{fornecida}}}$, que definem o rendimento de uma transferência de energia.

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Exemplificar fontes e receptores de energia.
- Distinguir características fundamentais de fontes e receptores de energia.
- Exemplificar formas de energia renováveis e não renováveis.
- Dar exemplos de sistemas físicos, aos quais podem estar associadas uma ou mais formas de energia.
- Descrever situações que envolvem transferências de energia como, por exemplo, aquecimento de água, um berbequim a perfurar madeira, um carrinho a ser puxado numa rampa.
- Identificar situações em que a transferência de energia seja medida através do trabalho ou do calor.
- Analisar dados sobre as diferentes fontes de energia em alguns países.

Módulo FM4: Produção e Consumo de Energia

- Discutir as vantagens e desvantagens da produção de energia com base na utilização de recursos energéticos renováveis e não renováveis.
- Discutir a importância de poupar energia.
- Prever formas de poupar energia, no quotidiano.
- Discutir gráficos oficiais sobre consumos energéticos.
- Organizar uma exposição com os seguintes temas:
 - Energia e conforto.
 - Formas de poupar energia, na escola e em casa.
- Distinguir formas de energia do ponto de vista da sua capacidade como energia útil.
- Identificar, numa transferência de energia, as diferentes formas de energia associadas à fonte e aos receptores.
- Resolver exercícios numéricos que envolvam a definição de potência e a definição de rendimento.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas Fichas de exercícios numéricos. Poderá, também, servir para a avaliação o planeamento e a discussão de uma visita de estudo a uma Central, assim como a organização da exposição sugerida.

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.
- Bohren, C. F. (1996). *Nuvens numa caneca de cerveja – Experiências simples em física atmosférica*. Lisboa: Gradiva.
Livro de carácter experimental, 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.
- Holbrook, J. (1998). *School Science education for the 21st. century - Promoting Scientific and Technological literacy (STL)*. ICASE (Internacional Council of Associations for Science Education).

Módulo FM4: Produção e Consumo de Energia

Publicação sobre as preocupações para o século 21 acerca da literacia científica e tecnológica.

- 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.
- 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.

MÓDULO FM5

Luz e Som

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

A luz e o som têm uma importância fundamental na comunicação.

Este módulo apresenta as principais diferenças e semelhanças entre a natureza da luz e do som.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de identificar as diferenças e semelhanças entre a luz e o som e a importância dos fenómenos luminosos e sonoros na comunicação.

3 | Conteúdos

Luz e Som

1. Características da luz e do som
2. Reflexão, refacção e difracção da luz e do som
3. O olho humano
4. O ouvido humano

3 | Objectivos de Aprendizagem

Luz e Som

O aluno deve:

- Reconhecer que a luz e o som podem ser caracterizados por uma mesma grandeza física: a frequência.
- Identificar o hertz como a unidade SI de frequência.
- Reconhecer que a luz se propaga no vazio.
- Reconhecer que o som necessita de um meio material para se propagar.
- Reconhecer que o olho humano só consegue detectar a luz num intervalo muito pequeno de um largo espectro de frequências.
- Reconhecer que o ouvido humano só consegue detectar o som numa gama limitada de frequências.
- Identificar os intervalos de frequência para a luz visível e para o som que o ouvido pode detectar.
- Reconhecer que a luz e o som se propagam em linha recta num meio homogéneo.
- Conhecer os valores das velocidades de propagação da luz e do som, em diferentes meios.

- Identificar os fenómenos da reflexão, refração e difracção quer na luz, quer no som.
- Verificar que a luz e o som podem atravessar obstáculos de tipos diferentes.
- Conhecer as componentes do olho humano e as suas funções.
- Conhecer as componentes do ouvido humano e as suas funções.
- Reconhecer que tanto o olho como o ouvido humano conseguem detectar estímulos com intensidades muito diferentes

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Verificar, experimentalmente, que a luz se propaga no vazio e o som não.
- Observar diagramas do espectro electromagnético para verificar que a gama de luz visível corresponde a um intervalo muito pequeno de frequências.
- Localizar a gama de luz visível no espectro electromagnético.
- Verificar, experimentalmente, que o ouvido humano detecta sons apenas numa gama limitada de frequências.
- Investigar, documentalmente, a capacidade visual e auditiva de outros animais.
- Verificar, experimentalmente, que a luz e o som se propagam em linha recta em meios homogéneos.
- Analisar tabelas de valores de velocidades da luz e do som em diferentes meios.
- Verificar, experimentalmente, os fenómenos da reflexão, refração e difracção quer na luz, quer no som.
- Explorar os caminhos de propagação do som em situações como a de ouvirmos os sinos de uma igreja sem a vermos.
- Observar diagramas que permitam identificar as componentes do olho humano e do ouvido humano.
- Discutir a capacidade de adaptação do olho e do ouvido humanos exemplificando com estímulos de intensidades muito diferentes.
- Investigar as condições de formação do eco.

A avaliação deste Módulo deverá incidir sobre as actividades experimentais.

O relatório final das actividades deverá ser individual e será, também, um contributo importante na avaliação dos alunos

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.
- 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..
- Lecardonnell, J.-P. (1994). *Physique 1^{re} 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 FM6

Mecânica

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

Neste Módulo, as três ideias estruturantes a desenvolver são: as variações da posição e da velocidade de um corpo podem ser descritas graficamente e analiticamente; dois corpos interaccionam se o estado de movimento ou de repouso de um depende da existência do outro; um corpo permanecerá em repouso ou em movimento uniforme e rectilíneo se a resultante das forças que sobre ela actuam for nula.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: interpretar o movimento uniforme quer analiticamente, quer através de gráficos *posição x tempo* e *velocidade 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.

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

3 | Conteúdos

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

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. A Física estuda interacções entre corpos

O aluno deve:

- 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:

- nuclear forte
 - electromagnéticas e nuclear fraca, recentemente reconhecidas como duas manifestações de um único tipo de interacção
 - gravítica
- Reconhecer que todas as forças conhecidas se podem incluir num dos tipos de forças fundamentais.
 - Conhecer que dois corpos A e B estão em interacção se o estado de movimento ou de repouso de um depende da existência do outro.
 - Conhecer 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.

3. Movimento unidimensional com velocidade constante

O aluno deve:

- 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.
- Conhecer 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.
- 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: $x = x_0 + vt$.
- Verificar que a representação gráfica da expressão $x = x_0 + vt$, com $v = \text{constante}$, é uma linha recta.
- Relacionar o valor da velocidade média (que coincide com a velocidade instantânea) entre dois instantes com o maior ou menor valor do ângulo de inclinação da recta em relação ao eixo dos x .
- 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.
- Conhecer que movimento de translação de um corpo pode ser estudado através do movimento de um qualquer ponto do corpo.
- Reconhecer que o repouso ou movimento de um corpo se refere a um determinado sistema de referência.
- Identificar a força como responsável pela variação da velocidade de um corpo.
- Conhecer 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.

5 Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- 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.).
- Realizar uma actividade em que os alunos sugiram forças que conhecem e as incluam 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 interactivam.
- 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 $y = y(t)$. Cada grupo de alunos pode usar um dos processos e discuti-los.
- 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.
- Resolver exercícios com e sem a calculadora gráfica sobre movimento unidireccional.
- Discutir situações, sugeridas ou não pelos alunos, onde estes possam reconhecer a importância de poder tratar um corpo como um ponto onde se concentra toda a massa do corpo. 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.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios numéricos.

De todas as actividades sugeridas deve ser feito um relatório individual que contribuirá, efectivamente, para a avaliação do aluno.

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.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

MÓDULO FM7

Trabalho e Energia

Duração de Referência: 10 horas

1 | Apresentação

As transferências de energia entre sistemas mecânicos podem ser medidas pela grandeza trabalho.

Neste Módulo, a caracterização da grandeza trabalho surge apenas em situações em que a força tem a direcção do deslocamento

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de compreender que o trabalho realizado por uma força que actua num corpo pode ser calculado de duas formas: através do produto do módulo da força pelo módulo do deslocamento e pela diferença de dois valores de energia.

3 | Conteúdos

Trabalho e Energia

1. Trabalho
2. Teorema da energia cinética
3. Trabalho realizado por uma força conservativa e energia potencial
4. Lei da Conservação da energia mecânica

4 | Objectivos de Aprendizagem

Trabalho e Energia

O aluno deve:

- Definir o trabalho de uma força constante \vec{F} que actua sobre um corpo quando este efectua um deslocamento rectilíneo, d , como uma grandeza escalar $W = Fd$, em que F é o módulo da força e d é o deslocamento do ponto de aplicação da força.
- 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.
- 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.
- 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.

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Partindo de exemplos concretos do dia-a-dia, constatar que os corpos sujeitos a uma força que move o seu ponto de aplicação podem ser postos em movimento na horizontal ou modificar a sua altura em relação a um plano determinado. Em todas estas situações, a força realiza trabalho.
- Realizar exercícios que envolvam o cálculo do trabalho realizado por forças constantes, com a direcção do deslocamento, 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.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios numéricos.

A participação dos alunos na discussão de situações do dia a dia deve ser uma parte importante da avaliação deste módulo.

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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

MÓDULO FM8

Trabalhos Experimentais

Duração de Referência: **16 horas**

1 | Apresentação

O trabalho experimental desenvolve no aluno competências de nível processual e manipulativo, importantes para a sua actividade diária.

Neste módulo, são apresentadas quatro experiências que permitirão, para além de desenvolver as competências referidas, introduzir novos conteúdos físicos.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de planear uma experiência simples, cumprir um protocolo fornecido, traçar gráficos, tirar conclusões e escrever um relatório.

3 | Conteúdos

Trabalho Experimental

1. Corrente eléctrica induzida
2. Utilização do osciloscópio
3. Determinação experimental da densidade volúmica de um fluido
4. Observação de alguns fenómenos luminosos

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Corrente eléctrica induzida

- Verificar a existência de um campo magnético, utilizando uma agulha magnética.
- Reconhecer que um íman e uma corrente eléctrica podem criar um campo magnético.
- Verificar que a variação da intensidade da corrente eléctrica num circuito faz variar a intensidade do campo magnético gerado.
- Verificar que a variação do campo magnético numa região em que se encontra um circuito fechado faz surgir neste uma corrente eléctrica (corrente induzida).
- Verificar que a variação da corrente eléctrica num circuito faz surgir uma corrente eléctrica noutro circuito próximo, cuja intensidade depende da distância do primeiro.
- Elaborar um gráfico com os resultados experimentais obtidos.

2. Utilização do osciloscópio

O aluno deve:

- Conhecer, de forma esquemática, as principais componentes de um osciloscópio: Tubo de raios catódicos, placas deflectoras, alvo fluorescente.
- Utilizar o osciloscópio para medir uma diferença de potencial contínua.
- Medir a amplitude de uma tensão sinusoidal.
- Medir a frequência de uma tensão sinusoidal.
- Determinar a frequência da rede eléctrica.
-

4. Determinação experimental da densidade volúmica de um fluido

O aluno deve:

- Identificar as variáveis relevantes para a determinação da densidade volúmica de um fluido.
- Estabelecer um plano de execução da experiência.

5. Observação de alguns fenómenos luminosos

O aluno deve:

- Observar o fenómeno da reflexão da luz.
- Observar o fenómeno da refacção da luz.
- Observar a decomposição da luz branca utilizando um prisma óptico.
- Observar a recomposição da luz branca utilizando um segundo prisma.

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Realizar as actividades de laboratório abaixo indicadas, de acordo com as orientações metodológicas sugeridas.

1. Corrente eléctrica induzida

Material e equipamento necessários:

Galvanómetro de zero ao centro

Enrolamento primário (200 voltas, fio nº 20)

Enrolamento secundário (350 voltas, fio nº 24)

Bateria de automóvel

Interruptor

Íman permanente

Resistência de 20 000 Ω

Papel milimétrico

Protocolo

Determinar a relação entre o sentido da corrente no galvanómetro e a direcção do movimento do ponteiro no mostrador deste último. Para este efeito, deve ligar a bateria em série com o galvanómetro e a resistência de 20 000 Ω . Como é conhecido, o sentido da corrente fornecida pela bateria pode determinar-se a relação entre o sentido da corrente no galvanómetro e a direcção do desvio do ponteiro.

Ligar o enrolamento secundário ao galvanómetro. Ligar o enrolamento primário à bateria através do interruptor. O interruptor deve estar fechado apenas quando se efectuam leituras no galvanómetro. O sentido da corrente no primário é definido pela bateria e no secundário pelo desvio do ponteiro do galvanómetro.

Alinhar o primário e o secundário e no primário com os fios enrolados no mesmo sentido. Fechar o interruptor da bateria. Afastar, rapidamente, o secundário do primário e voltar a aproximá-los. Verificar a direcção das correntes no secundário e no primário nestas duas situações. Repetir o procedimento, movendo o primário em vez do secundário.

Estabelecer e interromper a corrente no primário e registar as correspondentes direcções das correntes no primário e no secundário. Determinar os desvios do galvanómetro, enquanto se interrompe e estabelece a corrente no primário, quando o primário e o secundário estão separados por 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 10 cm. Traçar, em papel milimétrico, o gráfico dos desvios do galvanómetro em função das distâncias entre os enrolamentos.

2. Utilização do osciloscópio

Material e equipamento necessários

Osciloscópio

Transformador de campainha (ou de escada)

Fonte de tensão alternada de amplitude e frequência variáveis.

Fios eléctricos

Interruptor

Procedimento

Realizar experiências simples com o osciloscópio que permitam a compreensão da utilidade de cada um dos botões do osciloscópio.

Utilizar o osciloscópio para medir a diferença de potencial nos extremos de uma pilha de 1,5 V, por exemplo.

Medir a amplitude de uma tensão sinusoidal fornecida por uma fonte de tensão alternada.

Medir a frequência de uma tensão sinusoidal fornecida por uma fonte de tensão alternada.

Determinar a frequência da rede eléctrica, utilizando o transformador de campainha.

3. Determinação experimental da densidade volúmica de um fluido

Material e equipamento necessário

Balança
Tubo em U
Proveta graduada
Água
Azeite
Régua graduada

Procedimento

O aluno deve proceder de acordo com o plano de trabalho elaborado. No entanto, deverá sempre consultar uma tabela de massas volúmicas e verificar a concordância do valor obtido com o valor tabelado.

4. Observação de alguns fenómenos luminosos

Utilizar espelhos planos e curvos para observar os diferentes tipos de imagem obtidos por reflexão da luz.

Utilizar uma tina de vidro com água e uma lanterna, para observar o fenómeno da refacção da luz.

Utilizar prismas ópticos para observar a decomposição e recomposição da luz branca.

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 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).

A avaliação neste Módulo deve incluir a classificação dos relatórios elaborados pelos alunos, assim como a classificação do desenvolvimento das competências atitudinais dos alunos, em laboratório.

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.

- 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.
- 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 21st. 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.
- 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.
- 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.

MÓDULO FM9

Movimentos e Forças II

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

Neste Módulo, desenvolvem-se as seguintes ideias estruturantes da Mecânica: a relação vectorial entre a aceleração de um corpo e a força resultante que actua sobre ele; a aplicação das leis da Dinâmica a situações em que existem forças atrito; o movimento de um corpo num plano.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: interpretar o movimento uniformemente variado quer analiticamente, quer através de gráficos *posição x tempo*, *velocidade x tempo* e *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 e sem atrito; descrever o movimento de um corpo no plano.

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

3 | Conteúdos

1. Movimento unidimensional com aceleração constante

- 1.1 Movimento uniformemente variado
- 1.2 Lei fundamental da Dinâmica
- 1.3 Força de atrito

2. Introdução ao movimento no plano

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Movimento unidimensional com aceleração constante

O aluno deve:

- Inferir da representação gráfica $x = f(t)$ que, se a velocidade média variar com o tempo, o gráfico obtido deixa de ser uma recta.
- Conhecer 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.
- Conhecer 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 expressão $v = v_0 + at$, com $a = \text{const.}$, é uma linha 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.
- Verificar que a aceleração adquirida por um corpo é directamente proporcional à resultante das forças que sobre ele actuam, sendo a constante de proporcionalidade a massa do corpo (Lei fundamental da Dinâmica).
- Reconhecer que a direcção e o sentido da aceleração de um corpo coincidem sempre com a direcção e o sentido da resultante das forças aplicadas a esse corpo: $\vec{F} = m\vec{a}$.
- 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 é paralela à superfície.
- dois corpos em contacto, assentes numa mesa polida, horizontal, actuados por forças constantes cuja direcção é igual à direcção da superfície da mesa.
- Interpretar a origem da força de atrito com base na rugosidade das superfícies em contacto.
- Conhecer os conceitos de coeficiente de atrito estático μ_e e de coeficiente de atrito cinético μ_c .
- 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 a qual se encontra, $F = \mu_c R_n$ aplicando-a a situações do dia-a-dia.
- Reconhecer situações em que é útil a existência de forças 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.

O aluno deve:**2. 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 no eixo horizontal desenhada 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 gravidade 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 o 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 o 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° com o eixo dos x .

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- Discutir situações de variação ou não da velocidade de um corpo e as respectivas causas. Por exemplo, se um corpo se move 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.
- Resolver exercícios onde o aluno possa verificar se é capaz de identificar o vocabulário específico aprendido.
- 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 tabelas de valores de coeficientes de atrito, seleccionando materiais consoante o efeito pretendido.
- Identificar situações correntes em que as forças de atrito podem ser prejudiciais ou úteis.
- Identificar processos utilizados na indústria para diminuir o efeito das forças de atrito entre peças de motores, entre comboios e carris e noutras situações.
- Resolver exercícios numéricos em que intervenha a força de atrito.
- Desenvolver a seguinte Actividade de Demonstração:

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 ou máquina fotográfica digital para gravar o movimento do projectil. Visualizar em seguida a gravação num televisor, sobre cujo ecrã 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.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios numéricos.

De todas as actividades sugeridas deve ser feito um relatório individual que contribuirá, efectivamente, para a avaliação do aluno.

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. *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.
- 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 21st. 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.
- Lecardonnell, J.-P. (1994). *Physique 1^{re}*. 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 FM10

Sistemas Termodinâmicos

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

Este módulo tem como objectivo a compreensão dos balanços energéticos que ocorrem nos sistemas termodinâmicos.

2 | Competências Visadas

Para identificar e compreender os balanços energéticos é necessário que o aluno conheça o significado dos termos científicos que constituem a linguagem da Termodinâmica.

Assim, no final deste Módulo, o aluno deve saber: a energia total do Universo é invariante, no entanto, é impossível usar e voltar a usar, indefinidamente, a energia sem que esta perca qualidade. É esta diminuição de disponibilidade que acompanha, inexoravelmente, qualquer transformação de energia que 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.

3 | Conteúdos

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

O aluno deve:

- 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.
- 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.
- Identificar processos termodinâmicos
- Exemplificar processos termodinâmicos com situações do dia-a-dia.

2. Variáveis de estado

O aluno deve:

- Perspectivar a evolução histórica da Termodinâmica em função da evolução da Teoria cinético-molecular.
- 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).
- Identificar a pressão e volume como grandezas que, com a temperatura, caracterizam o estado termodinâmico de um sistema, e se denominam variáveis de estado.
- 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

O aluno deve:

- Reconhecer 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.
- 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.
- Conhecer o significado físico da grandeza capacidade térmica.
- Explicar fenómenos do dia-a-dia com base no conceito de capacidade térmica.
- 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.
- 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 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- 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.
- 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 $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Resolver questões numéricas em que intervenha o cálculo de temperaturas em escalas diferentes.
- 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:
 - 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.

A avaliação formativa, neste Módulo, deve incluir a realização de algumas Fichas de exercícios numéricos. Poderá, também, servir para a avaliação o planeamento e a discussão de uma visita de estudo a uma Unidade de Investigação sobre energias renováveis como, por exemplo, a existente no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

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 coleção "Pedagogies", para professores. Podem encontrar-se temas como: os saberes escolares hoje em dia, a construção de dispositivos didáticos, 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 21st. 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.
- Lecardonnell, J.-P. (1994). *Physique 1^{re}*. 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 FM11

Sistemas Eléctricos e Magnéticos

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

A enorme quantidade de energia potencial acumulada nas albufeiras das barragens hidroeléctricas não teria qualquer utilidade se não fosse possível transferir essa energia para onde ela tem de ser utilizada (casas, fábricas, hospitais, etc.).

Este módulo destina-se à compreensão de processos envolvidos na produção e utilização da electricidade.

2 | Competências Visadas

O aluno deverá 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 estudadas.

Posteriormente, o aluno é levado a compreender 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.

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

3 | Conteúdos

1. A corrente eléctrica como forma de transferência de energia

- 1.1 Geradores de corrente eléctrica
- 1.2 Potencial eléctrico
- 1.3 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

O aluno deve:

- 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:
 - baterias e células químicas;
 - células fotoeléctricas.

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 o quociente da força eléctrica que actua numa carga de prova colocada nesse ponto e o valor dessa carga.

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.

Reconhecer 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.

Reconhecer 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.

Reconhecer 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.

Reconhecer 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.

- 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.
- Recordar a Lei de Ohm $V = RI$.
- Explicar o significado de resistência equivalente.
- Calcular as resistências equivalentes a associações de resistências em série e em paralelo.
- 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.

2. Indução electromagnética

O aluno deve:

- Conhecer a existência de materiais magnéticos e de forças magnéticas.
- Identificar pólos magnéticos.
- 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.
- Identificar o tesla como unidade SI de 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 θ entre as linhas de campo e a superfície.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- 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.
- 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 $P = RI^2$;
 - calcular resistências equivalentes a associações de resistências.
- Realizar uma actividade, utilizando limalha de ferro, para visualizar o campo magnético criado por um íman permanente, identificando as regiões de maior intensidade.
- Realizar uma actividade, utilizando uma agulha magnética, para verificar que a passagem de uma corrente eléctrica num circuito origina uma força.

- Realizar uma actividade para comparar as linhas de campo do campo magnético criado por um íman permanente e do campo magnético criado por um solenóide percorrido por uma corrente eléctrica.
- Realizar uma actividade 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 uma actividade em que o aluno possa perceber o funcionamento do osciloscópio.

A avaliação formativa, neste Módulo, deve incluir a realização de algumas Fichas de exercícios numéricos. O relatório das actividades deverá ser individual e será também um contributo importante na avaliação dos alunos

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.
- 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 21st. 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.
 - 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.

Módulo FM11: *Sistemas Eléctricos e Magnéticos*

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.

MÓDULO FM12

Movimentos Ondulatórios

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

São duas as ideias estruturantes que se pretendem desenvolver neste módulo: a propagação de uma vibração dá origem a uma onda (a um movimento ondulatório); quer o som, quer a luz são ondas, no entanto, o som é uma onda mecânica e a luz é uma onda electromagnética.

2 | Competências Visadas

O aluno deve conhecer as grandezas físicas que caracterizam as vibrações e as ondas. Deve ainda ser capaz de compreender conceitos relacionados com as ondas sonoras e as luminosas.

3 | Conteúdos

6. Ondas mecânicas

6.1 Sistemas vibratórios

6.2 Propagação de uma vibração num meio material: ondas mecânicas

6.3 Ondas sonoras

7. Ondas electromagnéticas

7.1 Natureza da Luz

7.1.1 Evolução histórica dos conhecimentos sobre a luz

7.1.2 Espectro electromagnético

7.2 A óptica geométrica e o modelo do raio luminoso

7.3 A óptica quântica e a interpretação do efeito fotoelétrico

7.4 A óptica ondulatória e a interpretação do fenómeno da interferência

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Ondas mecânicas

1.1 Sistemas vibratórios

- Definir movimento periódico como aquele cujas características se repetem em intervalos de tempo iguais.
- Caracterizar o movimento oscilatório ou vibratório como aquele em que um partícula se desloca para trás e para a frente sobre o mesmo caminho.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- 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 $F = -kx$, em que k é uma constante.
- Analisar graficamente a posição da partícula sujeita à força $F = -kx$, 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 por frequência do MHS: $f = 1/T$
- Definir a unidade SI da grandeza frequência.
- Definir frequência angular do MHS como a grandeza $\omega = 2\pi / T$
- 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 $F = -kx$ 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 Propagação de uma vibração num meio material: ondas mecânicas

- Identificar 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 se propaga 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

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

com as mesmas características, à medida que a perturbação as atinge (onda harmónica).

- Recordar o significado das grandezas associadas a uma onda: amplitude, comprimento de onda, e velocidade de propagação.
- 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.
- 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.

1.4 Ondas sonoras

- 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 se podem reflectir 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.
- 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).

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- 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.
- 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.
- 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.

2. Ondas electromagnéticas**2.1 Natureza da luz**

- 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.
- 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.
- Identificar a importância das radiações infravermelha e ultravioleta para os seres vivos.

2.2 A Óptica geométrica e o modelo do raio luminoso

- Conhecer que no estudo da óptica geométrica a luz é tratada como um conjunto de raios que se propagam em linha recta.
- Conhecer que o modelo do raio luminoso permite explicar por que vemos os objectos, a existência de sombras e os fenómenos da reflexão, da refacção da luz.
- Descrever as leis da reflexão.
- Aplicar as leis da reflexão à construção de imagens dadas por espelhos planos.
- Aplicar as leis da reflexão à construção de imagens dadas por espelhos côncavos e convexos.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- Descrever as leis da refacção.
- Aplicar as leis da refacção à noção de ângulo limite.
- Aplicar as leis da refacção à construção de imagens dadas por lentes delgadas convergentes e divergentes.
- Identificar as aplicações práticas dos espelhos côncavos e convexos assim como das convergentes e divergentes.

2.3 A Óptica quântica e a interpretação do efeito fotoeléctrico

- Explicar o efeito fotoeléctrico no âmbito da óptica quântica – em que a luz é tratada tendo em conta a sua natureza corpuscular.
- Identificar as características do fóton.
- Interpretar qualitativamente o efeito fotoeléctrico.
- Relacionar matematicamente a energia mínima incidente num metal com a energia cinética dos electrões ejectados na existência de efeito fotoeléctrico.
- Identificar as aplicações práticas do efeito fotoeléctrico.

2.4 A óptica ondulatória e a interpretação do fenómeno da interferência

- Explicar o fenómeno da interferência de duas ondas luminosas no âmbito da óptica ondulatória – em que a luz é tratada tendo em conta a sua natureza ondulatória.
- Interpretar qualitativamente o fenómeno da interferência.
- Reconhecer no dia a dia o fenómeno da interferência.

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

1. Ondas mecânicas

- ✓ Observar o movimento vibratório 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 vibratório 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 uma gráfico da posição do corpo em função do tempo, as características principais do movimento oscilatório harmónico.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- ✓ 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.
- ✓ Verificar, consultando tabelas, que a velocidade do som é, em geral superior nos sólidos em relação aos líquidos e nestes em relação aos gases.
- ✓ Verificar através de um esquema que, de uma forma geral, as ondas sonoras se propagam 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).
- ✓ 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, em que uma unidade corresponde a um factor de dez.
- ✓ Realizar uma actividade experimental para observar ondas sonoras de diferentes características, utilizando um osciloscópio.

2. Ondas electromagnéticas

- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ Construir e identificar as características da imagem de um objecto dada:
 - por uma lupa;
 - pelo olho humano;

Módulo QM1: *Segurança em Laboratórios de Química*

- ✓ 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 práctico-laboratoriais:
 - Determinar o índice de refração de um material.
 - Observar a formação de imagens em espelhos e em lentes.
- ✓ Visualizar em esquema o fenómeno da interferência da luz.
- ✓ Mostrar de forma esquemática um circuito com uma célula fotoelétrica.
- ✓ 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.

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios principalmente de escolha múltipla e verdadeiro/falso, com vista à discussão dos conceitos qualitativamente.

A participação dos alunos na discussão de situações do dia a dia deve ser uma parte importante da avaliação deste módulo.

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.
- Durandea, 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 1re S*. Paris: Bordas.
Livro de carácter geral para professores e alunos.

Módulo QM1: *Segurança em Laboratórios de Química*

- Serway, R. A. (1996). *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Saunders CollegePublishing.

Livro de carácter geral para professores.

MÓDULO FM13

Física Moderna

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

Os conceitos da Física Moderna são imprescindíveis para a compreensão de muitas aplicações tecnológicas utilizadas. Neste módulo os alunos contactarão de forma elementar com os principais fenómenos e ideias que conduziram à Física dos nossos dias.

2 | Competências Visadas

O aluno deve conhecer de forma elementar as descobertas e ideias fundamentais que conduziram à Física actual e algumas das suas aplicações à moderna tecnologia.

3 | Conteúdos

1. Breve introdução à Física Moderna

- 1.1 A descoberta da estrutura do átomo
- 1.2 Os novos conceitos do espaço e do tempo

2. Conceitos de Física Nuclear

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Breve Introdução à Física Moderna

1.1 A descoberta da estrutura do átomo

- Reconhecer que os conceitos da Física Clássica, permitiam uma interpretação satisfatória da maioria dos fenómenos da Natureza conhecidos os finais do século XIX.
- Conhecer que nos finais do século XIX a descrição da constituição da matéria assentava no conceito de átomo, entidade considerada indivisível que caracterizava cada elemento químico.
- Reconhecer que os espectros de emissão de radiação electromagnética, já conhecidos no século XIX, apresentam por vezes uma distribuição de energia contínua e, em muitos casos, discreta (espectros de riscas), que a Física Clássica não conseguia explicar.
- Reconhecer que a energia pode ser transportada a distâncias grandes por feixes de partículas ou por ondas.

Módulo QM1: *Segurança em Laboratórios de Química*

- Identificar as diferenças fundamentais entre as características físicas de uma partícula e de uma onda.
- Identificar algumas das descobertas fundamentais que conduziram à elaboração de uma nova Física:
 - A hipótese de M. Planck de que a radiação electromagnética só se transmite em quantidades discretas de energia, hf , em que h é a constante de Planck e f é a frequência da radiação;
 - A explicação de A. Einstein do efeito fotoeléctrico, introduzindo o conceito de corpúsculo ou quantum de radiação.
 - A descoberta do electrão por J. J. Thomson, que evidenciou a existência de uma estrutura interna dos átomos;
 - A descoberta dos raios X por W. Röntgen, que mostrou a possibilidade de os átomos emitirem radiação electromagnética quando bombardeados por electrões
 - A experiência de E. Rutherford, que demonstrou que carga positiva está concentrada numa região do átomo de dimensão muito pequena e em que está concentrada a quase totalidade da massa do átomo: o núcleo.
- Reconhecer que as descobertas fundamentais descritas, juntamente com os conhecimentos já existentes sobre as ondas electromagnéticas, conduziram à necessidade de uma descrição dual da radiação electromagnética: como onda e como partícula, o fóton.
- Concluir que a descoberta da existência de electrões nos átomos e a evidência do núcleo positivo sugere que os electrões orbitam em torno do núcleo.
- Descrever de forma sucinta a teoria de Bohr do átomo de hidrogénio, salientando, para os estados de energia discretos correspondentes às órbitas estáveis dos electrões:
 - a expressão dos valores de energia correspondentes;
 - a expressão dos valores dos raios das órbitas.
- Verificar que a ocorrência de emissão ou absorção de energia apenas quando o átomo de hidrogénio transita de um estado estacionário para outro permite explicar os espectros de riscas já conhecidos.
- Reconhecer qualitativamente que, ainda que a teoria de Bohr não possa aplicar-se directamente a sistemas atómicos com mais do que um electrão, permite compreender que nos átomos, em geral, existem estados estacionários discretos de energia, correspondentes a diferentes configurações electrónicas.
- Reconhecer que a emissão (ou absorção) de raios X corresponde a transições de electrões interiores do átomo
- Reconhecer que as ligações químicas envolvem os electrões atómicos mais exteriores.
- Observar em esquema a disposição dos átomos num metal e a partilha dos electrões exteriores por vários átomos.

1.2 Novos conceitos do espaço e do tempo

- Representar, graficamente, em esquema, a relação de Galileu entre as coordenadas de posição de um corpo em relação a um determinado sistema de referência e em relação a outro sistema de referência que se move em relação ao primeiro com velocidade constante, apenas para movimento unidimensional.
- Reconhecer por exemplos simples o princípio da relatividade: as leis da Física são as mesmas quando verificadas em dois sistemas de referência que se movem em relação uma ao outro com velocidade constante.
- Enunciar os dois postulados da teoria da relatividade de Einstein:
 - Reafirmação do princípio da relatividade, já referido;
 - A invariância da velocidade da luz quando medida por observadores em sistemas de referência que se movem um em relação ao outro com velocidade relativa constante.
- Demonstrar, através de um exemplo simples, que a constância da velocidade da luz implica que o intervalo de tempo entre dois acontecimentos é diferente quando medida por observadores em sistemas de referência que se movem um em relação ao outro com velocidade relativa constante.
- Enunciar a relação de Einstein entre a energia e a massa de um corpo, $E = mc^2$

2. Conceitos de Física Nuclear

- Demonstrar que a descoberta, por Becquerel, da radioactividade conduziu à evidência de que o próprio núcleo não era indivisível mas possuía também estrutura.
- Distinguir núcleos estáveis de núcleos instáveis.
- Definir decaimento radioactivo como um processo em que um núcleo atómico num estado de energia instável emite partículas (α ou β) ou radiação electromagnética, passando a um estado de energia mais baixa.
- Distinguir estas três formas de emissão radioactiva, α , β e γ , através da capacidade de penetração na matéria e da possibilidade da deflexão das suas trajectórias por campos magnéticos
- Distinguir as partículas α , com carga eléctrica positiva de módulo igual a duas vezes a carga do electrão, das partículas β , que são electrões.
- Caracterizar a radiação γ como radiação electromagnética, em geral de energia superior à da radiação X, mas distinguindo-se desta última por ser originada no núcleo
- Concluir, através da análise dos núcleos resultantes do decaimento radioactivo, que os núcleos atómicos são constituídos por dois tipos de partículas: os prótons, com carga eléctrica positiva de módulo igual à do electrão, e os neutrões, com massa aproximadamente igual à do próton, mas electricamente neutros.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- Definir a força que permite manter os prótons unidos no núcleo, vencendo a repulsão electrostática, como a força nuclear forte, de intensidade muito superior à da força electrostática mas de alcance muito pequeno.
- Concluir da neutralidade eléctrica dos átomos que o número de prótons no núcleo é igual ao número de electrões no átomo e que este número (denominado número atómico Z) caracteriza cada elemento químico.
- Inferir das massas atómicas dos elementos que o número de neutrões no núcleo varia de elemento para elemento.
- Concluir que a massa de um núcleo é dada pelo produto da soma do número de prótons e neutrões que o constituem (número de massa A) pela massa de um próton.
- Identificar a constituição de um núcleo X pela notação A_ZX , e concluir que o número de neutrões neste núcleo é $N = A - Z$.
- Identificar uma partícula α com um núcleo de hélio, constituído por dois prótons e dois neutrões.
- Concluir que:
 - num decaimento α o núcleo resultante Y possui menos dois prótons e dois neutrões do que o núcleo original X , o que se pode traduzir pela equação de conservação de massa e carga ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$.
 - num decaimento β o núcleo resultante Y possui a mesma massa e mais uma unidade de carga do que o núcleo original X , o que se pode traduzir pela equação de conservação de massa e carga ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$.
 - num decaimento γ o núcleo resultante possui a mesma massa e a mesma carga de do que o núcleo original.
- Definir isótopos como núcleos com o mesmo valor de número atómico Z mas valores diferentes do número de massa A . Exemplificar com os isótopos do hidrogénio.
- Compreender que a maioria dos núcleos existentes na Terra são estáveis, existindo cerca de 270 isótopos estáveis e 50 isótopos radioactivos.
- Definir o conceito de tempo de meia vida de um núcleo radioactivo como o intervalo de tempo necessário para que o número de núcleos radioactivos se reduza a metade
- Identificar o tempo de vida média como uma característica de cada decaimento radioactivo.
- Observar esquemas gráficos dos processos de fissão e fusão nuclear nuclear como fontes de energia.

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

- ✓ Pretende-se que a apresentação das diferentes ideias seja efectuada de forma essencialmente qualitativa, com recurso sobretudo à representação gráfica, mas também às demonstrações experimentais que o equipamento disponível permita.

Módulo QM1: *Segurança em Laboratórios de Química*

- ✓ Explorar de forma elementar e recorrendo a gráficos e a experiências simples, os principais sucessos da Física Clássica na descrição da Natureza:
 - a interacção gravítica, as leis de Newton e o movimento dos planetas;
 - a interacção electromagnética, a lei de Coulomb, a disposição da limalha de ferro junto a um íman.
- ✓ Efectuar uma busca na literatura e na internet procurando elementos sobre a descrição da matéria desde a Grécia antiga até aos finais do Séc. XIX.
- ✓ Verificar com espectroscópios simples e de forma gráfica que os sólidos aquecidos emitem radiação contínua enquanto que os gases aquecidos emitem radiação discreta (de riscas)
- ✓ Observar espectros de riscas correspondentes a diferentes elementos e distinguir, por comparação, espectros de emissão de espectros de absorção.
- ✓ Enunciar as características fundamentais da descrição de uma partícula: uma partícula está localizada num ponto do espaço e comporta-se como um projectil pode ser desviada na sua trajectória e perder ou ganhar energia por colisão com outra partícula, não apresentando qualquer efeito de interferência ou difracção.
- ✓ Enunciar as características fundamentais da descrição de uma onda: comporta-se como a perturbação periódica de um meio. O seu conteúdo energético está distribuído de modo contínuo no espaço e no tempo e não está localizada num ponto do espaço. Uma onda pode difractar-se e, ao cruzar-se com outra onda, não é desviada, mas podem surgir efeitos da interferência.
- ✓ Efectuar uma busca na literatura e na internet procurando elementos sobre a descrição da luz desde a Grécia antiga até aos finais do séc. XIX.
- ✓ Descrever de forma esquemática o efeito fotoeléctrico, salientando a forma como a ideia do fóton, apresentada por Einstein na sequência da hipótese de Planck, permite explicá-lo, ao contrário da tentativa de explicação clássica, baseada na descrição ondulatória.
- ✓ Apresentar aplicações práticas do efeito fotoeléctrico.
- ✓ Discutir de forma elementar a dualidade onda-corpúsculo da radiação, apresentando diferentes fenómenos em que as características corpusculares ou as características ondulatória são evidenciadas.
- ✓ Salientar que as características ondulatórias e corpusculares da luz nunca são detectadas simultaneamente.
- ✓ Elaborar um trabalho descrevendo sucintamente as sucessivas descobertas que conduziram ao conceito moderno de átomo:
 - a descoberta do electrão;
 - a descoberta dos raios X;
 - a experiência de Rutherford e a descoberta do núcleo atómico;salientando, em cada caso, a contribuição de cada uma para a descrição do átomo.
- ✓ Utilizar um tubo de raios catódicos para verificar experimentalmente que os electrões são absorvidos pela matéria e podem ter a trajectória alterada na presença de um campo magnético.

Módulo QM1: *Segurança em Laboratórios de Química*

- ✓ Descrever de forma muito simples aplicações tecnológicas do tubo de raios catódicos: o osciloscópio, a televisão catódica.
- ✓ Descrever graficamente o modo de funcionamento de um gerador de raios X.
- ✓ Enunciar as características dos raios X e descrever algumas aplicações práticas da radiação X: em medicina, etc.
- ✓ Apresentar através de esquemas simples, a experiência de Rutherford, mostrando como esta experiência evidenciou a existência do átomo nuclear.
- ✓ Apresentar de forma gráfica os níveis de energia previstos na teoria de Bohr do átomo de hidrogénio, evidenciando as diferentes séries das riscas de emissão
- ✓ Utilizar a fórmula da energia, em função do número atómico principal n , dos estados estacionários do hidrogénio na teoria de Bohr, para calcular a energia da radiação correspondente a várias riscas, identificando a localização de cada risca no espectro electromagnético.
- ✓ Apresentar em diagrama as diferentes configurações dos electrões num átomo com muitos electrões
- ✓ Apresentar graficamente a relação de Galileu entre as coordenadas de posição de um corpo em relação a dois sistemas de referência que se movem um em relação ao outro com velocidade constante, na situação mais simples em que a direcção e sentido do eixo dos x são os mesmos nos dois sistemas.
- ✓ Apresentar um exemplo simples, nomeadamente, uma bola atirada na vertical *para cima* por uma pessoa num vagão de caminho de ferro, movendo-se com velocidade constante em relação ao solo ou um objecto caindo do topo do mastro de um navio, movendo-se com velocidade constante em relação à água, para demonstrar que as mesmas leis da mecânica se verificam quando os acontecimentos são descritos por um observador no sistema ligado ao vagão ou ao navio, e ao solo ou à água, respectivamente.
- ✓ Discutir, utilizando gráficos, uma experiência em que a luz se desloca entre dois espelhos colocados, na mesma vertical, no tecto e no chão de um vagão que se deslocam com velocidade constante em relação ao solo. Considerando os dois acontecimentos que consistem em duas reflexões sucessivas da luz nos espelhos, verificar que a trajectória da luz é diferente quando observada num sistema de referência ligado ao vagão e noutro sistema de referência ligado ao solo. Concluir que o intervalo de tempo entre os dois acontecimentos tem valores diferentes quando medido num ou no outro sistema de referência.
- ✓ Investigar na literatura ou na internet a história da descoberta da radioactividade nos últimos anos do século XIX e nos primeiros do século XX.
- ✓ Interpretar, apenas utilizando gráficos, como um exemplo prático da lei do decaimento radioactivo a utilização do método de carbono 14 na datação de tecidos orgânicos antigos.
- ✓ Efectuar pesquisas na literatura e na Internet sobre aplicações pacíficas da energia nuclear.
- ✓ Observar um esquema de uma central nuclear.
- ✓ Discutir a fusão nuclear como origem da energia solar.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

A avaliação formativa neste Módulo deve incluir a realização de algumas fichas de exercícios principalmente de escolha múltipla e verdadeiro/falso, com vista à discussão dos conceitos qualitativamente.

A participação dos alunos na discussão de situações do dia a dia deve ser uma parte importante da avaliação deste módulo.

6 | Bibliografia / Outros Recursos

Bibliografia essencial

- Beiser, Arthur, (1987), *Concepts of Modern Physics*. New York: MacGraw-Hill Book Co.
Livro sobre Física Moderna Básica para professores.
- Acosta, V., Cowan, C. L., e Graham B. J. (1973), *Essentials of Modern Physics*, New York: Harper and Row.
Livro muito didático sobre Física Moderna para professores.
- Krane, Keneth (1996) *Modern Physics*, New York: John Wiley and Sons.
Livro para professors.
- Eisberg, R. e Resnick, R. (1985), *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles*, New York: John Wiley and Sons.
Livro avançado sobre Física Moderna, para professores
- Serway, R. A., Moses, C. J., e Moyer, C. A. (1997), *Modern Physics*, Fort Worth: Saunders, College Publishing.
- Krane, Keneth (1996) *Modern Physics*, New York: John Wiley and Sons.
Livro mais avançado sobre Física Moderna, para professores.
- The ABC's of Nuclear Science: um guia para professores na Internet, em <http://www.lbl.gov/abc/>
- Elementos de Física Moderna acessíveis a alunos, em <http://www.ufsm.br/gef/Moderna00.htm>

MÓDULO QM1

SEGURANÇA em LABORATÓRIOS de QUÍMICA

Duração de Referência: **5 horas**

1 | Apresentação

Neste Módulo, encontram-se sistematizados alguns dos conceitos e das atitudes em relação à segurança geral e pessoal que os alunos deverão utilizar ao longo de todos os módulos, num progressivo processo de aprendizagem. Pretende-se que os alunos compreendam o paralelismo existente entre as situações laboratoriais e as situações do quotidiano, nas quais a segurança é um factor de importância primordial.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de compreender que o laboratório de química é um local que exige o cumprimento de normas particulares de segurança, atendendo ao tipo de equipamento/reagentes que se manipulam. Deve ainda saber seleccionar e utilizar o equipamento básico necessário a uma actividade prático-laboratorial.

3 | Conteúdos

1. Segurança geral e pessoal

- 1.1. Regras de segurança gerais
- 1.2. Regras de segurança pessoais
- 1.3. Equipamento de protecção, de limpeza e de emergência
- 1.4. Tratamento de resíduos

2. Equipamento básico de laboratório

- 2.1. Vidros
- 2.2. Plásticos
- 2.3. Metais
- 2.4. Outros
- 2.5. Aparelhos de medição

3. Reagentes

- 3.1. Tipos de reagentes
- 3.2. Perigos e atitudes de segurança
- 3.3. Rótulos

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Segurança geral e pessoal

O aluno deve:

- Reconhecer o laboratório como um lugar de trabalho sério e de risco potencial
- Conhecer a localização das saídas de emergência, dos extintores, da caixa de primeiros socorros e de outros equipamentos de segurança
- Identificar os símbolos de segurança: sinais de obrigação, de perigo e de proibição
- Elencar o conjunto de regras de segurança gerais e pessoais
- Elencar o conjunto de equipamento de segurança, de emergência e de limpeza no laboratório
- Reconhecer a necessidade de proceder ao tratamento de resíduos de modo a minimizar o seu impacte no ambiente

2. Equipamento básico de laboratório

- Identificar os diferentes tipos de materiais (plástico, vidro, cerâmica, metais e madeira) com os quais são fabricados os equipamentos de laboratório
- Identificar as situações em que podem ser utilizados
- Associar a alguns dos aparelhos do laboratório a função a que estão destinados

3. Reagentes

- Identificar as principais famílias de reagentes: os ácidos, as bases e os sais
- Associar a cada família de reagentes os perigos e as atitudes de segurança correctos
- Interpretar um rótulo de um reagente

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A simulação de um acidente dentro do laboratório: a cada grupo será destinado um tipo de acidente em relação ao qual os alunos deverão procurar, antes da simulação, todos os procedimentos correctos de actuação; os outros grupos serão os críticos em relação a essa actuação
- Listagem de quais os procedimentos incorrectos que foram a causa próxima do acidente
- Elaboração de um quadro onde conste o nome do equipamento, o material de que é feito, onde se utiliza, (cada grupo deverá ter a seu cargo um conjunto de 4 ou 5 peças do equipamento laboratorial)
- Interpretação da rotulagem: cada grupo deverá ter acesso a dois reagentes pertencentes a famílias diferentes e deverá interpretar a simbologia do respectivo rótulo e listar as diferentes indicações lá contidas; posteriormente, deverão comparar as semelhanças e diferenças entre os 2 rótulos

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- Interpretação do rótulo de um produto do quotidiano (detergente, desentupidor, lixívia,)

A avaliação deste módulo deverá ser formativa, contínua e sistemática, tendo em conta, nomeadamente, a qualidade de actuação em caso de acidente e a crítica apresentada à actuação dos outros grupos, o respeito pelas normas de segurança gerais e pessoais, a qualidade das informações recolhidas em relação ao material e aos rótulos de reagentes.

6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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*, 5th 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.

Módulo QM1: Segurança em Laboratórios de Química

- 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 (activos em Abril de 2005)

- <http://www.chemkeys.com/bra/index.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 (regras, manual de segurança e um conjunto de ligações a outros lugares.)
- 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 (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)

MÓDULO QM2

MATERIAIS

Duração de Referência: 15 horas

1 | Apresentação

Um primeiro passo na compreensão do que nos rodeia é descobrir a Natureza e a imensa diversidade de materiais que nela abundam, assim como no mundo artificialmente construído. Para isso, a classificação dos materiais bem como o estudo da sua constituição, tornam-se objectivos fundamentais de pesquisa e trabalho laboratorial.

A Química, assim como as outras Ciências, tem como objectivo interpretar as situações do dia-a-dia, transpondo para o laboratório e para a sala de aula a simulação de situações que fazem parte do quotidiano.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de associar, a diferentes materiais a sua origem quer como fazendo parte da constituição de organismos vivos ou não vivos, quer em termos de natural ou sintética, descrever alguns desses materiais, atendendo ao aspecto macroscópico dos seus principais constituintes, identificar e determinar algumas das propriedades físicas e químicas dos materiais que os permitem distinguir, e ainda separar os componentes de misturas heterogéneas e homogéneas.

3 | Conteúdos

1. Constituição do mundo material

- 1.1. Materiais naturais e materiais sintéticos
- 1.2. Materiais nos estados sólido, líquido e gasoso; mudanças de estado
- 1.3. Misturas homogéneas e misturas heterogéneas

2. Propriedades físico-químicas dos materiais

- 2.1. Propriedades físicas mais comuns: massa, densidade ou massa volúmica, estado físico e temperaturas de fusão e de ebulição
- 2.2. Propriedades químicas: comportamento perante indicadores de ácido-base

3. Separação das substâncias constituintes de uma mistura

- 3.1. Separação das substâncias existentes numa mistura heterogénea
- 3.2. Separação das substâncias existentes numa mistura homogénea

4. Transformações físicas e transformações químicas

- 4.1 O que distingue uma transformação química de uma física
- 4.2 Calor e temperatura: qual a diferença

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Constituição do mundo material

O aluno deve:

- Distinguir material natural de material sintético em função da sua origem
- Reconhecer que o ar, as rochas, o carvão, o petróleo, a água, as plantas, ...são materiais naturais
- Reconhecer a existência de materiais, como por exemplo, o vidro, o plástico, a cerâmica, ...que resultam de outros materiais, por transformações físicas e químicas, produzidas quer a nível industrial, quer artesanal e que, por isso, se designam por sintéticos
- Reconhecer que, quer os materiais naturais, quer os materiais sintéticos, satisfazem muitas das necessidades do homem e da sociedade
- Identificar recursos naturais renováveis e não renováveis
- Reconhecer a necessidade de preservar os recursos naturais, a fim de se evitar o seu esgotamento a curto prazo
- Assumir a necessidade de reduzir, reutilizar, reciclar, o lixo doméstico e industrial
- Caracterizar um material no estado sólido como aquele que apresenta volume constante e forma própria
- Caracterizar um material no estado líquido como aquele que apresenta volume constante e forma variável
- Caracterizar um material no estado gasoso como aquele que apresenta volume e forma variáveis
- Interpretar um diagrama de mudanças de fase onde constem a fusão, a solidificação, a vaporização, a condensação (liquefação) e a sublimação
- Descrever a constituição macroscópica de alguns materiais, como a água (do mar, de rios, de consumo, ...), o ar, o crude (petróleo), o granito, ...
- Reconhecer que alguns materiais apresentam, à vista desarmada um aspecto não uniforme, constituindo exemplos de misturas heterogéneas
- Reconhecer que alguns materiais apresentam, à vista desarmada, um aspecto uniforme, constituindo exemplos de misturas homogéneas

2. Propriedades físico-químicas dos materiais

- Conhecer algumas das propriedades físicas mais comuns: estado físico, massa, densidade ou massa volúmica, temperaturas de fusão e de ebulição

- Determinar a temperatura de fusão do gelo, associando essa temperatura à temperatura a que o gelo passa do estado sólido ao estado líquido
- Determinar a temperatura de ebulição da água associando essa temperatura à temperatura à qual a água, à pressão de 1 atm, passa do estado líquido ao estado gasoso
- Determinar as temperaturas de fusão e de ebulição de outros materiais
- Traçar e interpretar gráficos de variação de temperatura em função do tempo
- Determinação da massa volúmica ou densidade de um corpo sólido associando esse valor ao quociente entre a massa e o volume desse corpo, determinados, separadamente
- Determinação da massa volúmica ou densidade de um líquido a partir da determinação da massa e do respectivo volume
- Observar o comportamento de algumas substâncias de uso corrente perante indicadores de ácido-base

3. Separação das substâncias constituintes de uma mistura

- Utilizar técnicas simples de separação dos componentes de uma mistura heterogénea como a decantação (para sólidos e líquidos), a filtração, a peneiração e a centrifugação
- Utilizar técnicas simples de separação dos componentes de uma mistura homogénea como a destilação simples e a cromatografia

4. Transformações físicas e transformações químicas

- Distinguir transformação física de transformação química
- Identificar algumas situações do quotidiano onde se evidencia os dois tipos de transformação

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Para desenvolver as competências previstas, devem ser privilegiadas as actividades de sala de aula e ou de laboratório, como via para a progressão da aprendizagem, dentro de contextos previamente escolhidos.

Assim, inicialmente, os alunos efectuarão:

- A recolha de materiais de uso corrente e, em grupo de dois, deverão proceder à sua classificação segundo diferentes critérios, previamente, definidos;
- A elaboração de um quadro com recursos naturais não renováveis, sugerindo, para cada caso, procedimentos para a sua conservação;
- A organização de um diagrama de mudanças de estado, onde se dê ênfase à entrada ou saída de energia dos sistemas;

- A observação macroscópica de misturas, distinguindo as homogéneas das heterogéneas;
- A aplicação das regras de segurança em todo o trabalho laboratorial
- A determinação experimental de algumas propriedades físicas e químicas: massa volúmica (sólidos e líquidos), pontos de fusão e de ebulição e comportamento perante indicadores de ácido-base;
- A preparação de um indicador de ácido-base a partir da couve roxa;
- A separação laboratorial dos componentes de uma mistura homogénea e de uma mistura heterogénea;
- A organização de uma lista de situações do quotidiano em que se verifiquem transformações químicas e físicas;
- A realização de fichas de trabalho, estruturadas pelo professor, de forma a sistematizar os conhecimentos adquiridos;
- A realização de relatórios de alguns dos trabalhos prático-laboratoriais.

A avaliação formativa tem particular importância neste módulo, visto que os alunos estarão no laboratório grande parte das aulas, a realizar actividades; por isso, a avaliação do trabalho realizado e dos relatórios efectuados (segundo critérios explicitados, anteriormente, pelo professor) torna-se num instrumento importante de avaliação.

A avaliação sumativa deste módulo deverá ser, então, o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente, a resolução de exercícios numéricos simples, o trabalho laboratorial, o respeito pelas normas de segurança gerais e pessoais, os relatórios dos trabalhos realizados e teste de “papel e lápis”

6 | Bibliografia / Outros Recursos

- 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.
- 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
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace*, 5th 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 (activos em Abril de 2005)

- <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://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-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://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers.html>
(lugar sobre artigos relacionados com a história da química em geral.

MÓDULO QM3

ELEMENTOS QUÍMICOS

Duração de Referência: 15 horas

1 | Apresentação

A contribuição da Química para a qualidade de vida é inquestionável quer na explicação das propriedades dos materiais que nos rodeiam, quer na produção de novos materiais e substâncias.

Assim, é importante realçar a diversidade de materiais existentes na Terra e a necessidade dos químicos encontrarem um modo de os organizar, atendendo às suas propriedades.

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

Mas os elementos químicos também são susceptíveis de um modelo interpretativo, o qual se desenvolve em torno da constituição dos átomos respectivos. Paralelamente, desenvolve-se a história da organização desses 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 distinguir materiais produzidos naturalmente de materiais produzidos artificialmente; de interpretar o modelo atómico; de reconhecer a distribuição dos elementos na Tabela Periódica, a partir da qual inferir o tipo de ligação química existente entre os átomos dos elementos.

3 | Conteúdos

3. A Tabela Periódica - organização dos elementos

- 3.1 Perspectiva histórica da Tabela Periódica dos elementos
- 3.2 A organização dos elementos: os grupos e os períodos
- 3.3 Os metais e os não-metais

2. Os elementos químicos

- 2.1 Identificação dos elementos naturais e dos elementos sintéticos
- 2.2 Símbolos químicos dos elementos
- 2.3 Número atómico de um elemento
- 2.4 Número de massa de um elemento

2.5 Isótopos de um elemento: massa isotópica relativa e abundância dos isótopos naturais

2.6 Massa atómica relativa

3. A estrutura atómica

2.1. Perspectiva histórica do modelo atómico

2.2. Distribuição electrónica por níveis de energia

2.3. Determinação do grupo e do período a partir da distribuição electrónica

2.4. Substâncias simples e compostas

2.5. Símbolos químicos e fórmulas químicas

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. A Tabela Periódica – organização dos elementos

O aluno deve:

- Reconhecer alguns modelos de Tabela Periódica anteriores à actual
- Referir a importância dos cientistas na organização dos elementos, principalmente o de Mendeleev
- Descrever a disposição dos elementos químicos, por ordem crescente do número atómico, segundo linhas na Tabela Periódica, assumindo que o conjunto de elementos dispostos na mesma linha pertence ao mesmo período (numerados de 1 a 7) e que o conjunto de elementos dispostos na mesma coluna, pertence ao mesmo grupo (numerados de 1 a 18);
- Identificar a diferente simbologia inscrita na Tabela Periódica dos elementos;
- Reconhecer que os elementos dispostos na mesma coluna possuem propriedades semelhantes;
- Identificar os grupos mais representativos da Tabela Periódica: metais e não metais

2. Os elementos químicos

- reconhecer que a diversidade das substâncias existentes, ou a existir no futuro, é formada por 115 elementos químicos, dos quais 25 foram obtidos artificialmente;
- associar os símbolos químicos aos elementos que representam;
- caracterizar um elemento químico por um número atómico (o qual toma valores inteiros e representa o número de prótons existentes em todos os átomos desse elemento) que se representa por um símbolo químico;
- referir que existem átomos diferentes do mesmo elemento que diferem no número de neutrões apresentando, por isso, diferentes números de massa, (designados por isótopos) e que a maioria dos elementos os possui;
- caracterizar um elemento químico através da massa atómica relativa, calculada a partir das massas isotópicas relativas e das respectivas abundâncias dos seus isótopos naturais.

3. A estrutura atómica

- Referir a contribuição importante de alguns cientistas no estabelecimento do modelo atómico
- Identificar alguns dos diferentes modelos de átomo até ao modelo actual
- Descrever o modelo actual (muito simplificado) para o átomo, como aquele que admite ser este constituído por um núcleo (com protões e neutrões) e electrões girando em torno do núcleo e que o conjunto do átomo é electricamente neutro, por ter o número de protões (carga +) igual ao número de electrões (carga -)
- Reconhecer que a representação da unidade estrutural é a representação química da substância e que as unidades estruturais podem ser átomos, moléculas ou grupos de iões (mono ou poliatómicos)
- Assumir o conceito de átomo como central para a explicação da existência das moléculas e dos iões
- Classificar as substâncias como simples ou compostas
- Representar elementos por símbolos e os compostos por fórmulas químicas

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

1. A Tabela Periódica – organização dos elementos

Os alunos efectuarão:

- investigação sobre os diferentes modelos de Tabelas Periódicas (TP): cada grupo deverá escolher um modelo e procurar os fundamentos que levaram ao seu estabelecimento e ao posterior fracasso;
- um quadro com os diferentes cientistas que tiveram uma importância relevante na organização dos elementos: cada grupo deverá escolher um cientista e procurar escrever, de forma sintética, os factos mais relevantes da sua vida;
- a descrição da Tabela Periódica actual: cada grupo deverá ter acesso a um exemplar da TP e deverá organizar uma lista com as informações que dela consegue retirar;
- a pesquisa de propriedades dos elementos de um mesmo grupo: cada grupo de alunos escolherá um grupo da TP (dentro dos elementos representativos) e irá procurar em tabelas os valores de algumas propriedades dos elementos desse grupo, tirando conclusões, quando possível;
- a comparação de propriedades dos grupos de elementos metálicos com os dos grupos dos elementos não metálicos.

2. Os elementos químicos

- a distinção entre os elementos obtidos naturalmente e os obtidos artificialmente através da simbologia da TP;

- a organização de um quadro com os símbolos dos elementos, o nome latino que os identifica e o nome em português, procurando semelhanças e diferenças;
- a representação simbólica para diferentes átomos, onde deve constar o símbolo químico, o número atómico e o número de massa;
- a investigação sobre um elemento químico: cada aluno deve “adoptar” um elemento químico e procurar descobrir o mais possível sobre ele: quem o descobriu, onde foi descoberto, por que razão lhe deram esse nome, quais as principais propriedades que o caracterizam, que países o possuem naturalmente, onde é utilizado,
- um trabalho laboratorial sobre as cores obtidas na combustão de alguns elementos do 1º grupo: a partir desse trabalho, poderão pesquisar como é feito o fogo de artifício;
- a resolução de uma ficha de trabalho, estruturada pelo professor, para sistematizar os conhecimentos adquiridos sobre os elementos químicos.

3. A estrutura atómica

- pesquisas sobre alguns dos principais modelos atómicos: cada grupo de alunos escolherá um modelo e terá de realizar um relatório sobre esse modelo;
- pesquisa bibliográfica sobre os cientistas que mais se empenharam nos modelos atómicos: cada grupo deverá escolher um e efectuar um pequeno resumo onde constem os factos mais relevantes das suas vidas;
- a distribuição electrónica para os primeiros 20 elementos da TP, estabelecendo, a partir dessa distribuição, o grupo e o período a que o elemento pertence na TP;
- a resolução de uma ficha de trabalho, estruturada pelo professor, para sistematizar os conhecimentos adquiridos sobre a estrutura atómica.

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente, a qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios, a resolução de exercícios numéricos simples, o trabalho laboratorial, o respeito pelas normas de segurança gerais e pessoais, os relatórios dos trabalhos realizados e teste de “papel e lápis”

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. 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.

- 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
- <http://www.terravista.pt/fernoronha/4107/sw3-22web.htm>
(Nesta página é abordado o tema da descoberta das sub-partículas atómicas)
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Periodica
(lugar que apresenta páginas sobre tabela periódica)
- 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.)

MÓDULO QM4

REACÇÕES QUÍMICAS

Duração de Referência: 10 horas

1 | Apresentação

Com este módulo, pretende-se que os alunos compreendam como a Química explica a transformação dos materiais em outras substâncias, como a matéria pode sofrer uma variedade de mudanças, rápidas ou lentas, espectaculares ou imperceptíveis, com ou sem libertação de calor.

A observação e a investigação à volta de um conjunto variado de reacções que, vulgarmente, ocorrem no dia-a-dia, com a apresentação das evidências (mudanças de cor ou da temperatura, produção de gases ou de sólidos) que as apoiam, farão com que o conceito de reacção química se torne mais concreto. Do mesmo modo, deverá ser salientada a importância das reacções químicas na manutenção da vida, no desenvolvimento de novas substâncias, e no impacto que essas substâncias provocam no ambiente.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de mobilizar os seus conhecimentos sobre reacções para fazer previsões acerca de outras reacções, projectar e avaliar o método de preparação de uma amostra de um determinado sal, utilizar, correctamente, o material de laboratório com controlo de riscos, fazer generalizações a partir de observações, sugerir e avaliar explicações para as observações.

3 | Conteúdos

4. O que é uma reacção química

- 4.1 Evidências de uma reacção química
- 4.2 Tipos de reacções químicas

4. Representação de uma reacção química

- 2.6. Representação de uma reacção química por uma equação de palavras
- 2.7. Representação de uma reacção química utilizando simbologia química: a equação química
- 2.8. Os reagentes e os produtos da reacção
- 2.9. Acerto de uma equação química

5. Rapidez de uma reacção

- 5.1. Reacções químicas lentas e rápidas
- 5.2. Factores que influenciam a rapidez de uma reacção

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. O que é uma reacção química

O aluno deve:

- Interpretar uma reacção química como uma transformação que origina novas substâncias diferentes das iniciais
- Compreender que a existência de uma reacção química pode ser detectada, macroscopicamente, através de evidências (mudanças de cor ou de temperatura, produção de gases ou de sólidos) ou não.
- Perceber, a partir de reacções do dia-a-dia, que existem diferentes tipos de reacções químicas

2. Representação de uma reacção química

- Descrever, por equações de palavras, algumas das reacções realizadas laboratorialmente
- Interpretar as reacções químicas em termos de rearranjo de átomos, fazendo referência à ruptura de ligações e à formação de novas ligações
- Identificar, na equação de palavras, o(s) reagente(s) e o(s) produtos da reacção
- Traduzir para a linguagem química algumas reacções simples
- Escrever uma equação química, tendo em atenção que o número de átomos de cada espécie tem de ser igual nos reagentes e nos produtos

3. Rapidez de uma reacção química

- Associar, em situações do quotidiano, a presença de reacções lentas e rápidas
- Verificar, experimentalmente, a existência de factores que podem alterar a rapidez de uma reacção
- Descrever, de forma sintética, situações do quotidiano onde se alteram os factores que condicionam a rapidez de uma reacção

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Os alunos deverão:

2. O que é uma reacção química

- listar um conjunto de situações do quotidiano onde esteja evidente a ocorrência de uma reacção química, marcando os sinais da sua presença;
- realizar, experimentalmente, em **microescala**, quando possível, reacções químicas com diferentes sinais da sua ocorrência: uma precipitação, reacção de ácido com um metal, reacção entre um ácido e uma base, reacção entre um ácido e um carbonato e entre a água e o óxido de cálcio;

- estabelecer semelhanças entre as reacções do dia a dia e as realizadas no laboratório;

3. Representação de uma reacção química

- escrever as equações de palavras correspondentes às reacções químicas realizadas no laboratório, identificando os reagentes e os produtos e os respectivos estados físicos;
- escrever, para cada uma das equações de palavras, a respectiva equação química, verificando se o número de átomos de cada espécie se mantém;

4. Rapidez de uma reacção química

- verificar, experimentalmente, os factores que afectam a rapidez de uma reacção:
utilizar pastilhas de Alka Seltzer, medindo o tempo de reacção:
 - 1- Efeito da temperatura - realizar a reacção de uma pastilha com água a três temperaturas diferentes (manter as outras variáveis constantes)
 - 2- Efeito do estado de divisão - realizar a reacção de uma pastilha (inteira, dividida em 8 partes e em pó) com água a uma mesma temperatura (manter as outras variáveis constantes)
 - 3- Efeito da concentração - realizar a reacção de uma pastilha com ácido clorídrico com três concentrações diferentes (manter as outras variáveis constantes)
- fazer uma listagem de situações do quotidiano com reacções lentas e rápidas e interpretá-las em termos dos factores que condicionam a sua rapidez

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente, a qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios, o trabalho laboratorial, o respeito pelas normas de segurança, gerais e pessoais, os relatórios dos trabalhos realizados e teste de “papel e lápis”.

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. 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.
- 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

MÓDULO QM5

ESTRUTURA ATÓMICA. TABELA PERIÓDICA. LIGAÇÃO QUÍMICA

Duração de Referência: 18 horas

1 | Apresentação

Através deste Módulo, procura-se salientar ideias estruturantes e fundamentais do conhecimento químico já abordadas em T₃ e que dizem respeito aos átomos, nomeadamente, o que são, como se organizam e como se ligam.

Mas os elementos químicos também são susceptíveis de um modelo interpretativo, o qual se desenvolve em torno da constituição dos átomos respectivos. Paralelamente, desenvolve-se a história da organização dos elementos, até à actual Tabela Periódica e a interpretação das variações de algumas propriedades ao longo do grupo e do período. 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 | Conteúdos

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
- 2.1. Localização dos elementos na Tabela Periódica: período e grupo
- 2.2. Variação do raio atómico e da energia de ionização dos elementos na Tabela Periódica
- 2.3. Propriedades dos elementos e propriedades das substâncias elementares

3. Ligação química

- 3.1 Modelo de ligação covalente

3.2. Modelo de ligação iónica

3.3. Modelo de ligação metálica

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Estrutura atómica

- 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 de neutrões diferente 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
- 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: nº de electrões = $2n^2$, não podendo a última camada conter mais de oito electrões
- 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

- 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
- Agrupar os elementos em representativos e de transição
- 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
- 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 kJ mol^{-1}
- Interpretar a variação, ao longo de um período e ao longo de um grupo, do raio atómico e da energia de ionização dos elementos representativos com o número atómico
- Reconhecer a periodicidade de algumas propriedades físicas e químicas dos elementos
- Interpretar informações contidas na Tabela Periódica em termos das que se referem aos elementos e das respeitantes às substâncias elementares correspondentes.

3. Ligação química

- Interpretar a ligação química covalente entre dois átomos como uma ligação na qual dois (ou mais) electrões são partilhados por ele
- 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_2 , N_2 , F_2 , H_2O , CO_2 , NH_3 entre outras, envolvendo elementos do 1.º e 2.º 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
- 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 ligação covalente polar a uma ligação entre átomos com electronegatividades diferentes
- 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
- Utilizar a notação de Lewis para representar iões monoatómicos e poliatómicos simples
- Interpretar a ligação iónica como resultante de forças eléctricas de atracção entre iões de sinais contrários
- Referir que, para os compostos iónicos a fórmula química traduz apenas a proporção entre os iões e consequente electroneutralidade do composto
- Referir que, nas condições padrão, todos os compostos iónicos são sólidos cristalinos
- 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 | Orientações metodológicas/ sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A resolução de uma ficha de trabalho onde constem, por exemplo: representação do átomo de um elemento, constituição do átomo, isótopos, massa isotópica relativa, massa molecular relativa
- A pesquisa das propriedades e utilizações dos elementos através da continuação ou iniciação do projecto “Adoptar um elemento”
- A construção de um painel com a evolução histórica da Tabela Periódica
- A realização do trabalho de pesquisa “Fogo de artifício, o que é?”
- A realização do trabalho de pesquisa “Algumas características de metais e não metais”, com especial ênfase para os estados físicos, condutibilidade térmica e eléctrica, pontos de fusão e de ebulição, brilho, raio atómico e iónico, energia de ionização...
- As seguintes actividades prático-laboratoriais:
 - ✓ Cor conferida à chama (bico de Bunsen ou lamparina) por alguns cloretos metálicos, como por exemplo, cloretos de sódio, de potássio, de magnésio, de cobre(II), de bário, ...
 - ✓ Após a realização da combustão dos metais e não metais - Li, Na, K, Mg, Ca, S, C - realizar a reacção dos óxidos respectivos com a água e verificar as características ácidas, neutra e alcalinas das soluções, localizando os elementos TP (grupo e período), classificando-os em metais e não metais e escrevendo as equações químicas representantes das reacções realizadas
- A leitura e interpretação de rótulos de águas de mesa em termos dos compostos presentes em solução

- A utilização das equações químicas das reacções efectuadas para identificar óxidos, hidróxidos, ácidos e sais
- A identificação e caracterização da ligação química existente nas diferentes substâncias utilizadas
- A pesquisa sobre as diferentes formas alotrópicas do carbono: grafite, diamante, fulerenos, ...
- A construção de uma tabela com diferentes propriedades físicas de substâncias em função do tipo de ligação química (estado físico, pontos de fusão e de ebulição, condutibilidade térmica e eléctrica, ...)

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.
- 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.
- Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. (1984). *Chemistry of the Elements*. Oxford: Heinemann
Livro para Professores, apresentando uma descrição exhaustiva 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*, 5th 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.
- <http://www.terravista.pt/fernoronha/4107/sw3-22web.htm>
Descoberta das sub-partículas atómicas
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Perio%C3%B3dica
Tabela Periódica

- http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm#Periodic Tables
Vários temas da Química
- <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/papers.html>
História da Química em geral

MÓDULO QM6

SOLUÇÕES, COLÓIDES e SUSPENSÕES

Duração de Referência: 18 horas

1 | Apresentação

Através do tema organizador deste Módulo, “Soluções, colóides e suspensões”, procura dar-se uma relevância especial ao trabalho laboratorial, nomeadamente à preparação de soluções e à sua diluição, à preparação de colóides e verificação das suas propriedades e à identificação de suspensões.

Será de salientar a preocupação continuada com a segurança e com o impacte 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 o material e o equipamento com correcção e respeito por normas de segurança, preparar colóides, identificando situações do quotidiano em que a sua presença é vulgar, efectuar cálculos numéricos simples e elaborar um relatório sobre uma actividade experimental realizada.

3 | Conteúdos

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

3. Colóides e suas propriedades

- 3.1. Movimento browniano
- 3.2. Efeito Tyndall
- 3.3. A importância dos colóides nos ambientes naturais e industriais

4. Suspensões

- 4.1. O que são
- 4.2. Impactes ambientais que provocam

4 | Objectivos de Aprendizagem

O aluno deve:

1. Dispersões

- Associar dispersão a uma mistura de duas ou mais substâncias em que as partículas de uma fase (fase dispersa) se encontram distribuídas no seio da outra (fase dispersante)
- Associar a classificação de dispersão sólida, líquida ou gasosa ao estado de agregação do dispersante
- 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

- 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 saturada, a uma determinada temperatura, como aquela solução em que, ao adicionar um pouco mais de soluto, este não se dissolve, mesmo após agitação
- 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 ou saturada
- 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
- 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
- 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

4. Colóides e suas propriedades

- 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)
- Associar as propriedades dos colóides ao tamanho médio das partículas e às condições de adsorção
- Identificar os movimentos rápidos, desordenados e caóticos das partículas do disperso, quando observados ao microscópio, como movimento *browniano*, característico dos colóides
- 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

- 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 possuir maior mobilidade nos solos e subsolos, 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

4. Suspensões

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

5 | Orientações metodológicas/sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A análise documental sobre a composição química de soluções em diferentes estados físicos (por exemplo: ar, ligas metálicas, água oxigenada, ácido sulfúrico comercial, etanol comercial)
- A resolução numérica de alguns exercícios simples sobre preparação de soluções a partir de sólidos e de soluções mais concentradas
- As seguintes actividades prático-laboratoriais:
 - ✓ Preparar soluções a partir de um soluto sólido e de um soluto líquido
 - ✓ Efectuar diluições a partir de factores de diluição pré-determinados
 - ✓ Afinar uma tinta utilizando a diluição e, quando possível, o espectrofotómetro
 - ✓ Efectuar as preparações de um colóide e de uma suspensão, estabelecendo as diferenças entre os dois tipos de dispersão
 - ✓ Analisar diferentes misturas do dia a dia estabelecendo as características que as classificam em soluções, colóides e suspensões

- ✓ Realizar uma análise a solos a partir da mistura de diferentes solos com a água
- ✓ Efectuar a preparação de gelatina e de um sol estabelecendo semelhanças e diferenças entre eles

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).
- <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 QM6: *Soluções, colóides e suspensões*

- 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

MÓDULO QM7

REACÇÕES QUÍMICAS e EQUILÍBRIO QUÍMICO

Duração de Referência: **20 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 de um ou de mais do que um reagente 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 compreender conceitos físicos e químicos e a sua interligação, leis e teorias; compreender a importância de ideias centrais, tais como as de reacção química e de equilíbrio químico, o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento

O aluno deve ser capaz de: 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 | Conteúdos

1. Reacções químicas

- 1.1. Sistema reaccional
- 1.2. Aspectos qualitativos de uma reacção química
- 1.3. Aspectos quantitativos de uma reacção química
- 1.4. Aspectos energéticos de uma reacção química
 - Energia envolvida numa reacção química
 - Reacções endotérmicas e exotérmicas

2. Reacções incompletas e equilíbrio químico

- 2.1. Reversibilidade das reacções químicas

- 2.2. Aspectos quantitativos do equilíbrio químico
- 2.3. Equilíbrios e desequilíbrios de um sistema reaccional

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Reacções químicas

O aluno deve:

- Reconhecer um sistema físico-químico como uma porção do universo onde se está a estudar determinado fenómeno
- Identificar um sistema isolado como aquele que não troca nem matéria nem energia com o meio exterior
- Identificar um sistema fechado como aquele que só não troca matéria com o meio exterior
- Identificar um sistema aberto como aquele que troca matéria e energia com o meio exterior
- 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
- 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 vir a ocorrer
- Identificar reacções químicas que ajudam à manutenção dos organismos vivos, que prejudicam os organismos vivos e que afectam o ambiente

- Interpretar a conservação da massa numa reacção química (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
- 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 e de quantidade de substância
- 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 ter em atenção o 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
- Reconhecer que uma reacção química envolve variações de energia e que se considera a energia da reacção como o saldo energético entre a energia envolvida na ruptura e na formação de ligações químicas
- Reconhecer que a variação de energia envolvida numa mudança de estado é inferior à energia envolvida numa reacção química
- Distinguir reacção endotérmica de reacção exotérmica (quando apenas há transferência de energia térmica), usando a convenção de sinais
- Associar a produção de frio ou de calor nos emplastos a reacções químicas, respectivamente, endotérmicas e exotérmicas

- Identificar reacções que são utilizadas para produzir energia térmica útil
- Discutir os efeitos sociais e ambientais da utilização da energia térmica

2. Reacções incompletas e equilíbrio químico

- 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.
- Representar uma reacção de equilíbrio 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
- 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
- Referir os factores que podem alterar o estado de equilíbrio de uma mistura reaccional (temperatura e concentração) 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 | Orientações metodológicas/Sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A resolução de exercícios numéricos em que estejam envolvidos os conceitos de: rendimento, reagentes limitante e em excesso
- As seguintes actividades pratico-laboratoriais:
 - ✓ Reacções químicas simples, em que se formem precipitados, se libertem gases ou haja alteração de cor do sistema
 - ✓ Reacções endotérmicas e exotérmicas como, por exemplo, a dissolução, em água, de nitrato de amónio e de cloreto de cálcio
 - ✓ A verificação experimental da conservação da massa numa reacção química, em sistema fechado, e a não conservação da massa em reacções em que se libertam gases e em sistema aberto
 - ✓ A verificação experimental do efeito da variação da concentração na rapidez de uma reacção, por exemplo, na rapidez de libertação de dióxido de carbono na reacção entre carbonato de sódio e soluções de ácido clorídrico de diferentes concentrações (3 mol dm^{-3} , 1 mol dm^{-3} , $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) (Demonstrações de Química- vol 2-pág 167-“cinética com balões”, e seguintes, SPQ)

- ✓ A verificação do efeito da temperatura na actividade de um catalisador (Demonstrações de Química- vol 2-pág 176 e seguintes, SPQ)
- ✓ A verificação experimental da alteração de um estado de equilíbrio químico por variação de concentração e/ou de temperatura do sistema, como por exemplo em:
 - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $[\text{CoCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq})$
 - $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) = [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{2+}(\text{aq})$

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente:

- qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios;
- resolução de exercícios numéricos simples;
- trabalho laboratorial e respeito pelas normas de segurança gerais e pessoais;
- relatórios dos trabalhos realizados;
- teste de “papel e lápis”.

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. 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.
- 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

MÓDULO QM8

EQUILÍBRIOS de ÁCIDO-BASE e de OXIDAÇÃO-REDUÇÃO

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

Através do tema organizador “Equilíbrio de ácido-base e reacções de oxidação-redução” pretende-se a abordagem das reacções de ácido-base, já que a compreensão da química do ácido-base é necessária para a biologia, a geologia, a química, e outras áreas disciplinares.

Os ácidos e as bases são vulgares nos produtos do nosso quotidiano, bem como no laboratório. 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.

Também se pretende abordar as reacções de oxidação-redução com alguma 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: interpretar uma reacção de ácido-base em termos de troca protónica, relacionar o aparecimento de chuva ácida com a poluição, utilizar conceitos inerentes ao equilíbrio ácido-base e realizar, experimentalmente, titulações de ácido-base.

O aluno deve ser capaz de: interpretar uma reacção de oxidação-redução, em termos de troca de electrões (a partir da determinação de números de oxidação), escrever e acertar equações de oxidação-redução simples; 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.

O aluno deve ser capaz de: 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.

3 | Conteúdos

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

- 1.1. Perspectiva histórica dos conceitos de ácido e de base
- 1.2. Ácidos e bases segundo a teoria protónica (Brønsted-Lowry)
- 1.3. Efeitos da poluição: a chuva ácida

2. Equilíbrio de ácido-base

- 2.1. Reacções de ionização/dissociação
- 2.2. Constante de equilíbrio para a reacção de ionização da água: produto iónico da água $-K_w$.
- 2.3. Relação entre as concentrações de ião hidrónio e de ião hidroxilo: o pH e o pHO
- 2.4. Constante de acidez, K_a , e constante de basicidade, K_b
- 2.5. Força relativa de ácidos e de bases
- 2.6. Formação de sais por meio de reacções ácido-base; reacções de neutralização
- 2.7. Comportamento ácido-base de alguns aniões e de alguns catiões em solução aquosa

3. Titulações ácido-base

- 3.1. Caracterização das volumetrias de ácido-base
- 3.2. Carácter ácido, básico ou neutro da solução titulada no ponto de equivalência
- 3.3. Indicadores colorimétricos de ácido-base
- 3.4. Aparelho medidor de pH; sensor de pH

4. Reacções de oxidação-redução

- 4.1. Perspectiva histórica dos conceitos de oxidação e de redução
- 4.2. Regras para a determinação de números de oxidação
- 4.3. Espécie oxidada ou redutor e espécie reduzida ou oxidante
- 4.4. Semi-reacção de oxidação e semi-reacção de redução
- 4.5. Escrita e acerto de equações de oxidação-redução
- 4.6. Pares conjugados de oxidação-redução

4 | Objectivos de Aprendizagem

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

- Explicar, segundo uma perspectiva histórica, as limitações dos diferentes conceitos de ácido e de base
- Interpretar os conceitos de ácido e de base, segundo a teoria protónica de Brønsted-Lowry
- Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra (a 25°C)
- Explicitar o significado de escala Sørensen quanto às condições de definição e aos limites da sua aplicação.

- 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-los com o conceito de água “quimicamente” pura
- 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.

2. Equilíbrio ácido-base

- Diferenciar reacção de ionização de “reacção” de dissociação iónica
- Interpretar a estrutura de sais em termos das ligações químicas neles existentes
- 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, conseqüentemente, 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
- 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.
- 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.
- 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
- 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.

3. Titulações ácido-base

- Associar titulação ou volumetria a uma reacção utilizada, laboratorialmente, para a determinação rigorosa da concentração de uma solução (ácida ou alcalina) que se desconhece
- Associar titulante à solução colocada na bureta e titulado à solução colocada no copo
- Associar o ponto de equivalência de uma titulação 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 que a detecção do “ponto final” numa titulação ácido-base é, habitualmente, baseada na mudança de cor de uma substância intencionalmente adicionada designada por indicador
- Associar curva de titulação ao gráfico de variação do pH de titulado com a adição de titulante
- 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 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, neutro ou alcalina da solução
- Relacionar o pH do ponto de equivalência de uma neutralização com a selecção do indicador.
- 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.
- Referir a utilização de medidores de pH ou de sensores de pH, como instrumentos que medem, com rigor, o pH de uma solução

4. Reacções de oxidação - redução

- Situar, cronologicamente, a evolução conceptual dos termos oxidação e redução
- Interpretar uma reacção de oxidação – redução simples (metal+cátion metálico), em termos de transferência de electrões
- Associar a oxidação à cedência de electrões e a redução envolvida ao 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 o “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
- Aplicar regras na determinação de números de oxidação, nomeadamente, o princípio da electroneutralidade
- 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

- Reconhecer que algumas espécies químicas podem comportar-se como espécie oxidada ou como espécie reduzida, consoante a outra espécie com quem reage
- Identificar, numa equação de oxidação – redução, a semi -equação de oxidação e a semi-equação de redução
- Identificar, numa reacção de oxidação -redução os pares conjugados 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
- 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
- Estabelecer uma série de oxidação-redução qualitativa ou série electroquímica a partir da comparação da reactividade de metais com catiões de outros metais
- 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
- Interpretar o metabolismo, a fotossíntese e a respiração como processos biológicos naturais 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 CO₂ nas combustões e a oxidação da maioria dos metais
- Identificar a corrosão como um processo natural de oxidação de um metal
- 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 Orientações metodológicas/ sugestões de avaliação

Ácido – Base

Os alunos efectuarão:

- A pesquisa dos tratamentos de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público)
- A investigação do modo de actuação de anti-ácidos
- A resolução de exercícios numéricos simples para a determinação do pH de soluções aquosas, de ácidos fortes e de bases fortes.
- As seguintes actividades prático-laboratoriais:

Módulo QM8: Equilíbrios de Ácido-Base e de Oxidação-Redução

- ✓ Investigar, laboratorialmente, a 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,...)
- ✓ Verificação se um ácido ou uma base são fortes ou fracos
- ✓ Verificação do modo como varia o valor do pH de uma água destilada por dissolução de CO₂ ou de SO₂
- ✓ Titulação entre um ácido forte e uma base forte
- ✓ Determinação da acidez de um vinagre (ou de um azeite), usando a fenolftaleína como indicador

Oxidação - redução

- Determinação de números de oxidação
- Identificação, em diferentes exemplos, das reacções de oxidação – redução, a partir da determinação de números de oxidação
- Acerto de esquemas que possam representar processos de oxidação -redução
- Pesquisa, em livros, em revistas da especialidade, na Internet e noutros meios ao dispor, de
 - o mecanismo das lentes “foto -gray”
 - a acção dos agentes branqueadores
 - o mecanismo da corrosão, nomeadamente, em peças de ferro;
- As seguintes actividades prático -laboratoriais:
 - ✓ Organização de uma série electroquímica qualitativa envolvendo reacções entre metal e catião metálico, utilizando a técnica da microescala
 - ✓ Controlo da ferrugem: selecção de um metal a usar para protecção do ferro

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente:

- qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios;
- resolução de exercícios numéricos simples;
- trabalho laboratorial e respeito pelas normas de segurança, gerais e pessoais;
- relatórios dos trabalhos realizados;
- teste de “papel e lápis”.

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. Para todos os módulos.

Módulo QM8: Equilíbrios de Ácido-Base e de Oxidação-Redução

- 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.
- 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.

MÓDULO QM9

REACÇÕES de PRECIPITAÇÃO e EQUILÍBRIO HETEROGÉNEO

Duração de Referência: **10 horas**

1 | Apresentação

Através do tema organizador “Reacções de precipitação e equilíbrio heterogéneo”, pretende-se a abordagem da solubilidade de sólidos e de gases em água e das reacções de precipitação, a interpretação de fenómenos importantes que ocorrem no quotidiano, que afectam o equilíbrio dos ecossistemas, e na indústria.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de: interpretar uma reacção de precipitação em termos da formação de um composto pouco solúvel, utilizar conceitos inerentes ao equilíbrio de solubilidade e realizar actividades laboratoriais que consolidem os conceitos referidos.

O aluno deve ser capaz de: 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;

3 | Conteúdos

2. Mineralização e desmineralização de águas

- 2.1. Mineralização das águas e dissolução de sais
- 2.2. Solubilidade de sais em água: muito e pouco solúveis
- 2.3. Soluções não saturadas, saturadas e sobressaturadas
- 2.4. Solubilidade de gases em água
- 2.5. Variação da solubilidade de sais e de gases com a temperatura
- 2.6. Cristalização
- 2.7. Dessalinização e a escassez de água potável

3. Equilíbrio de solubilidade

- 2.8. Solubilidade de sais pouco solúveis: equilíbrio de solubilidade
- 2.9. Alteração do estado de equilíbrio de solubilidade (princípio de Le Châtelier)
 - Variação de concentração: efeito do ião comum e da adição de ácidos
 - Variação da temperatura
- 2.10. A importância do equilíbrio da solubilidade
 - A importância do pH e da solubilidade no controlo da mineralização das águas
 - A dissolução do dióxido de carbono em água e sua influência na mineralização

- Dureza da água: origem e consequências a nível industrial e doméstico
- A importância do equilíbrio de solubilidade nos Ambientes Naturais e Industriais

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Mineralização e desmineralização de águas

O aluno deve:

- Identificar as espécies químicas mais comuns numa água de mesa e na água do mar, relacionando-as com a sua composição média
- Relacionar a existência de determinadas espécies químicas numa água com a dissolução de sais e de gases
- Relacionar a concentração de soluções saturadas e não saturadas numa determinada substância com a solubilidade respectiva, a uma determinada temperatura e pressão
- Diferenciar sais pelo valor da solubilidade em água (muito, pouco e medianamente solúveis)
- Explicitar formas de controlar o tempo de dissolução (estado de divisão e agitação) mantendo a temperatura e a pressão constantes
- Interpretar gráficos de variação de solubilidade de sais e de gases com a temperatura
- Associar a cristalização à evaporação do solvente
- Interpretar a formação de estalagmites e de estalagmites em grutas calcárias
- Associar a morte de espécies aquáticas à variação de temperatura e ao lançamento de efluentes em águas
- Apresentar razões para a facilidade de ocorrência de poluição das águas e a dificuldade de despoluição das mesmas, em termos de solubilidade
- Associar dessalinização às diferentes técnicas de destilação, de evaporação-condensação e de osmose inversa
- Interpretar a necessidade de corrigir o resultado da dessalinização de uma água para a adequar aos parâmetros estabelecidos para uma água potável

2. Equilíbrio de solubilidade

- 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)
- 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 de solubilidade como uma situação particular da variação da concentração
- Interpretar o efeito devido à presença dum ácido ou de uma base em alguns equilíbrios químicos como uma situação particular da variação directa ou indirecta da concentração duma espécie
- Determinar em que medida o pH influencia a solubilização de precipitados

Módulo QM9: Reacções de Precipitação e Equilíbrio Heterogéneo

- Interpretar o efeito do dióxido de carbono na mineralização de uma água
- 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)
- Associar a dureza total de uma água à presença predominante de iões de cálcio e de magnésio
- Interpretar a origem da dureza em casos particulares: tipos de solos e adição de compostos de cálcio, nas Estações de Tratamento de Águas (ETA)
- Perspectivar consequências da dureza de uma água a nível doméstico (alimentar, higiene, limpeza e electrodomésticos) e a nível industrial (caldeiras)
- Referir processos domésticos de minimizar a dureza da água como a utilização de aditivos anti-calcários e de resinas de troca iónica (sal nas máquinas de lavar loiça)

5 | Orientações metodológicas/ sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A pesquisa dos tratamentos de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público)
- A resolução de exercícios numéricos simples para a determinação da solubilidade de diferentes solutos em água.
- Interpretação de gráficos de variação de solubilidade com a temperatura
- A realização das seguintes actividades prático-laboratoriais:
 - ✓ determinar a solubilidade, em água, do nitrato de potássio a diferentes temperaturas e traçar o gráfico de variação da solubilidade com a temperatura
 - ✓ verificar qual a acção de sabões *versus* detergentes, numa água dura
 - ✓ crescimento de cristais como, por exemplo, de sulfato de alumínio e potássio dodecahidratado

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente:

- qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios;
- resolução de exercícios numéricos simples;
- trabalho laboratorial e respeito pelas normas de segurança, gerais e pessoais;
- relatórios dos trabalhos realizados;
- teste de “papel e lápis”.

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. 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.
- 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.

MÓDULO QM10

Compostos Orgânicos

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

Através do tema organizador deste Módulo “Compostos Orgânicos”, 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 e à sua importância em inúmeras situações como, por exemplo, na alimentação dos seres vivos, nos medicamentos, no controlo de pragas, na cosmética, etc.

2 | Competências Visadas

O aluno deve ser capaz de compreender os conceitos inerentes à química orgânica, 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, discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados.

3 | Conteúdos

1. Compostos orgânicos

1.1. Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos

- O mundo dos compostos orgânicos
- Importância dos compostos orgânicos na sociedade
- Fórmulas empíricas, fórmulas moleculares, fórmulas de estrutura e fórmulas estereoquímicas: seu significado e sua determinação
- Nomenclatura e isomeria de hidrocarbonetos

1.2. Outros compostos orgânicos

- Classes funcionais e grupos característicos: nomenclatura e isomeria

2. Reacções dos compostos orgânicos

2.1. Combustão (oxidação-redução)

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

2.3. Esterificação e hidrólise

3. Biomoléculas

- 3.1. Os hidratos de carbono como poli-hidroxialdeídos e poli-hidroxicetonas
- 3.2. Classificação das aldoses e cetoses, de acordo com o número de átomos de carbono
- 3.3. Distinção entre açúcares redutores e açúcares não redutores
- 3.4. Ocorrência e propriedades físico-químicas dos α -aminoácidos
- 3.5. Configuração relativa dos α -aminoácidos (designação D/L)
- 3.6. Os aminoácidos como unidades estruturais básicas das proteínas
- 3.7. Exemplos e propriedades de algumas famílias de lípidos: os ácidos gordos, os óleos e as gorduras, os fosfolípidos e as ceras
- 3.8. Composição química de alguns óleos e gorduras
- 3.9. Os triacilgliceróis e a sua saponificação.

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Compostos orgânicos

O aluno deve:

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

- Interpretar a combustão de compostos orgânicos como uma reacção de oxidação-redução, responsável pela produção da maior parte da energia consumida pela humanidade
- 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
- Associar esterificação à reacção entre um ácido carboxílico e um álcool, com formação de um éster e de água
- 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) que produz sabões

3. Biomoléculas e metabolismo

- Distingue monossacarídeo de dissacarídeo e de polissacarídeo
- Associar a glicose à biomolécula combustível mais importante para a maior parte dos organismos e que é, também, a unidade estrutural básica ou precursora dos polissacarídeos mais abundantes
- Reconhece a celulosa como o componente estrutural predominante nos tecidos fibrosos e lenhosos das plantas
- Associa o amido, que se encontra em quantidades muito grandes nas plantas, à principal forma de combustível de reserva
- Classificação das aldoses e cetoses de acordo com o número de átomos de carbono

- Reconhece as aldopentoses como componentes importantes dos ácidos nucleicos
- Distingue açúcares redutores de açúcares não redutores
- Identifica os aminoácidos como sólidos cristalinos não voláteis que fundem, com decomposição, a temperaturas relativamente elevadas e que são as unidades estruturais das proteínas
- Identifica a insolubilidade dos aminoácidos em solventes não polares, e a sua solubilidade em água
- Associa aminoácidos a constantes de acidez e de basicidade muito pequenas
- Reconhece a importância das proteínas na constituição de um corpo animal, uma vez que são a matéria principal da pele, músculos, tendões, nervos, sangue, enzimas, anticorpos e muitas hormonas
- Reconhece a importância das gorduras como constituintes principais das células armazenadoras de gorduras nos organismos e que constituem uma das reservas alimentares importantes do organismo
- Relacionar lípidos a matéria-prima para muitos processos industriais, de onde se obtêm alguns alimentos da dieta diária como o fabrico de manteiga, azeite, óleo,..., para além de outros produtos de uso diário como os sabões, os detergentes, etc.
- Associa lípidos a biomoléculas insolúveis em água que podem ser extraídas das células com solventes orgânicos de baixa polaridade como o éter ou o clorofórmio
- Identifica os ácidos gordos, os triglicéridos, os fosfolípidos e as ceras como lípidos
- Reconhece que, nos lípidos, a maioria dos ácidos carboxílicos se encontra como ésteres de glicerol, isto é, como triacilglicéridos
- Associa triacilglicéridos a azeites ou gorduras de origem animal ou vegetal, onde se incluem substâncias tão vulgares como o azeite, óleo de soja e óleo de milho, a manteiga e a banha
- Associa o nome de azeite ou óleo aos triacilglicéridos líquidos à temperatura ambiente e manteiga ou banha aos que se encontram, à mesma temperatura, no estado sólido

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A construção de modelos moleculares com os materiais das caixas de modelos, para investigar a estrutura de alguns hidrocarbonetos e as estruturas de isómeros constitucionais e estereoquímicos
- A atribuição de nomes aos diferentes compostos, a partir dos modelos
- A resolução de exercícios de aplicação das regras de nomenclatura para compostos orgânicos
- As seguintes actividades pratico-laboratoriais:
 - ✓ identificação de carbono e hidrogénio num hidrocarboneto (naftaleno)

- ✓ síntese do acetileno e verificação de algumas propriedades físicas e químicas (ensaios em microescala)
- ✓ preparação e identificação do etanal (aldeído acético) e verificação das propriedades redutoras do aldeído em relação ao licor de Fehling e ao reagente de Tollens
- ✓ electroforese de aminoácidos nos queijos
- ✓ identificação de açúcares (mono e disacárideos)
- ✓ saponificação

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente:

- qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios;
- resolução de exercícios sobre nomenclatura;
- trabalho laboratorial e respeito pelas normas de segurança, gerais e pessoais;
- relatórios dos trabalhos realizados;
- teste de “papel e lápis”.

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.

Módulo QM10: Compostos Orgânicos

- 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,
- <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
- <http://www.geocities.com/organicabr/organicabr11.html>
Sabores e aromas e as funções orgânicas

MÓDULO QM11

POLÍMEROS, LIGAS METÁLICAS e OUTROS MATERIAIS

Duração de Referência: 10 horas

1 | Apresentação

Através do tema organizador desta extensão “Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais”, procura-se salientar a importância dos diferentes materiais, desde as fibras de origem animal e vegetal, os plásticos, os metais e as ligas metálicas, os materiais cerâmicos até aos mais recentes materiais semicondutores como o silício, usado na electrónica.

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

Por outro lado, procura salientar-se 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 vez 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 na composição dos novos materiais, interpretar a composição de uma liga metálica em função da sua composição, interpretar a constituição de um composto, a partir da sua matriz e das propriedades desejadas.

3 | Conteúdos

1. Os plásticos e os materiais poliméricos

- 1.1. Os plásticos e os estilos de vida das sociedades actuais
- 1.2. O que são polímeros: polímeros naturais, artificiais e sintéticos
 - Grau de polimerização e massa molecular relativa média
 - Homopolímeros e copolímeros
 - Polímeros de adição e polímeros de condensação
- 1.3. Polímeros biodegradáveis, fotodegradáveis e solúveis em água
- 1.4. Macromolécula e cadeia polimérica
- 1.5. Materiais plásticos: termoplásticos e plásticos termofixos
- 1.6. Identificação de plásticos pelos códigos
- 1.7. Testes físico-químicos para a identificação de plásticos

2. Metais e Ligas Metálicas

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

2.2. Estrutura e ligação química dos metais

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

2.3. 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

3. Outros Materiais: Cerâmicos e Compósitos

3.1. O que são: principais componentes de um material cerâmico

3.2. Propriedades dos materiais cerâmicos: relação entre as propriedades químicas e as propriedades físicas

3.3. A importância de um material cerâmico

- Matérias-primas tradicionais
- Matérias-primas não tradicionais e especiais

3.4. O que são compósitos e fases de um compósito

3.5. Vantagens de um compósito em relação a outros materiais

3.6. Alguns materiais compósitos: polímero/cerâmicos e metal/cerâmicos

4 | Objectivos de Aprendizagem

1. Os plásticos e os materiais poliméricos

- 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,...)
- Conhecer alguns marcos importantes da história dos polímeros

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

- 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 o material de objectos usados com a finalidade de produção de novos objectos para o mesmo ou outros usos
- Caracterizar um polímero como uma “substância” representada por macromoléculas
- 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
- Distinguir polímeros biodegradáveis de polímeros fotodegradáveis e de polímeros solúveis em água
- Discutir problemas derivados do impacte ambiental da produção, uso e eliminação dos plásticos e formas de os superar (plásticos foto e biodegradáveis, por exemplo)
- 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
- Interpretar a síntese de um polímero como uma reacção de polimerização a partir de um ou dois monómeros
- Caracterizar uma reacção de polimerização como uma reacção química em cadeia entre moléculas de monómero(s)
- Diferenciar homo e copolímeros 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
- Relacionar o comprimento de uma cadeia polimérica com o grau de polimerização (número de vezes em que a unidade estrutural se repete)
- Caracterizar um material como plástico quando, sendo polimérico, é capaz de ser moldado segundo formas diversificadas

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

- 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)
- Interpretar o código (letras e números) utilizado na caracterização de plásticos
- Identificar os diferentes plásticos pelos códigos que os representam, descodificando essa simbologia
- Identificar processos operacionais de distinção de plásticos, com vista à sua separação
- Identificar, a partir da estrutura do(s) monómero(s), o tipo de reacção de polimerização que pode ocorrer: de condensação ou de adição
- 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, colagénico, caseína, proteína de soja e poliésteres produzidos por bactérias através de processos de fermentação

2. Metais e Ligas Metálicas

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

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

- 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 uma liga metálica homogénea que pode ser “treinada” a tomar uma forma ou um volume predeterminados, em resposta a estímulos térmicos ou eléctricos
- 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

3. Outros Materiais

- Identificar os materiais cerâmicos como materiais inorgânicos não metálicos
- Reconhecer que os materiais cerâmicos são constituídos, basicamente, a partir de óxido de alumínio (Al_2O_3), óxido de cálcio (CaO), e nitreto de silício (Si_3N_4)
- 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 microestrutura pode ser considerada totalmente amorfa (vidro), totalmente cristalina ou uma combinação entre amorfa e cristalina
- Interpretar a estrutura atómica como responsável, em primeiro lugar, pelas propriedades químicas, físicas, térmicas, eléctricas, magnéticas e ópticas

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

- 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
 - Reconhecer a importância dos materiais cerâmicos na construção civil
 - 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
- Identificar os materiais compósitos como materiais resultantes da combinação de, pelo menos, dois materiais quimicamente distintos (metais, cerâmicas ou polímeros), com uma interface de contacto e criados para obter melhores propriedades
- Distinguir as duas fases de um compósito: a fase contínua (matriz) escolhida de forma a conferir a maleabilidade ou ductilidade e a fase descontínua (fase dispersa ou fase de reforço), escolhida de forma a conferir resistência
- 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)

5 | Orientações metodológicas / Sugestões de avaliação

Os alunos efectuarão:

- A recolha e classificação de amostras de objectos de plástico usando o código internacional de identificação (letras e/ou números) impresso
- A organização de artigos de jornais e de revistas sobre o desenvolvimento e uso de plásticos, sistematizando as informações incluídas em cada um deles
- A elaboração de 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).
- A pesquisa em livros, em revistas da especialidade e na Internet dos processos de reciclagem e de tratamento de desperdícios dos plásticos
- A pesquisa sobre polímeros com aplicação recente (por exemplo, supercondutores)
- A pesquisa das vantagens e das desvantagens da utilização de polímeros, relativamente a outros materiais.
- A pesquisa sobre metais e ligas metálicas mais em uso
- A pesquisa sobre materiais cerâmicos onde se inclua o vidro
- A pesquisa sobre a produção nacional de compósitos e suas vantagens em relação a outros materiais
- As seguintes actividades pratico-laboratoriais:
 - ✓ Identificação de plásticos através de testes físico-químicos
 - ✓ Produção de um polímero, por exemplo o nylon 6,6
 - ✓ Produção da “bola saltitona”

A avaliação sumativa deste módulo deve ser o resultado de um conjunto de avaliações formativas, contínuas e sistemáticas, com formatos variados, nomeadamente:

- qualidade das pesquisas desenvolvidas e registadas em relatórios;
- trabalho laboratorial;
- respeito pelas normas de segurança, gerais e pessoais;
- relatórios dos trabalhos realizados;
- teste de “papel e lápis”.

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.

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

- 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.

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

Materiais e sustentabilidade

- 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>

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.newton.dep.anl.gov/askasci/chem99/chem99217.htm>

Polímeros e supercondutividade

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

Outros materiais que não polímeros e metais

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

Biopolímeros

- <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.inovacaotecnologica.com.br/noticias/materiais-arquivo.html>

Novos materiais (em português)

Índice Geral

Parte I – Orgânica Geral

	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

Parte II – Módulos

Física		
Número	Designação	Página
FM1	A Medida	15
FM2	Movimentos e Forças I	18
FM3	Circuitos Eléctricos	22
FM4	Produção e Consumo de Energia	27
FM5	Luz e Som	31
FM6	Mecânica	34

Módulo QM11: Polímeros, Ligas Metálicas e outros Materiais

