

Ministério da Educação

Departamento do Ensino Secundário

Programa de Física e Química B

11º Ano

**Cursos Tecnológicos de:
Construção Civil e Edificações
Electrotecnicia/Electrónica
Informática**

Autores

Componente de Química

Isabel P. Martins (Coordenadora)

José Alberto L. Costa

José Manuel G. Lopes

Maria Otilde Simões

Teresa Sobrinho Simões

Componente de Física

Adelaide Bello

Clara San-Bento

Elisa Prata Pina

Helena Caldeira (Coordenadora)

**Colaboração na verificação das
actividades laboratoriais de**

Augusta Patrício

Teresa Soares

Homologação

22/12/2003

Índice

Visão Geral do Programa de Física e Química B - Componente de Química do 11º Ano	2
Unidade 1 – Materiais e Aplicações: os metais e as ligas metálicas.....	3
Introdução.....	3
Objecto de ensino.....	5
Objectivos de aprendizagem.....	6
Actividades de sala de aula	11
Actividades laboratoriais.....	12
Unidade 2- Materiais e Aplicações: os plásticos	18
Introdução	18
Objecto de ensino	20
Objectivos de aprendizagem.....	21
Actividades de sala de aula	23
Actividades prático-laboratoriais.....	24
Visão Geral do Programa de Física e Química B - Componente de Física do 11º Ano	32
UNI DADE 1 – Comunicações	34
Introdução	34
Objecto de ensino	36
Objectivos de aprendizagem.....	37
Actividades práticas de sala de aula.....	39
Actividades prático-laboratoriais.....	43
BI BLI OGRAFIA	53

Visão Geral do Programa de Física e Química B – Componente de Química do 11º Ano

O programa do 11º ano, via B1, está organizado, em duas unidades, que procuram responder às necessidades de formação Química dos alunos dos Cursos Tecnológicos a que se destina.

Continuam a seleccionar-se alguns dos materiais de origem natural e sintética de utilização alargada, os metais e ligas metálicas e os materiais plásticos. Todos estes materiais têm enormes repercussões na vida diária (pessoal, social e industrial), são obtidos a partir de recursos cada vez mais escassos e por processos que são socialmente contestados e cada vez de forma mais acentuada, pelo impacte ambiental gerado. Através destes temas pretende-se que os alunos compreendam melhor a natureza destes materiais (constituição e estrutura), os processos químicos que os originam, as implicações ambientais que naturalmente ocorrem e os benefícios sociais da sua utilização.

A nível curricular, o estudo destes grupos de materiais é realçado pela importância que eles têm nos domínios profissionais tecnológicos que muitos destes alunos poderão vir a prosseguir, pelo que tal estudo poderá ser considerado uma mais-valia formativa.

Reiterando o que foi referido na introdução do Programa de 10º ano, as actividades práticas de sala de aula ou de laboratório devem ser entendidas como vias para alcançar aprendizagens específicas e não como algo que se executa após o desenvolvimento dos temas num formato expositivo. O êxito das tarefas na sala de aula depende do trabalho prévio e da reflexão posterior com vista à consolidação de aprendizagens, esperando-se que os alunos, já mais amadurecidos, consigam ir mais fundo no tratamento das situações-problema e sejam mais céleres nos ritmos de aprendizagem. Muitos dos saberes implícitos nos “objectivos de aprendizagem” listados podem e devem, portanto, ser trabalhados em contexto de actividades.

Prevêem-se no total 26 aulas (90 minutos cada), das quais 6 para aulas prático-laboratoriais. As restantes aulas ficarão para avaliação e gestão pelo professor de acordo com as características da turma, ou situações imprevistas.

Unidade 1 – Materiais e Aplicações: os metais e as ligas metálicas

Introdução

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

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

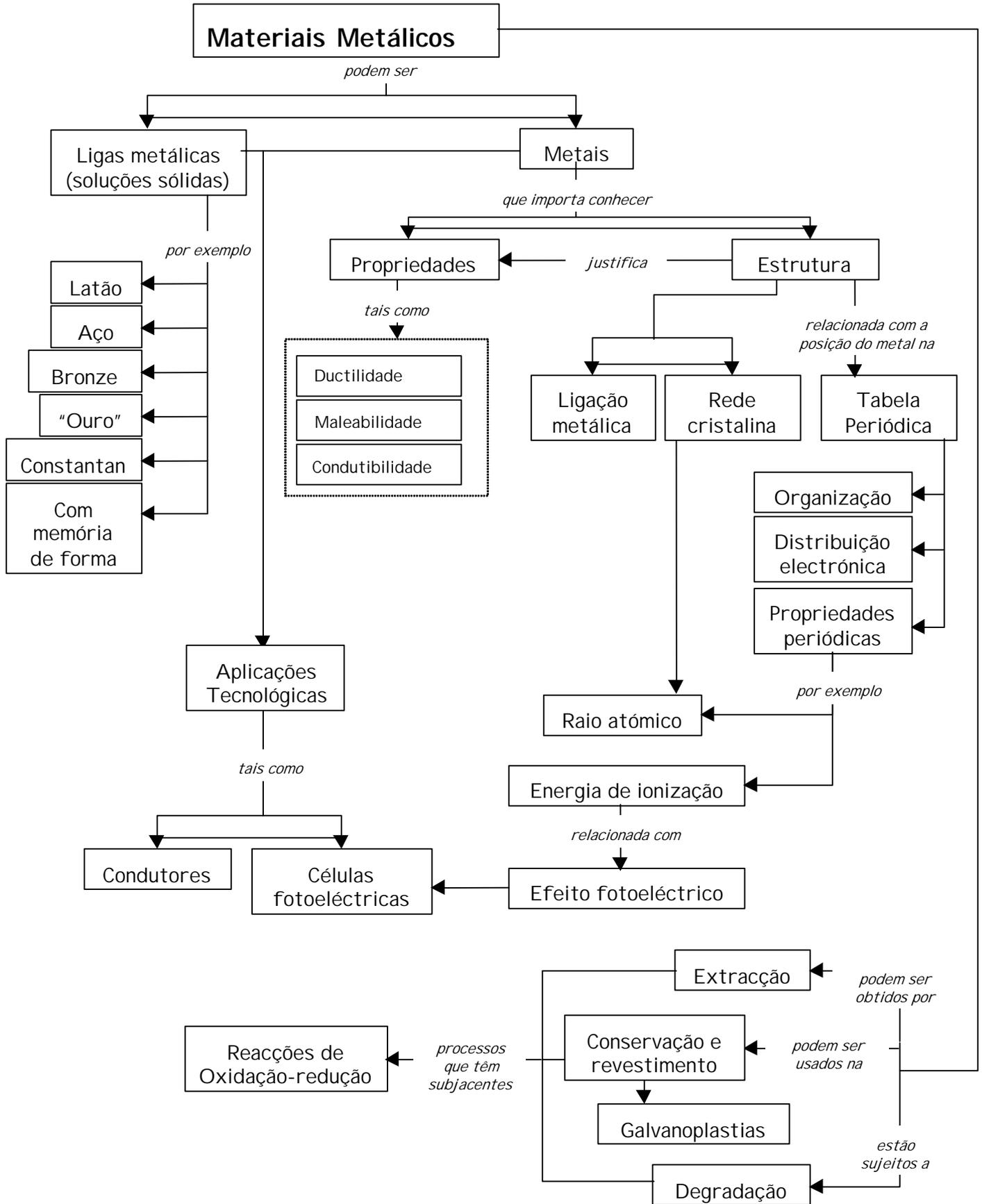
Os metais foram assim progressivamente extraídos da crosta terrestre, transformados e utilizados de tal forma que nos é impossível pensar na vida quotidiana sem metais, quer eles sejam usados na sua forma pura, em ligas ou na constituição de sais. De acordo com as propriedades de cada um destes materiais,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

Mas o uso em larga escala destes materiais acarreta problemas para a humanidade: a medalha tem o seu reverso. Por um lado, a escassez dos recursos naturais, que torna premente a necessidade da sua reciclagem e revalorização; por outro lado, as consequências nefastas da sua degradação, quer para a sociedade em geral, quer para o ambiente em particular e que obrigam ao tratamento e protecção por forma a inviabilizar a corrosão que deles é apanágio.

Afinal, a importância destes materiais na vida contemporânea revela-se tão grande quanto o era no início da era dos metais, fazendo-nos crer que, com o avanço da ciência e da tecnologia, a imensa variedade das ligas desenhadas para oferecerem propriedades para fins cada vez mais específicos engrossará a lista dos seus usos e aplicações, tornando-os matéria-prima de procura possivelmente eterna.

A Unidade está prevista para 15 aulas, sendo 3 de índole prático-laboratorial.

Unidade 1 – Materiais e Aplicações: os metais e as ligas metálicas



Objecto de ensino

1. A importância dos metais ao longo dos tempos

- Perspectiva histórica da utilização dos metais: era do cobre, era do bronze e era do ferro
- Onde se aplicam
- Que impactes ambientais provocam - como os minimizar - **AL 1.1**

2. Como se distinguem metais de outros materiais

2.1. A distribuição electrónica

- Breve história da evolução do modelo atómico até à quantização de energia
- Modelo actual: modelo quântico
 - Números quânticos (n , l , m_l e m_s)
 - Orbitais (s, p, d)
 - Princípio da energia mínima
 - Princípio da exclusão de Pauli
 - Regra de Hund
 - Configuração electrónica de átomos de elementos de $Z \leq 23$

2.2. Os metais e a Tabela Periódica dos elementos

- Estrutura da Tabela Periódica
- Posição dos elementos na Tabela Periódica e configurações electrónicas
- Características dos elementos e propriedades das substâncias elementares
- Posição dos elementos “metálicos” na Tabela Periódica (blocos s e p e bloco d)
- Raio atómico e energia de ionização: sua variação com o número atómico

2.3. Estrutura e ligação química dos metais

- Ligação metálica
- Rede cristalina dos metais

3. Metais e suas aplicações

3.1. Propriedades e estrutura

- Condutibilidade eléctrica e térmica, ductilidade e maleabilidade

3.2. Aplicações, conservação e degradação dos metais

3.2.1 Algumas aplicações

- Como matéria-prima, como reguladores de processo ou como aditivo
- Células fotoeléctricas e sua utilização
 - Efeito fotoeléctrico
- Metais e o vidro: o caso do cristal

3.2.2. Degradação e conservação dos metais

- Os metais e a oxidação-redução
- Série electroquímica - **AL 1.2**
- Extração de metais
- Degradação dos metais: a corrosão
- Conservação e revestimento dos materiais: galvanoplastia e galvanostegia - **AL 1.3**

4. 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

Objectivos de aprendizagem

No final desta unidade, os alunos deverão saber:

1 aula + 1 AL

1. A importância dos metais ao longo dos tempos

- Reconhecer a importância fundamental dos metais na evolução da espécie humana 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.

2. Como se distinguem metais de outros materiais

2.1. A distribuição electrónica

- Referir os contributos dos vários cientistas e das suas propostas de modelo atómico, para a formalização do modelo atómico actual
- Interpretar o átomo segundo o modelo que prevê a existência de níveis de energia quantificados
- Descrever o modelo quântico do átomo em termos de números quânticos (n , l , m_l e m_s), orbitais e níveis de energia
- Estabelecer as configurações electrónicas dos átomos dos elementos ($Z \leq 23$) atendendo aos princípios da energia mínima e da exclusão de Pauli e à regra de Hund

2.2. Os metais e a Tabela Periódica dos elementos

- Reconhecer na Tabela Periódica um instrumento organizador de conhecimentos sobre o universo dos elementos químicos
- Interpretar a organização actual da Tabela Periódica dos elementos em termos de períodos, grupos (1 a 18) e elementos representativos e não representativos e a simbologia a eles associada
- Referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à organização actual
- Distinguir entre características do elemento e propriedades das substâncias elementares correspondentes
- Identificar, para os elementos representativos da Tabela Periódica, a periodicidade das propriedades físicas e químicas das respectivas substâncias elementares
- Interpretar o raio atómico e a energia de ionização em termos da distribuição electrónica
- Identificar a posição de cada elemento na Tabela Periódica segundo o grupo e o período
- Diferenciar informações contidas na Tabela Periódica respeitantes, respectivamente, aos elementos e às substâncias elementares correspondentes
- Identificar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas

2.3. Estrutura e ligação química dos metais

- Associar a ocorrência de ligação metálica entre átomos que apresentam simultaneamente baixa energia de ionização, várias orbitais de valência vazias e um número de electrões de valência menor que o número de orbitais de valência
- Interpretar a ligação metálica como o resultado da interacção electrostática entre os iões “metálicos” (positivos) da rede cristalina tridimensional e os electrões nela dispersos

3. Metais e suas aplicações

3.1. Propriedades e estrutura

- 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

3.2. Aplicações, conservação e degradação dos metais

3.2.1. Algumas aplicações

- Identificar situações particulares em que os metais sejam matéria prima, reguladores de processos e aditivos
- Interpretar o efeito fotoeléctrico em termos da energia de radiação incidente, da energia mínima de remoção de um electrão e energia cinética do electrão emitido
- Interpretar a razão pela qual no efeito fotoeléctrico a energia necessária para retirar uma mole de electrões a uma mole de átomos de um metal não coincide com a energia de ionização
- Identificar algumas aplicações tecnológicas das células fotoeléctricas, base de muitos dos equipamentos electrónicos do nosso dia a dia: de uso doméstico, de uso industrial e em equipamentos sociais
- Relacionar a presença de metais na composição de um cristal como meio de melhorar algumas propriedades como a refacção da luz, o brilho e as formas das faces facetadas no cristal

3.2.2. Degradação e conservação dos metais

- Os metais e a oxidação-redução
- Situar, cronologicamente, a evolução conceptual do termo oxidação
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução em termos de transferência de electrões
- Atribuir estados de oxidação dos elementos, em substâncias simples e compostas, a partir do número de oxidação
- Associar os elementos Fe, Cu, Mn, Sn, Cr e Hg com a sua posição na Tabela Periódica (elementos de transição)
- Associar o número de oxidação de um elemento constituinte de um ião monoatómico ao valor da carga eléctrica deste último
- Associar o número de oxidação 0 (zero) aos elementos quando constituintes de substâncias elementares e diferente de zero quando constituintes de substâncias compostas
- Reconhecer que a maioria dos metais tem número de oxidação variável, mas sempre positivo

- Reconhecer que a oxidação envolve cedência de electrões e que a redução envolve ganho de electrões
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução como um processo de ocorrência simultânea de uma oxidação e de uma redução, cada uma correspondendo a uma semi-reacção
- Identificar, numa reacção de oxidação-redução, os pares conjugados de oxidação-redução
- Reconhecer que existem espécies químicas que podem comportar-se como espécie oxidada ou espécie reduzida consoante a outra espécie química com que reage
- Associar a ocorrência de uma reacção ácido-metal à possibilidade do metal se oxidar com redução simultânea do ião hidrogénio.

• **Extracção de metais**

- Reconhecer que a maior parte dos metais ocorre na natureza na forma combinada com outros elementos formando minerais
- Distinguir minério de um mineral em termos da abundância suficiente de metal que permitia a sua exploração económica
- Relacionar metalurgia com a ciência e a tecnologia de produzir metais a partir dos seus minérios e ainda à produção de ligas metálicas
- Associar a transformação de um composto metálico em metal a um processo de redução dos iões metálicos correspondentes

• **Degradação e conservação dos metais**

- Relacionar a corrosão dos metais com um processo de deterioração dos metais por uma via electroquímica: formação de ferrugem, de verdetes e oxidação da prata
- Interpretar o aumento da corrosão dos metais pelas presenças de humidade, de ácidos ou bases e de poluentes do ar e da água
- Discutir os prejuízos que a corrosão acarreta em termos da danificação de construções, pontes, barcos e carros
- Identificar a galvanoplastia e a galvanostegia como técnicas de conservação e revestimento de metais

4. As ligas metálicas

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

Actividades de sala de aula

Sem prejuízo para qualquer outra actividade que os professores entendam realizar, pela sua riqueza, variedade e oportunidade, propõem-se as seguintes actividades, as quais poderão ser realizadas na totalidade ou apenas parcialmente:

1. Pesquisar informação sobre a descoberta e utilização dos metais, numa perspectiva histórica;
2. Estabelecer uma comparação dos campos de utilização dos metais e de outros materiais como os materiais plásticos, cerâmicos e outros, utilizando diversas fontes de informação;
3. Pesquisar em livros, em revistas da especialidade, na Internet, etc., sobre o significado e utilização de “metais com memória de forma” e sua utilização;
4. Pesquisar o significado de “Ouro de 18 e 24 quilates” – grau de pureza, e quais os materiais que se ligam ao ouro;
5. Pesquisar a abundância e localização de minérios, utilizados na extracção de metais;
6. Sistematizar informação sobre a reutilização e reciclagem de metais e de ligas metálicas (casos a que se aplica, extensão e evolução ao longo do tempo);
7. Pesquisar processos tecnológicos de protecção dos metais.

Actividades laboratoriais

AL 1 – Acção bactericida de alguns metais e ligas metálicas

Qual o problema dos metais “pesados”?

Qual o impacte ambiental provocado pelas actividades antropogénicas?

Objecto de ensino

- As actividades humanas como causa de alteração no equilíbrio dos ecossistemas
- Variação da composição média do ar, do solo e da água

Objectivos de aprendizagem

- Concluir, a partir da observação, sobre a acção dos metais e das ligas metálicas no crescimento, ou não, de bactérias em meios específicos
- Prever a acção bactericida de alguns metais e ligas metálicas
- Identificar os metais “pesados” como sub-produtos da actividade antropogénica
- Avaliar a possibilidade de metais pesados fazerem parte de sistemas bióticos e abióticos

Sugestões metodológicas

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

significados de toxicidade;

benefícios da acção da maior parte das bactérias (cerca de 89%);

processos correctos de manuseamento de produtos químicos/bioquímicos (uso de luvas; lavagem das mãos e das unhas em profundidade após manuseamento).

2-Para o desenvolvimento da actividade os alunos seleccionam moedas correntes e/ou amostras de metais para avaliar a sua toxicidade na presença de bactérias.

3-A actividade poderá ser organizada em duas partes. Na primeira pretende-se verificar qual o efeito dos metais no crescimento da bactéria *E.coli*. Na segunda parte procura-se estudar o tipo de efeito de um determinado metal no desenvolvimento da bactéria, isto é, se actuou como bactericida ou bacterostato (retardador do crescimento).

1ª Parte:

- Fixar a caixa de Petri a uma base móvel.
- Colocar 3 moedas numa caixa de Petri já inoculada e registar o tipo de moedas usadas e a sua posição (em alternativa poder-se-á colocar uma moeda em cada caixa).
- Deslocar a base suavemente para uma área onde não haja perturbação e deixar a incubar à temperatura ambiente durante 24-48 h (ou mais, dependendo do horário da turma).
- Observar e anotar as alterações por comparação com um ensaio em branco (caixa de petri incubada e sem qualquer metal).
- Concluir sobre o efeito de cada um dos metais na cultura das bactérias.

2ª Parte:

- Retirar uma amostra da zona onde o crescimento não ocorreu e colocá-la numa nova placa com meio de crescimento. Deixar a incubar durante o tempo conveniente.
- Observar as alterações ocorridas, se houve ou não crescimento de bactérias.
- Concluir acerca do efeito do metal no crescimento da bactéria.

4-Sistematizar os resultados obtidos para cada um dos metais no quadro seguinte:

Moedas/amostras	<u>Metal/Liga metálica</u>	Tipo de efeito
1 cêntimo	Aço coberto com Cobre	
2 cêntimo	Aço coberto com Cobre	
5 cêntimo	Aço coberto com Cobre	
10 cêntimo	Liga de Cu/Al/Zn/Sn	
20 cêntimo	Liga de Cu/Al/Zn/Sn	
50 cêntimo	Liga de Cu/Al/Zn/Sn	
1 euro	Anel: liga de cobre, zinco e níquel Centro: liga de Cu-Ni coberta a níquel	
2 euro	Anel: liga de cobre e níquel Centro: liga de Cu-Ni coberta a níquel	
.....		

Nota: O(A) professor(a) deve ensaiar previamente várias moedas e outras amostras metálicas de modo a garantir a diversidade de resultados.

Materiais (o número de unidades por turno depende do número de moedas/peças metálicas usadas):

- Luvas de protecção
- Caixas de Petri preparadas com agar-agar
- Bactérias *E.coli* (versão segura)
- Equipamento para inoculação
- Moedas ou outro material metálico

Sugestões para avaliação

- Discussão dos resultados obtidos e do seu interesse do ponto de vista do impacte de metais “pesados” sobre ecossistemas.

AL 1.2 – Série electroquímica: o caso dos metais

1 aula

Porque é que nem todos os metais devem ser utilizados como recipientes?

Que metais se devem usar nas canalizações?

Por que se protegem os cascos metálicos dos navios com zinco?

Objecto de ensino

- Série electroquímica qualitativa
- Protecção de metais por metais

Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade em causa
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes às diferentes situações laboratoriais
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Organizar uma série electroquímica
- Seleccionar um metal a usar como protecção de outro

Sugestões metodológicas

Com esta actividade pretende-se que os alunos ordenem os metais magnésio, alumínio, zinco e cobre de acordo com o seu poder redutor. Para isso promove-se o contacto entre cada um dos metais e soluções aquosas de sais contendo os catiões dos outros metais.

Uma possível organização dos ensaios a realizar poderá ser conduzida de acordo com a seguinte tabela:

Soluções (aq) Metais	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
Mg	-----			
Al		-----		
Zn			-----	
Cu				-----

Os alunos deverão planificar os ensaios a realizar, conjugando os pares: metal – solução. No total, cada grupo, deverá realizar 12 ensaios.

Soluções a utilizar: nitratos dos metais referidos, de concentração 0,1 mol dm⁻³, a preparar com antecedência.

Os ensaios deverão ser realizados em placas de micro-escala (ou pequenos tubos de ensaio em suporte), de modo a que em cada linha se coloque o mesmo metal e em cada coluna se adicione a mesma solução (de acordo com a tabela).

Todos os ensaios deverão ser realizados em condições controladas de volume e temperatura das soluções e para o mesmo metal usar dimensões idênticas (por exemplo magnésio em fita e cobre em fio).

As reacções (se as houver) ocorrerão à temperatura ambiente, embora a modificação do sistema seja visível mais rapidamente em alguns casos do que noutros. Por isso é conveniente deixar os metais em contacto com as soluções durante toda a aula.

Sugestões para avaliação

- Organizar o quadro de registo das observações efectuadas.
- Interpretar em que situações ocorreu reacção e escrever a respectiva equação química.
- Organizar a série electroquímica dos metais testados segundo o número de reacções em que cada metal esteve envolvido.

Com base nesta actividade, responder às seguintes questões:

- Qual dos metais usados poderia ser utilizado como contentor de qualquer das soluções usadas?

- Qual das soluções dos sais poderá ser guardada em recipientes de qualquer destes metais?

- Responder às questões iniciais com base nos resultados obtidos.

AL 1.3 – Galvanoplastia e Galvanostegia**1 aula**

Como purificar um metal?

Porque é que se usa a galvanostegia e a galvanoplastia?

Objecto de ensino

- Galvanoplastia
- Galvanostegia
- Reacções de oxidação-redução

Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade em causa
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes às diferentes situações laboratoriais
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Explicar as técnicas de galvanostegia e galvanoplastia na protecção de um material por um metal, a fim de evitar a corrosão do primeiro e/ou para embelezá-lo, ou na sua purificação (caso de um metal)
- Seleccionar o metal e a solução aquosa a usar numa dada galvanoplastia ou galvanostegia

Sugestões metodológicas

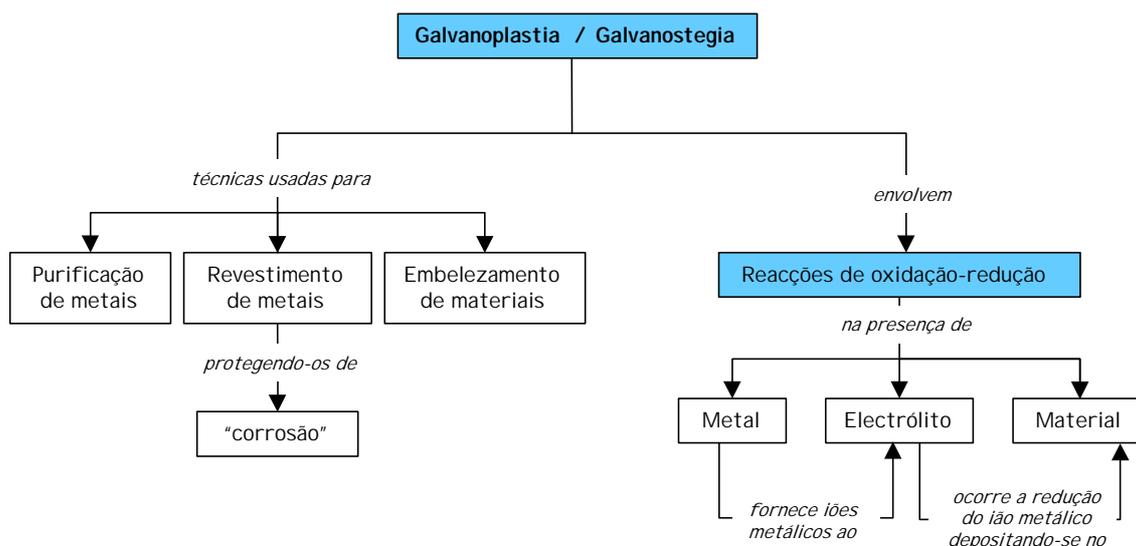
Através da realização em contexto laboratorial da actividade proposta, pretende-se que os alunos discutam aspectos técnicos e fundamentação teórica associados a processos usados no revestimento de metais por outros metais, para efeitos purificação destes, para protecção à "corrosão" e/ou para efeitos de embelezamento.

Deverá ser feita uma discussão prévia e contextualizada acerca da aplicação industrial destes processos, procurando incentivar os alunos a fazer a sua transposição para uma escala reduzida (laboratorial), envolvendo-os:

- na selecção de material e equipamento existente na escola;
- na montagem experimental e controlo de variáveis;
- na escolha do electrólito;
- no papel do gerador exterior.

Se oportuno, o professor poderá aproveitar para demonstrar o funcionamento de um gerador electroquímico.

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



Material, equipamento e reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Amperímetro/miliamperímetro	4
Copo de 400 mL de forma baixa	4
Fios condutores de ligação	16
Fonte de alimentação/gerador electroquímico	4
Interruptor	4
Pinças crocodilo	8
Vareta de vidro	4

Outros materiais:

Água, Sulfato de cobre penta-hidratado, Ferro (por exemplo, em prego ou em lâmina), Zinco e Cobre (em lâmina).

Sugestões para avaliação

- Organizar o quadro de registo das observações efectuadas.
- Com base nesta actividade, responder às seguintes questões:
 - Qual o metal e a solução a usar para se fazer uma niquelagem?
 - Qual o metal e a solução a usar para se fazer uma cromagem?
 - Seria possível cobrear o magnésio?

Unidade 2 – Materiais e Aplicações: os plásticos

Introdução

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

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

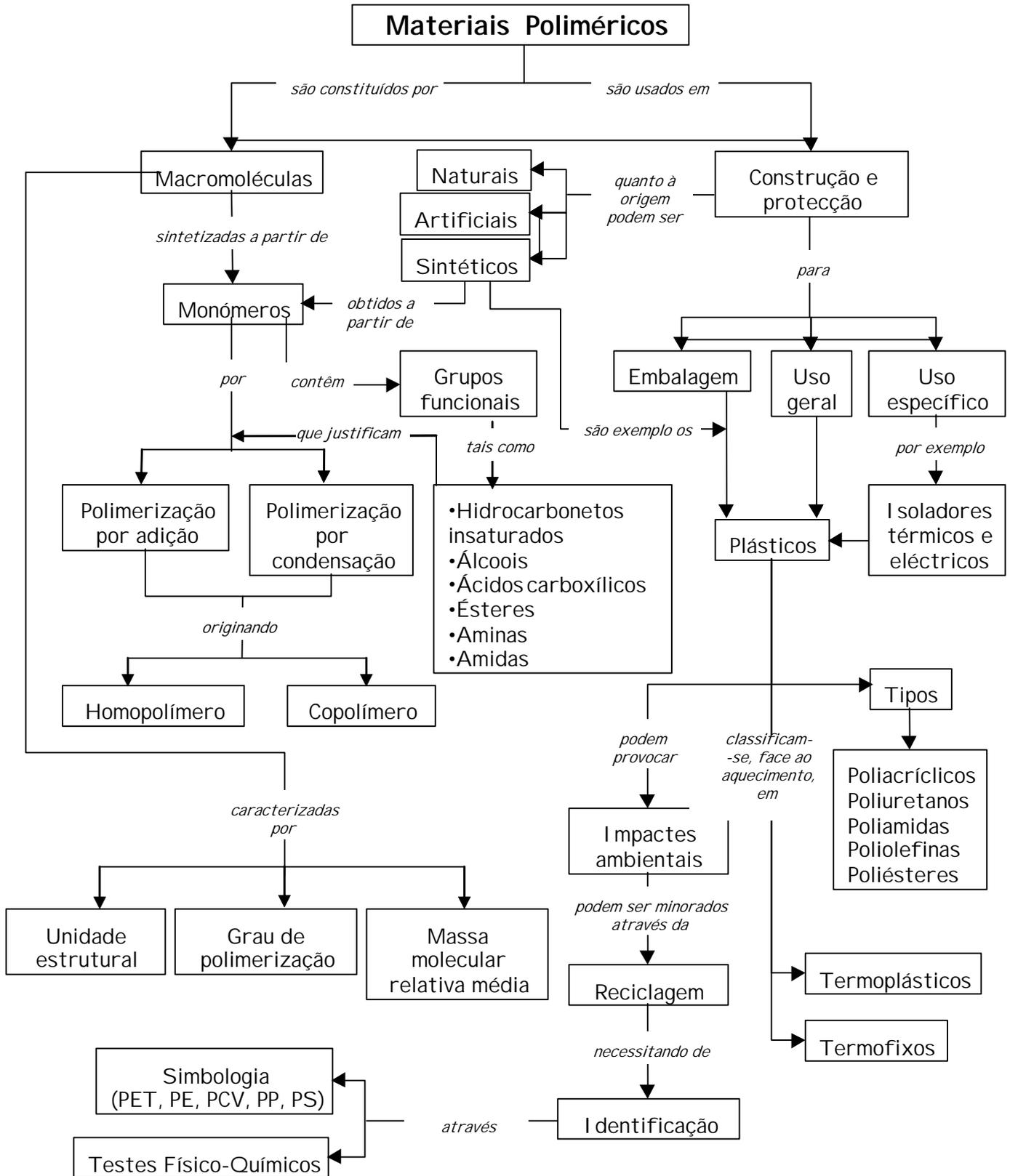
Os plásticos incluem-se numa família de materiais mais ampla, os polímeros, constituídos por moléculas gigantes ou macromoléculas, que apareceram antes de mais na natureza: a celulose que depois de transformada produz o polímero artificial *rayon*, a borracha extraída do látex natural que foi copiada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

O que se propõe nesta Unidade é a interpretação da estrutura química dos polímeros e, particularmente, dos plásticos, para se perceber a razão de tão úteis propriedades. Far-se-á também uma abordagem aos aspectos ambientais inerentes ao uso dos plásticos - a reciclagem, a destruição dos seus resíduos, as suas possíveis bio e fotodegradabilidade, a solubilidade em água e, ainda, os aspectos económicos relacionados com o seu uso.

Por último, mas não por ser menos importante, desenvolve-se um pouco a história do seu aparecimento e a evolução sofrida até à actualidade, na mira de se perceber quando e por que apareceram os plásticos, que alterações provocaram nos hábitos de vida das pessoas, e para lançar um olhar prospectivo sobre o que o futuro nos poderá reservar nesta relevante e interessante área da Química.

Esta Unidade está prevista para 11 aulas, sendo 3 de carácter prático-laboratorial e 2 para preparação e realização de visita de estudo a uma instalação industrial.

Unidade 2 - Materiais e Aplicações: os plásticos



Objecto de ensino

2.1. Os plásticos e os estilos de vida das sociedades actuais

- Marcos históricos da indústria dos polímeros
- Plásticos, Ambiente e Desenvolvimento económico
- A reciclagem de plásticos

2.2. Os plásticos e os materiais poliméricos

- O que são polímeros
- Polímeros naturais, artificiais e sintéticos
- Polímeros biodegradáveis, fotodegradáveis e solúveis em água
- Macromolécula e cadeia polimérica
- O que são materiais plásticos
- Termoplásticos e plásticos termofixos
- A identificação de plásticos pelos códigos
- Testes físico-químicos para a identificação de plásticos - **AL 2.1.**

2.3. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

- Como se preparam os polímeros sintéticos: monómeros e reacções de polimerização
- Homopolímeros e co-polímeros
- Grupos funcionais
- Polímeros de adição e polímeros de condensação
- Síntese de polímeros - **AL 2.2.**
- Grau de polimerização e massa molecular relativa média
- Família de polímeros e marcas registadas
- Visita a uma instalação industrial - VE

Objectivos de aprendizagem

3 aulas + 1 AL

2.1. Os plásticos e os estilos de vida das sociedades actuais

- 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,...)
- Estabelecer comparações no modo de realizar tarefas e tipos de actividades recorrendo a materiais plásticos ou a outros materiais
- Conhecer alguns marcos importantes da história dos polímeros: o primeiro plástico semi-sintético (1850) (nitrato de celulose), a baquelite (1907), o acetato de celulose (1922), o policloreto de vinilo (PCV) (1930), o celofane, a resina de ureia formaldeído, a poliamida, o polimetacrilato de metilo (vulgarmente designado por "acrílico" ou comercialmente por perspex), o polietileno, o poliestireno (1933), as resinas epoxi (1938), o poliéster, o silicone e os bioplásticos
- 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

2.2. Os plásticos e os materiais poliméricos

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

3 aulas + 1 AL (2 aulas) + 2 VE

- 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

2.3. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

- Interpretar a síntese de um polímero como uma reacção de polimerização a partir de um ou dois monómeros
- Caracterizar uma reacção de polimerização como uma reacção química em cadeia entre moléculas de monómero(s)
- Diferenciar homo e co-polímeros pelo número e tipo de monómeros envolvidos na reacção de polimerização: um monómero no caso de homopolímeros e dois monómeros no caso de co-polímeros
- 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)
- Associar um polímero a uma determinada cadeia polimérica “média”
- Caracterizar os monómeros segundo o número e a natureza dos seus grupos funcionais
- Caracterizar a ligação simples C – C na cadeia macromolecular de um polímero orgânico como uma ligação covalente simples
- Relacionar a estrutura da macromolécula com a estrutura molecular do(s) monómero(s) respectivo(s)
- Distinguir unidade estrutural do polímero da unidade estrutural do(s) monómero(s)
- Identificar, a partir da estrutura do(s) monómero(s), o tipo de reacção de polimerização que pode ocorrer: de condensação ou de adição
- Caracterizar os polímeros segundo famílias (poliolefinas, poliacrílicos, poliuretanos, poliamidas, poliésteres) relacionando essas famílias com os grupos funcionais dos monómeros
- Diferenciar família química de polímeros (de natureza estrutural) de marca registada (de natureza comercial): o Nylon 6-10 é uma marca registada de polímeros da família das poliamidas
- Relacionar o problema da diminuição de recursos naturais com a necessidade de produção de bioplásticos a partir de biopolímeros (polímeros de origem natural): celulose, amido, colagénio, caseína, proteína de soja e poliésteres produzidos por bactérias através de processos de fermentação

Actividades de sala de aula

1. Recolher e classificar amostras de objectos de plástico usando sistemas de classificação (tipo de uso: lazer, segurança, construção, comunicação, transporte...). Comparar esta classificação com a conseguida, utilizando o código internacional de identificação (letras e/ou números) impressos.
2. Organizar artigos de jornais e revistas sobre o desenvolvimento e uso de plásticos. Sistematizar as informações incluídas em cada um deles.
3. Elaborar um texto sobre o modo como os plásticos modificaram hábitos de vida (por exemplo, comparar as vantagens e desvantagens do uso de garrafas de plástico relativamente às garrafas de vidro).
4. Pesquisar em livros, revistas da especialidade e Internet os processos de reciclagem e tratamento de desperdícios dos plásticos e sistematizar a informação recolhida.
5. Pesquisar sobre os polímeros com aplicação recente (por exemplo, como supercondutores)
6. Pesquisar vantagens e desvantagens da utilização de polímeros, relativamente a outros materiais.
7. Pesquisar informação sobre a importância do desenvolvimento do conhecimento químico sobre materiais poliméricos na ciência química (por exemplo, na atribuição de Prémios Nobel a cientistas como Staudinger em 1953, Giulio Natta e Karl Ziegler em 1963, Paul Flory em 1974, Roald Hoffmann em 1981, Heeger, Macdiarmid e Shirakawa em 2000).

Actividades práctico-laboratoriais

AL 2.1 Identificação de plásticos através de testes físico-químicos 1 aula

Como se pode identificar um plástico no laboratório?

Objecto de ensino

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

Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade em causa
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes às diferentes situações laboratoriais
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Distinguir os diferentes tipos de plásticos através de testes físico-químicos
- Classificar um dado plástico em função do seu comportamento face ao aquecimento

Sugestões metodológicas

Esta actividade laboratorial deverá ser precedida da separação, pelos alunos, de vários tipos de plásticos, entre um conjunto diversificado, a fim de identificarem ou comprovarem a simbologia existente nos mesmos. Para tal devem ser executados:

- ensaios físico-químicos a realizar pelos diferentes grupos (grupos diferentes estudam tipos de plásticos diferentes) para os diversos tipos de plástico previamente identificados através de simbologia. Os resultados serão partilhados pelos diferentes grupos.
- um conjunto de ensaios físico-químicos aplicados a uma amostra de plástico não identificado, a fim de proceder à sua caracterização, por comparação com os resultados anteriormente obtidos.

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

Tipo de Plástico	Registo de observações					
	Teste de flutuação		Teste do aquecimento ³	Teste de chama ⁴	Teste de combustão ⁵	Teste de acetona ⁶
em água ¹	em álcool isopropílico ²					
PTE						
PEAD						
PCV						
PEBD						
PP						
PS						
Plástico não identificado						

Teste 1 (teste de comportamento em água) - Num copo de 250 mL, colocar cerca de 175 cm³ de água à temperatura ambiente. Introduzir a amostra e agitar com uma vareta para retirar bolhas de ar aderentes. Deixar repousar e observar se flutua ou mergulha.

Teste 2 (teste de comportamento em álcool isopropílico) - Num copo de 250 mL, colocar 64g de álcool isopropílico (a 70 %) e adicionar água até perfazer 100 g de solução. Introduzir a amostra e agitar com uma vareta para retirar bolhas de ar aderentes. Deixar repousar e observar se flutua ou mergulha.

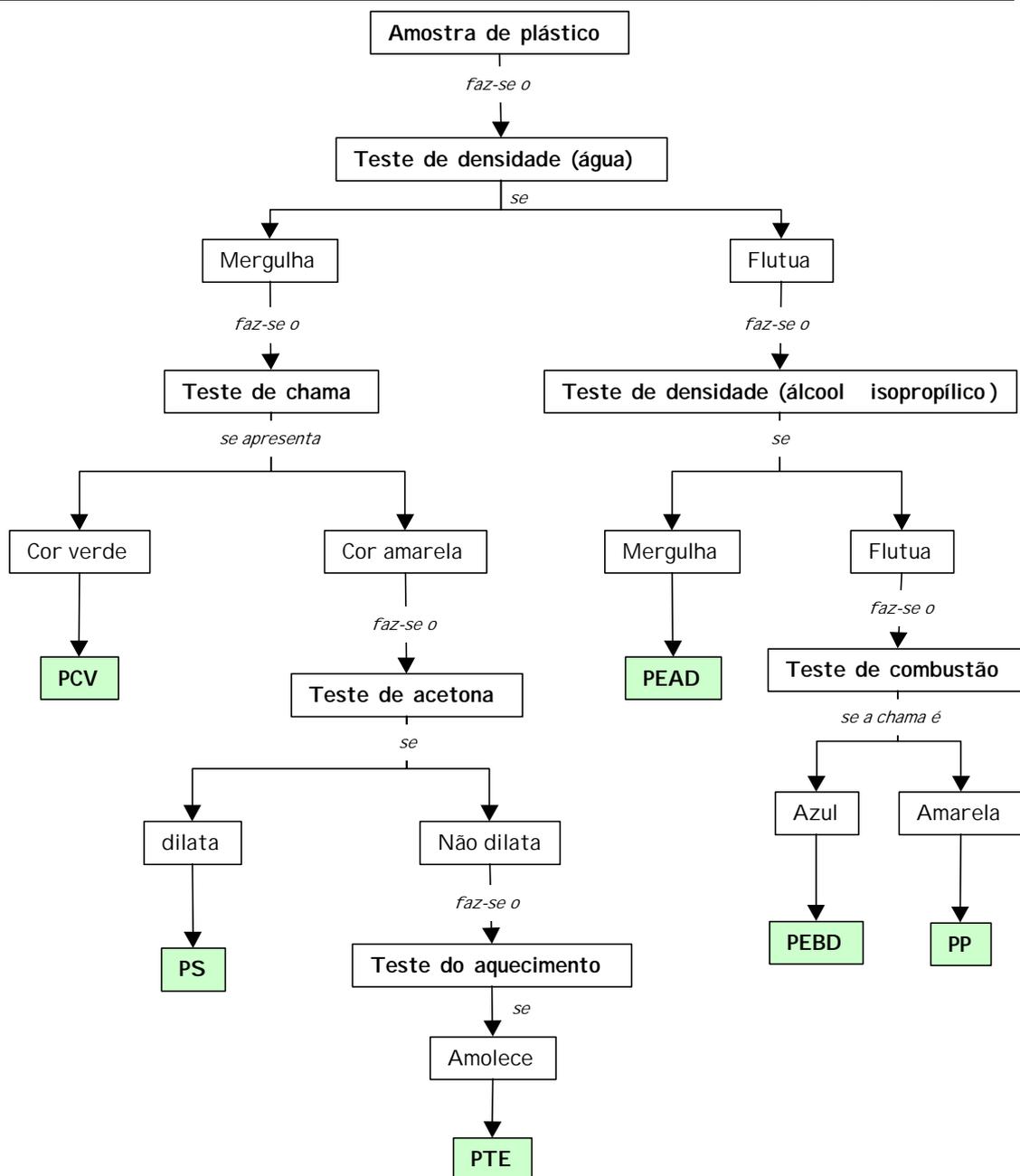
Teste 3 (teste do aquecimento) - Colocar num copo de 250 mL, cerca de 125 cm³ de água, e aquecer até à ebulição. Com o auxílio de uma pinça, mergulhar a amostra e observar o aspecto (amolecimento ou não).

Teste 4 (teste de chama) - Colocar um fio de cromoníquel na chama de um bico de bunsen até ficar ao rubro. Com cuidado, tocar com o fio na amostra de plástico. Levar o fio novamente à chama e observar a cor desta (verde ou amarela).

Teste 5 (teste de combustão) - Preparar uma amostra em forma de anel (com um orifício no centro). Segurar a amostra com uma pinça e aquecê-la na chama até começar a arder. Retirar e observar a cor da chama que ela tem até arder por completo (azul ou amarela).

Teste 6 (teste da acetona) - Colocar, num copo de 150 mL, 30 cm³ de acetona e tapá-lo com um vidro de relógio (não aproximar de chamas). Introduzir a amostra na acetona e aguardar cerca de 5s. Comprimir a amostra e verificar se fica dilatada /amolecida.

O diagrama que se segue mostra a "marcha" correspondente à identificação do tipo de plástico.



Material, equipamento e reagentes por turno

Material e equipamento	Unidades
Balança de precisão $\pm 0,01$ g	1
Bico de bunsen (pode ser portátil)	4
Copo de 100 mL	4
Pinça metálica	4
Placa de aquecimento	4

Outros materiais

Água, fio de cromoníquel; propanona (acetona), álcool isopropílico (a 70%)

Sugestões para avaliação

- Organizar o quadro de registo das observações efectuadas
- Responder à questão: qual(ais) o(s) plástico(s) ensaiado(s) que (é)são termofixo(s)?

AL 2.2 Sintetizar polímeros

2 aulas

*Como obter um polímero sintético, o nylon 6.10?***Objecto de ensino**

Unidades estruturais de um polímero
 Polimerização de condensação
 Copolímeros
 Poliamidas

Objectivos de aprendizagem

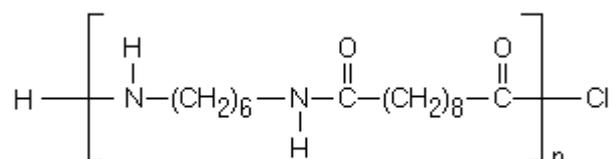
- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar técnicas laboratoriais adequadas à finalidade pretendida e executar os procedimentos
- Compreender os procedimentos a ter em conta na manipulação correcta e segura dos reagentes envolvidos no processo.
- Identificar os monómeros e as unidades estruturais no nylon 6.10.
- Sintetizar um polímero de condensação.
- Traduzir a reacção de síntese do nylon 6.10 através da equação química correspondente.

Sugestões metodológicas

A intenção deste trabalho é a familiarização dos alunos com os procedimentos inerentes a uma reacção de síntese que ocorre à temperatura ambiente. O modelo de trabalho sugerido procura colocar o aluno em situação de pensar sobre o que pretende obter e a justificar os procedimentos a usar. Aos alunos deve ser colocada a questão introdutória e as informações serão disponibilizadas à medida que estes as forem solicitando. Sugerem-se as seguintes etapas:

1- O que se pretende obter?

Uma poliamida – o nylon 6.10 – cuja estrutura pode ser representada por:



2- O que será preciso para preparar uma poliamida?

Se na cadeia polimérica existe um grupo amida ele poderá ser obtido por reacção entre uma amina e um ácido carboxílico (ou um seu derivado). Para haver uma reacção de polimerização cada monómero deverá possuir dois grupos funcionais. Precisamos pois de ter uma diamina e um diácido (ou seu derivado).

3- O será preciso para preparar o nylon 6.10?

A análise da cadeia polimérica permite-nos verificar que entre cada grupo amida existe, alternadamente, uma cadeia de 6 átomos de carbono e uma cadeia de 8 átomos de carbono. Isto permite inferir qual a estrutura da diamina e do diácido (ou derivado). No caso serão: o 1,6-hexanodiamina (hexametilendiamina) e o cloreto de decanodioílo (cloreto de sebaciúlo).

4- Como se provocará a reacção?

Será necessário pôr em contacto os dois reagentes usando soluções diluídas de ambos para o que é preciso usar solventes adequados a cada caso. O cloreto de decanodioilo não é solúvel em água, usa-se o tetracloreto de carbono. O 1,6-hexanodiamina é solúvel em água. Como a reacção é favorecida em meio alcalino, dissolve-se este numa solução aquosa de carbonato de sódio (preparada previamente).

5- Preparação dos reagentes para a reacção de síntese.

Cloreto de decanodioilo: 4 gotas em 10 ml de tetracloreto de carbono.

1,6-hexanodiamina: solução a 5% em carbonato de sódio a 12%.

Preparar as soluções dos reagentes, seleccionando primeiro as quantidades pretendidas, escolhendo o equipamento necessário e efectuando os cálculos.

Preparar as soluções e armazená-las, tendo em conta as regras de segurança.

6- Como obter o filamento de nylon?

As soluções dos dois reagentes são imiscíveis. Na superfície de contacto das soluções ocorrerá a reacção formando-se uma película de nylon, substância sólida insolúvel em ambos os solventes. Coloca-se no copo de reacção a solução mais densa (a solução em tetracloreto de carbono) e depois com muito cuidado a menos densa, não agitando. Com uma pinça retira-se a película de nylon que se vai enrolando em torno de uma vareta. À medida que se retira o nylon formado, os reagentes voltam a entrar em contacto formando uma nova película. Formar-se-á nylon enquanto houver reagentes. O processo de enrolamento do filamento de nylon deverá ser feito de uma forma regular para que o filamento não apresente irregularidades. O filamento ainda enrolado na vareta deve ser cuidadosamente lavado com água corrente para retirar o excesso de reagentes. Desenrola-se cuidadosamente e deixa-se secar sobre papel absorvente.

Material, equipamento e reagentes por turno

Nota: pode também preparar-se o nylon 6.6. em alternativa; a única diferença reside no primeiro reagente, o cloreto de decanodioilo, que passa a ser o cloreto de hexanodioilo. Em ambas as sínteses, os reagentes são muito caros, pelo que se recomenda a partilha com outras escolas.

Material e equipamento	Unidades
Balança semianalítica	1
Copo de 250 mL	4
Copos de 50 mL	8
Pinça com ponta serrilhada	4
Conta-gotas	4
Provetas de 10 mL	4
Provetas de 25 mL e 50 mL	4+4
Vareta de vidro	4
Vidro de relógio	4

Outros materiais

Água, cloreto de decanodioilo (cloreto de hexanodioilo para a síntese do nylon 6.6.), 1,6-hexanodiamina, tetracloreto de carbono, carbonato de sódio.

Sugestões para avaliação

- Explicitar e justificar os procedimentos utilizados em cada uma das etapas seguidas.
- Escrever a equação química que traduz a reacção de síntese do nylon 6.10
- Indicar razões que justifiquem a designação "nylon 6.10".

ACTIVIDADE PRÁTICA - VE- Visita a uma instalação industrial

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

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

Objecto de ensino

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

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permite aos alunos saber:

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

Sugestões metodológicas

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

estabelecer a visita a uma delas em particular. Sugere-se por isso que se explorem quais as acessíveis, e de entre estas as mais adequadas às finalidades da disciplina.

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

Sugerem-se cinco etapas, escalonadas no tempo:

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

1-Preparação e planeamento

1.1-Preparação do professor

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

1.2- Informação à Empresa

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

1.3-Preparação dos alunos

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

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

1.4-Organização do questionário para orientação da visita

- Localização da indústria
- Preparação das matérias-primas para entrada no processo
- Exploração do processo
- Identificação de produtos e co-produtos e exploração do tipo de usos
- Análise simplificada dos aspectos económicos do processo

- Investigação dos aspectos relativos à saúde e segurança
- Investigação de competências especiais dos técnicos
- Identificação de carreiras e funções técnicas
- Análise de contextos ambientais (tipo de resíduos e sua eliminação)
- Contacto com o processo de controlo de qualidade.

2-A visita

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

3-Actividades pós-visita

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

Relatório dos alunos

O relatório deverá conter:

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

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

Visão Geral do Programa de Física e Química B – Componente de Física do 11º Ano

A vida nos países desenvolvidos sofreu, no último século, uma enorme mudança devida a aplicações de muitas descobertas da Física. É o caso da rádio e da televisão, dos telemóveis, dos computadores e da Internet, dos raios X, do LASER e de outros exemplos bem conhecidos que influenciam, acompanham e muitas vezes determinam a vida actual. De facto, a descoberta das leis fundamentais que governam a Natureza tem tido uma profunda repercussão na Humanidade, pois estas conduziram a aplicações práticas que transformaram profundamente a economia, a medicina, os transportes e tantos outros aspectos das nossas vidas. Apenas como exemplo, poderemos apontar a tecnologia do espaço que consegue colocar-nos em contacto quase instantâneo com qualquer ponto do globo por meio dos satélites de comunicações, previsões climáticas muito aproximadas devido aos satélites meteorológicos, ou, ainda, navegação precisa para qualquer local da Terra usando sinais provenientes de satélites do GPS (Global Positioning System).

Seleccionámos, para os alunos do 11º ano, a exploração do espaço e a comunicação, no seu sentido mais lato. O programa consta de uma única Unidade, **Comunicações**, organizada em temas diferentes que se interligam na finalidade comum da compreensão dos conceitos e princípios básicos que permitem a comunicação na Terra e no espaço. O primeiro tema, cujo contexto é **Satélites de comunicação e GPS**, tem como objectivo central o estudo de um dos principais efeitos das forças – os movimentos – numa perspectiva integradora da Cinemática e da Dinâmica. A interacção gravítica tem particular destaque, pois só com o entendimento cabal desta força é possível compreender a temática da exploração do espaço.

Os temas seguintes, **Comunicação de informação a curtas distâncias** e **Comunicação de informação a longas distâncias**, proporcionam a oportunidade da compreensão de como se realiza a transmissão de informação nas suas diversas formas, estudando-se os conceitos de som e radiação electromagnética, enquadrados no modelo geral da propagação ondulatória. Permitirão também compreender que aqueles fenómenos, comuns a qualquer tipo de onda, são fundamentais nos processos de comunicação.

Para o prosseguimento do estudo da Física no 11º ano, considera-se essencial que os alunos possuam os seguintes pré - requisitos:

- Unidades SI de comprimento e tempo.
- Escalas. Unidades de distância em Astronomia.
- Velocidade e aceleração. Unidades SI.
- Análise de gráficos d vs t e v vs t .
- Cálculos de velocidades médias e acelerações médias.
- Força. Unidade SI.
- Efeitos das forças.
- Resultante de um sistema de forças.
- Força de atracção gravitacional.
- Massa e peso. Unidades SI.
- Força de atrito.
- Movimento rectilíneo e uniforme.
- Força de atracção gravitacional.
- Produção e recepção do som.
- Propagação do som em diversos meios.
- Velocidade do som.
- Propriedades do som (altura, intensidade e timbre).

Tal como no 10º ano, das 33 aulas previstas para a componente de Física, fez-se uma programação apenas para 22, de modo a que o professor possa gerir as 11 aulas restantes de acordo com as necessidades dos alunos e eventuais condicionamentos.

Preconiza-se igualmente e com mais frequência o uso de calculadoras gráficas nas actividades de sala de aula. A sua utilização pode reduzir o tempo de resolução de problemas ou de exercícios. Recomenda-se que se insista no hábito de, antes da resolução de qualquer questão, pensar e discutir previamente a situação proposta e estimar as ordens de grandeza das soluções e, no final da resolução, fazer a discussão crítica dos resultados obtidos.

O uso da calculadora gráfica servirá também para o traçado e a interpretação de gráficos que permitam testar previsões e/ou hipóteses, encontrar resposta a questões-problema e desenvolver o pensamento crítico. A realização destas actividades propiciará desenvolver no aluno competências como:

- construir listas de dados, agrupá-las e desagrupá-las;
- seleccionar escalas adequadas;
- visualizar o gráfico de uma função definido a partir de uma lista de dados ou da expressão analítica da função;
- determinar a curva que melhor se ajusta aos dados de uma experiência (utilizando a regressão adequada¹);
- determinar os pontos relevantes de uma curva;
- traçar tangentes a uma curva em diferentes pontos e determinar o respectivo coeficiente angular.

Recomenda-se ainda o recurso a programas informáticos que permitam a simulação de fenómenos físicos e sua modelação.

O programa inclui 5 actividades laboratoriais (AL1, AL2, AL3, AL4 e AL5). Apresenta-se, no quadro seguinte, uma súmula das competências dos tipos processual (A) e conceptual (B) que cada actividade permite desenvolver, referidas na Apresentação do Programa do 10º ano, numeradas pela ordem em que aí se indicam. Não se especificam as competências do tipo social, atitudinal e axiológico por serem transversais a todas as actividades.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
AL1	x		x		x		x	x	x	x		x			x
AL2		x			x	x	x		x					x	x
AL3	x	x	x		x	x							x		x
AL4			x	x	x	x	x		x		x			x	x
AL5	x		x	x		x			x	x		x			x

¹ O professor orientará os alunos conforme considere mais adequado, podendo optar pelo modo como os alunos aprendem a resolver estas situações na disciplina de Matemática.

UNIDADE 1 – Comunicações

Introdução

Esta Unidade encontra-se organizada em torno de três temas. O primeiro, cujo contexto é **Satélites de comunicação e GPS**, tem como objectivo central o estudo das forças e movimentos, numa abordagem integradora da Cinemática e da Dinâmica: os movimentos não devem ser estudados separadamente das condições que determinam as suas características.

O uso de um GPS, servirá para uma breve revisão e consolidação de conceitos já estudados. Os alunos terão a oportunidade de contactar com o funcionamento e aplicações práticas deste instrumento que, não sendo de invenção recente, só agora começa a ter uma utilização generalizada. De uma forma prática e agradável, irão rever a noção de coordenadas (geográficas e cartesianas) e localização em referenciais. Propõe-se também que revejam alguns conceitos necessários à boa compreensão das leis de Newton, já estudados anteriormente, como é o caso da velocidade.

A interacção gravítica e o movimento de satélites geoestacionários proporcionam o enquadramento ao estudo das leis de Newton e das características gerais dos movimentos. Este contexto permite enfatizar o problema das condições iniciais, pela análise de diversos movimentos de corpos sujeitos à mesma interacção. Sugere-se a comparação entre diferentes trajectórias de graves próximo da superfície terrestre com as dos movimentos planetários e de satélites (poderão ser usados, quer *software*, quer vídeos adequados para esse fim).

Dado que se recomenda a insistência na compreensão da noção de força como interacção (envolvendo, pois, necessariamente, dois agentes), o início do estudo das leis de Newton pela 3ª lei decorre naturalmente desta noção.

A compreensão da importância da direcção da força resultante e da velocidade inicial na forma da trajectória, bem como no tipo de movimento originado, será tentada em actividades de sala de aula usando um carrinho, magnetes e um acelerómetro ou outros materiais igualmente apropriados. Conjuntamente com actividades usando calculadoras gráficas na sala de aula e uma actividade laboratorial, chegar-se-á às 2ª e 1ª leis de Newton. Note-se que esta abordagem permite facilitar a aprendizagem da 1ª lei, em que os alunos revelam, em geral, dificuldades.

Não se pretende uma abordagem exaustiva de todos os tipos de movimentos, mas sim que se insista sempre na relação entre as forças e os seus efeitos e na ligação com a Lei da Conservação da Energia estudada anteriormente. A ênfase deve ser colocada no modo como a conjugação das forças aplicadas e das condições iniciais determina o tipo de movimento e a forma da trajectória.

Analisa-se apenas movimentos de translação de sistemas através do movimento do respectivo centro de massa. Este deve ser descrito como um ponto especial representativo do sistema nas condições já estudadas no 10º ano e que se desloca como se possuísse massa igual à do sistema e como se todas as forças que actuam no sistema nele estivessem aplicadas.

Pretende-se que os alunos reconheçam os diferentes tipos de movimentos (uniforme, acelerado, retardado) através da interpretação de gráficos de posição, velocidade ou aceleração em função do tempo, usando os conhecimentos adquiridos no 3º ciclo do ensino básico, mas não a sua expressão analítica.

Não se pretende que os alunos desenvolvam um trabalho excessivo de resolução de exercícios de aplicação de expressões analíticas. Devem, de preferência, explorar situações

reais, aplicando conceitos e leis, devendo ser privilegiada a resolução de problemas, sempre que possível com recurso às calculadoras gráficas.

Os temas seguintes, **Comunicação de informação a curtas distâncias** e **Comunicação de informação a longas distâncias**, proporcionam a oportunidade da compreensão de como se realiza a transmissão de informação nas suas diversas formas, estudando-se os conceitos de som e radiação electromagnética, enquadrados no modelo geral da propagação ondulatória. O aluno deve consciencializar-se da importância da radiação electromagnética na transmissão de informação, mas sem o recurso ao estudo complexo de onda electromagnética. A este respeito, é importante ressaltar que não se pretende a formulação da equação da propagação e que o estudo será feito essencialmente por meio de observação e registos gráficos, para os quais o uso de osciloscópios, calculadoras gráficas ou *software* adequado é especialmente útil. Em particular, através destes meios procura-se atingir a compreensão do significado físico de velocidade de propagação.

O estudo da radiação electromagnética deve ser feito a partir dos conhecimentos adquiridos no 10º ano sobre a emissão de radiação e os seus efeitos de aquecimento e produção de energia eléctrica. Será feita a análise do espectro electromagnético, com incidência especial na gama de energias usadas nas comunicações.

No contexto da comunicação a curtas distâncias, propõe-se uma actividade inicial de discussão de informação com a finalidade de rever e aprofundar conceitos já estudados anteriormente e úteis para o prosseguimento do estudo deste tema.

Lembramos os cuidados a ter com a linguagem usada no ensino/aprendizagem da noção de meios de propagação. Muitas vezes a formulação “propagação através de um meio” reforça a concepção alternativa de a propagação de fenómenos deste tipo ser “ondas a passar através de um meio”, e não a comunicação consecutiva da vibração de partículas do próprio meio, como é o caso do som.

A actividade laboratorial a realizar com o osciloscópio tem como finalidade principal a familiarização do aluno com este instrumento.

Embora a velocidade do som possa ser medida por diversos modos, optou-se, na respectiva actividade laboratorial, pela medição do tempo de trânsito de um impulso sonoro. Este método facilita a compreensão do conceito de velocidade salientando o facto de que o som demora um certo intervalo de tempo a propagar-se a uma certa distância. Embora só seja possível determinar a velocidade do som no ar, o professor deve ter o cuidado de proporcionar ao aluno o acesso à exploração de situações físicas em que o som se propague noutros meios, com velocidades diferentes.

Lidando o aluno diariamente com a recepção de informação através de ondas hertzianas, considerou-se imprescindível referir processos de modulação, embora não se pretenda um tratamento matemático. Sugere-se uma actividade para realizar na sala de aula, com o objectivo de levar os alunos a compreender como é possível transmitir informação sonora utilizando ondas electromagnéticas.

Os fenómenos de reflexão, refração, reflexão total, difracção e absorção de ondas, deverão ser estudados no laboratório. A actividade (proposta para duas aulas) permitirá estudar os diferentes comportamentos e condições em que estes fenómenos podem ser observados com radiações de frequências diferentes: microondas e LASER. Permitirá também compreender que aqueles fenómenos, comuns a qualquer tipo de onda, são fundamentais nos processos de comunicação. Quando a escola não possuir o material indicado para as actividades laboratoriais propostas, poderá optar por material alternativo, desde que cumpra os mesmos objectivos.

É importante que, à luz dos conceitos físicos estudados, os alunos interpretem textos com informação de natureza diversa sobre diferentes aplicações da radiação electromagnética.

Objecto de ensino

1.1 Satélites de comunicação e GPS

- Funcionamento e aplicações do GPS
 - Posição – coordenadas geográficas e cartesianas
 - Tempo
 - Trajectória
 - Velocidade
- Lei da gravitação universal
 - 3ª Lei de Newton
 - Aceleração
 - 2ª Lei de Newton
 - 1ª Lei de Newton
- Movimentos de satélites geoestacionários
 - Características e aplicações destes satélites
 - Características do movimento dos satélites geoestacionários de acordo com as resultantes das forças e as condições iniciais do movimento:
 - Movimento circular com velocidade de módulo constante
 - Velocidade linear e velocidade angular
 - Aceleração
 - Período e frequência

1.2 Comunicação de informação a curtas distâncias

- Transmissão de sinais
 - Sinais
 - Propagação de um sinal: energia e velocidade de propagação (modelo ondulatório)
 - Onda periódica: periodicidade no tempo e no espaço
 - Sinal harmónico e onda harmónica
- Som
 - Produção e propagação de um sinal sonoro
 - Som como onda mecânica
 - Propagação de um som harmónico
 - Espectro sonoro
 - Sons harmónicos e complexos
 - Microfone e altifalante.

1.3 Comunicação de informação a longas distâncias

- Transmissão por antenas e por fibras ópticas

- Radiação electromagnética
- Modulação de sinais analógicos, por amplitude, frequência e por impulsos. Sinal digital
- Reflexão, refração, reflexão total, absorção e difracção de ondas
- Bandas de radiofrequência

Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permitirá ao aluno saber:

1.1 Satélites de comunicação e GPS (6 aulas, incluindo AL1 e AL2)

- Explicar os princípios básicos de funcionamento de um GPS de modo a obter a posição de um ponto na Terra
- Indicar o significado das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude.
- Indicar a posição de um ponto através das coordenadas cartesianas num referencial, quando uma superfície curva se pode aproximar de uma superfície plana
- Identificar a trajectória de um corpo com o conjunto de pontos ocupados sucessivamente pelo seu centro de massa, durante o movimento
- Explicitar o significado da velocidade instantânea como uma grandeza vectorial que informa a direcção e sentido do movimento e a rapidez com que o corpo muda de posição
- Representar a velocidade por um vector tangente à trajectória em cada instante
- Identificar alterações de velocidade sempre que esta mude de direcção, sentido, ou módulo
- Associar o conceito de força a uma interacção entre dois corpos
- Enunciar a lei da gravitação universal
- Interpretar o movimento da Terra e de outros planetas em volta do Sol, da Lua em volta da Terra e a queda dos corpos à superfície da Terra como resultado da interacção gravitacional
- Enunciar e interpretar a 3ª lei de Newton
- Identificar uma variação de velocidade como um dos efeitos de uma força
- Associar a grandeza aceleração à taxa de variação temporal da velocidade.
- Enunciar e interpretar a 2ª lei de Newton
 - Associar a resultante das forças que actuam num corpo com a aceleração a que o corpo fica sujeito. ($\vec{F} = m\vec{a}$)
- Enunciar e interpretar a 1ª lei de Newton com base na 2ª lei
- Aplicar as leis de Newton a corpos que descrevam trajectórias rectilíneas.
- Caracterizar o movimento de um satélite geoestacionário, explicando-o como um movimento circular com velocidade de módulo constante:
 - Identificar as condições para que um satélite seja geoestacionário
 - Identificar a variação na direcção da velocidade como o efeito da actuação de uma força constantemente perpendicular à trajectória
 - Identificar as características da aceleração neste movimento
 - Definir período, frequência e velocidade angular
 - Relacionar as grandezas velocidade linear e velocidade angular com o período e/ou frequência

- Resolver exercícios e problemas integrando as aprendizagens de 3º ciclo sobre “Movimento e forças” das unidades “Terra no espaço” e “Viver melhor na Terra”, privilegiando a interpretação de gráficos e o uso da calculadora gráfica

1.2 Comunicação de informação a curtas distâncias (8 aulas, incluindo AL3)

- Identificar um sinal como uma perturbação de qualquer espécie que é usada para comunicar (transmitir) uma mensagem ou parte dela.
- Reconhecer que um sinal se localiza no espaço e no tempo, podendo ser de curta duração ou contínuo
- Identificar diferentes tipos de sinais
- Interpretar a propagação de um sinal através de um modelo ondulatório
 - Reconhecer que um sinal demora um certo tempo t a percorrer um determinado espaço x e que, conseqüentemente, lhe pode ser atribuída uma velocidade de propagação ($v = x/t$)
 - Reconhecer que um sinal se transmite com velocidade diferente em diferentes meios
 - Reconhecer que, em qualquer fenómeno ondulatório, existe sempre uma perturbação inicial que altera localmente uma propriedade física do meio
 - Reconhecer que um fenómeno ondulatório se caracteriza pela propagação de uma perturbação
 - Distinguir entre propagação ondulatória longitudinal e transversal
 - Identificar fenómenos de propagação ondulatória longitudinal e transversal
 - Identificar sinais que necessitam e que não necessitam de meio elástico para se transmitirem.
 - Identificar uma onda periódica como aquela que resulta da emissão repetida de um sinal a intervalos regulares, independentemente da sua forma.
 - Associar a periodicidade no tempo de uma onda periódica ao respectivo período e a periodicidade no espaço ao respectivo comprimento de onda
- Descrever um sinal harmónico simples através da função $A \sin \omega t$
 - Relacionar o período com a frequência do sinal
 - Relacionar a intensidade do sinal com a amplitude da função que o descreve
 - Interpretar uma onda harmónica como a propagação de um sinal harmónico simples (sinusoidal) com uma dada frequência
- Explicar o sinal sonoro como resultado de uma vibração de um meio mecânico
- Interpretar o mecanismo de propagação do sinal sonoro como uma onda longitudinal, proveniente de sucessivas compressões e rarefações do meio
- Comparar a velocidade do som em diferentes meios
- Explicar o som ou qualquer onda mecânica como um fenómeno de transferência de energia entre partículas de um meio elástico, sem que exista transporte destas.
- Identificar diferentes pontos do espaço com o mesmo estado de vibração, com base no significado de propagação ondulatória
 - Associar a frequência de um sinal sonoro harmónico recebido pelo receptor à frequência da vibração que lhe deu origem
 - Localizar as frequências audíveis ao ouvido humano no espectro sonoro
 - Interpretar sons complexos como sobreposição de sons harmónicos
 - Relacionar a intensidade de uma onda sonora harmónica com a amplitude das vibrações que lhe deram origem

- Identificar as finalidades de um altifalante e de um microfone

1.3 Comunicação de informação a longas distâncias (8 aulas, incluindo AL4 e AL5)

- Enumerar aplicações tecnológicas de uso no dia a dia, que utilizem ondas de rádio, localizando-as no espectro electromagnético.
- Compreender as limitações de transmitir sinais sonoros a grandes distâncias, em comparação com a transmissão de sinais electromagnéticos, e consequente necessidade de usar ondas electromagnéticas (ondas portadoras) para a transmissão de informação contida nos sinais sonoros
- Explicitar a necessidade de converter um sinal sonoro num sinal eléctrico de modo a modular uma onda electromagnética
- Distinguir um sinal analógico de um sinal digital
- Distinguir um sinal modulado em amplitude (AM) de um sinal modulado em frequência (FM) pela variação que o sinal a transmitir produz na amplitude ou na frequência da onda portadora, respectivamente
- Reconhecer que parte da energia de uma onda incidente na superfície de separação de dois meios é reflectida, parte transmitida e parte é absorvida
- Reconhecer que a repartição da energia reflectida, transmitida e absorvida depende da frequência da onda incidente, da inclinação do feixe e das propriedades dos materiais
- Enunciar as leis da reflexão e da refacção
- Relacionar o índice de refacção da radiação relativo entre dois meios com a relação entre as velocidades de propagação da radiação nesses meios
- Explicitar as condições para que ocorra reflexão total, exprimindo-as, quer em termos de índice de refacção, quer em termos de velocidade de propagação
- Reconhecer as propriedades da fibra óptica para guiar a luz no interior da fibra (transparência e elevado valor do índice de refacção)
- Explicar em que consiste o fenómeno da difracção e as condições em que pode ocorrer
- Explicar, com base nos fenómenos de reflexão, refacção e absorção na atmosfera e junto à superfície da Terra, as bandas de frequência adequadas às comunicações por telemóvel e transmissão por satélite
- Reconhecer a utilização de bandas de frequência diferentes nas estações de rádio, estações de televisão, telefones sem fios, radioamadores, estações espaciais, satélites, telemóveis, controlo aéreo por radar e GPS e a respectiva necessidade e conveniência.

Actividades práticas de sala de aula

1.1 Satélites de comunicação e GPS

- Realização de um percurso² de modo a obter a posição de um conjunto de pontos, utilizando um GPS e identificá-los num mapa adequado. Definição de rotas, com o mínimo de 3 pontos, utilizando as posições registadas no GPS. Utilização do GPS para seguir uma rota a partir da posição em que se encontra.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

² Realizar no exterior da escola ou numa saída de campo.

- explicar os princípios básicos de funcionamento de um GPS de modo a obter a posição de um ponto da Terra
 - indicar o significado das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude.
 - identificar num mapa a localização de um ponto através das coordenadas indicadas no GPS
 - reconhecer a necessidade de existência de referenciais
 - saber orientar-se com o GPS, identificando a direcção em que se move
 - indicar algumas das aplicações do GPS
- Observação de uma demonstração da acção de um íman sobre outro, acoplado a um carrinho em movimento.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- associar a acção da força à aceleração a que o corpo fica sujeito³;
 - reconhecer que a componente segundo a direcção da velocidade de uma força que actua num corpo faz alterar o módulo da velocidade
 - reconhecer que a componente de uma força que actua num corpo, segundo a direcção perpendicular à velocidade, faz alterar a direcção da velocidade
 - reconhecer que uma força que actue num corpo, com a mesma direcção e sentido da velocidade, a faz aumentar em módulo;
 - reconhecer que uma força que actue num corpo, com a mesma direcção e sentido oposto à velocidade, a faz diminuir em módulo;
 - explicitar que uma força que actue num corpo, numa direcção diferente da da velocidade mas não lhe sendo perpendicular, faz alterar a direcção do movimento e o módulo da velocidade;
 - explicitar que uma força que actue num corpo, numa direcção perpendicular à da velocidade, faz alterar a direcção do movimento, mas não altera o módulo da velocidade.
 - identificar diferentes tipos de movimentos (acelerados, reconhecendo que o módulo da velocidade aumenta, e retardados, reconhecendo que o módulo da velocidade diminui)
- Observação de uma experiência em que se analise a relação força - aceleração através da comparação dos gráficos $F=F(t)$ e $a=a(t)$, usando um carrinho, um sensor de força, um acelerómetro⁴ e uma calculadora gráfica. O carrinho deverá ser puxado e empurrado de modo a executar movimentos rectilíneos.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- interpretar, a partir do traçado dos gráficos $F=F(t)$ e $a=a(t)$, a proporcionalidade directa entre estas duas grandezas
- analisar o gráfico $F=F(a)$ identificando a constante de proporcionalidade com a massa do corpo
- comparar as características da força com as da aceleração.
- escrever a equação fundamental da Dinâmica

³ O professor deverá fazer a ligação aos conhecimentos sobre adição vectorial (soma de \vec{v} com $\Delta\vec{v}$).

⁴ O acelerómetro deve ser colocado na direcção (sentido) da força e na direcção perpendicular a esta, para relacionar as características vectoriais das grandezas forças e aceleração.

- Interpretação do movimento de um satélite numa órbita circular em torno da Terra, com base na exploração do movimento circular de um corpo ligado a um fio
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - explicitar que uma força perpendicular à velocidade não altera o seu módulo mas apenas a sua direcção
 - identificar a direcção e sentido das grandezas velocidade e aceleração no movimento circular com velocidade de módulo constante
 - identificar o período, a frequência e a velocidade de um satélite geostacionário e relacionar estas grandezas
 - explicar que a aceleração de um satélite geostacionário é independente da sua massa
- Resolução de exercícios utilizando calculadoras gráficas, a partir de situações reais. O aluno deve ser capaz de:
 - descrever por palavras suas a informação contida no gráfico
 - analisar e interpretar dados, a partir de gráficos, de modo a determinar outras grandezas utilizando a noção de declive e de área subtensa de uma curva, traçando os gráficos correspondentes.
 - prever as características do movimento a partir da situação descrita
 - explicitar de forma oral e/ou escrita os raciocínios efectuados durante a resolução dos exercícios
 - estimar os resultados a obter
 - criticar os resultados obtidos.

1.2 Comunicação de informação a curtas distâncias

- Audição de sinais sonoros de frequências diferentes – sinais harmónicos (produzidos por um gerador de sinais e por diapasões) e sons não harmónicos (voz, instrumentos musicais e adição de sons harmónicos). Observação destes sinais numa calculadora gráfica com ligação a um microfone.
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - relacionar a representação gráfica obtida na calculadora com a vibração da membrana do microfone
 - relacionar a amplitude de vibração com a intensidade do sinal
 - distinguir, a partir da representação gráfica, sinais de frequências e amplitudes diferentes
 - identificar a função $A \sin(\omega t)$ como aquela que descreve um sinal harmónico, fazendo a modelação do gráfico obtido.
 - distinguir sons harmónicos de sons complexos
 - reconhecer que os sons, em geral, não são harmónicos, mas podem obter-se por sobreposição de sons harmónicos
- Observação da propagação de uma vibração harmónica com determinada frequência, através de um modelo de ondas longitudinais.
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - interpretar o movimento de cada ponto do meio ao longo do tempo, identificando-o com o movimento que inicialmente se produz, com a mesma frequência
 - interpretar em cada instante a configuração do meio (compressões e rarefacções)
 - explicar o mecanismo de propagação do som

- Resolução de exercícios e problemas sobre os conceitos de frequência, período, comprimento de onda e velocidade de propagação e suas inter-relações, com base no significado de velocidade de propagação, usando informação escrita (incluindo gráficos) sobre aplicações tecnológicas relacionadas com este subtema.

1.3 Comunicação de informação a longas distâncias

- Leitura e interpretação de informação (catálogos, notícias, Internet, etc.) sobre aplicações tecnológicas de uso no dia a dia, que utilizem ondas de rádio.
Para além das sugestões de avaliação formativa expressas na apresentação do programa de 10º ano, o professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - * - Identificar diferentes aplicações tecnológicas de ondas de rádio
 - * - Localizar gamas de frequências de ondas de rádio no espectro electromagnético
 - * - Relacionar os modos como a Física e a Tecnologia se influenciam e estimulam mutuamente, usando exemplos relevantes e apropriados
 - * - Explicar a responsabilidade da Sociedade, através da Física e da Tecnologia, para proteger o ambiente
 - Reconhecer a importância da Física como proporcionadora de meios para a evolução da sociedade - na sua educação, cultura, economia, etc.
 - * - Relacionar a crescente facilidade e rapidez das comunicações devidas a estas aplicações tecnológicas com mudanças (positivas e negativas) operadas na Sociedade.
- Utilização da calculadora gráfica ligada a um sensor de luz para observar um sinal digital resultante da passagem de um cartão com fendas, simulando um código de barras
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - Distinguir um sinal analógico de um sinal digital
 - Associar um sinal analógico a uma função contínua no tempo
 - Associar um sinal digital a uma série de impulsos num sistema binário
- Observação e interpretação de uma experiência⁵ ou de uma simulação para que o aluno se aperceba que, para transmissão de sons a longas distâncias, se utilizam ondas electromagnéticas de determinadas frequências submetidas a processos de modulação. Pretende-se a observação de modulações em amplitude e em frequência, adicionando a uma onda portadora a informação que se pretende transmitir.
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - compreender as limitações de transmitir sinais sonoros a grandes distâncias, em comparação com a transmissão de sinais electromagnéticos, e consequente necessidade de usar ondas electromagnéticas (portadoras) para a transmissão de informação contida nos sinais sonoros
 - explicitar a necessidade de converter um sinal sonoro num sinal eléctrico de modo a modular uma onda electromagnética

⁵ Material necessário para a realização da experiência: osciloscópio, microfone, amplificador, gerador de sinais, gerador de sinais com função AM e FM, diapasões.

- distinguir um sinal modulado em amplitude (AM) de um sinal modulado em frequência (FM), pela variação que o sinal a transmitir provoca, respectivamente, na amplitude e na frequência da onda portadora
 - representar esquematicamente um sinal modulado em AM e FM e as respectivas ondas portadoras e sinais a transmitir
 - reconhecer que a informação transmitida por modulação se propaga à velocidade da luz no respectivo meio
- Exploração crítica de uma experiência⁶ sobre propagação de informação por fibra óptica
O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:
 - reconhecer a necessidade de modular o sinal electromagnético de um laser com um sinal sonoro
 - identificar o processo de propagação na fibra óptica por sucessivas reflexões internas
 - reconhecer a necessidade de desmodular o sinal e transformá-lo de novo em sinal sonoro para se tornar audível

Recolha e discussão de informação sobre fibras ópticas como meio de transmissão de informação.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- enumerar aplicações de fibras ópticas a vários sistemas de comunicação
- explicar as vantagens da utilização de fibras ópticas face a outras possíveis soluções técnicas, usando a informação fornecida.

Actividades práctico-laboratoriais

AI 1 – Será necessário uma força para que um corpo se mova? (1 aula)

Questão-problema

Com o material indicado, tentar conceber experiências que permitam tomar uma posição relativamente à questão seguinte:

Dois alunos discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força a um corpo para que este se mantenha em movimento; o outro afirma que a resultante de forças que actuam sobre um corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?

Esta é uma questão aberta que deve levar à exploração de ambas as respostas. Um aluno poderá considerar implicitamente a existência da força de atrito e que “a força que é

⁶ Introduzir um sinal sonoro num modulador com LASER, utilizando um microfone. Intercalar uma fibra óptica entre a saída do modulador e o receptor (com detector de luz) que permite a desmodulação. Ouvir através de um altifalante o sinal sonoro transmitido.

preciso aplicar” é uma força directamente aplicada, enquanto o outro aluno fala de resultante das forças e por isso considera explicitamente que se houver atrito é preciso outra força, se não houver não o é. Nesta perspectiva os dois alunos não se contradizem.

Se o primeiro aluno pretende afirmar que a resultante deverá ser constantemente diferente de zero para manter o corpo em movimento, haverá contradição entre eles.

Esta é uma oportunidade para mostrar a importância de usar uma linguagem correcta, clara, objectiva e precisa.

De qualquer modo, pretende-se essencialmente a desmontagem da concepção, ainda muitas vezes persistente, de que é imprescindível existir uma força para haver movimento

Nesta actividade, pretende-se que o aluno:

- identifique as forças que actuam sobre o corpo;
- reconheça que, no movimento de um corpo apoiado no plano horizontal, a força gravítica é equilibrada pela acção do apoio sobre o corpo;
- estude o movimento de um corpo que se move em linha recta num plano horizontal, sujeito a uma resultante de forças diferente de zero, e a alteração deste movimento quando a resultante passa a ser nula;
- analise esta última situação no sentido de verificar se este movimento obedece à lei da inércia;
- infira com base nos resultados da experiência se os efeitos do atrito são desprezáveis ou consideráveis e discuta as soluções da questão proposta em ambas as situações.

O aluno deverá fazer uma montagem experimental com um carrinho que se move sobre um plano horizontal ligado por um fio a um corpo que cai na vertical. O fio que passa na gola de uma roldana deve ter um comprimento tal que permita a análise do movimento do carrinho na horizontal quando o fio deixa de estar em tensão. Deverá determinar valores de velocidade em diferentes pontos do percurso.

Objecto de ensino

- 1ª e 2ª Lei de Newton
- Movimento uniforme e uniformemente variado

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Identificar os tipos de movimento com base na determinação de velocidades
- Interpretar a 1ª e 2ª Lei de Newton

Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A3, A5 e A7
B1, B2, B3, B5 e B8
C1 a C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
carrinho	4
roldana	4
Massas marcadas	4
Digitímetro e célula fotoelétrica ou marcador de tempo e posição	4
Fios de ligação	

Sugestões para avaliação

- Esboçar o gráfico da velocidade do carrinho em função do tempo
- Analisar o movimento do carrinho de modo a inferir se nas condições da experiência se pode observar a Lei da inércia
- Com base nos resultados da experiência apresentar argumentos que respondam à questão formulada

AI 2 – Satélite geoestacionário

(1 aula)

Questão-problema

Um satélite geoestacionário descreve uma órbita aproximadamente circular à altitude de 35880 km e com período de 24 horas, independentemente da sua massa.

Confrontar esta situação com a de um corpo preso a uma mola elástica sobre uma plataforma rotativa de velocidade angular constante.

Nesta actividade, pretende-se que o aluno:

- identifique as características da força que actua sobre um satélite geoestacionário, considerando que descreve uma trajectória circular com velocidade angular constante;
- relacione o módulo da aceleração no movimento circular de velocidade angular constante com esta e com o raio da trajectória;
- estabeleça a diferença entre as características da força exercida sobre o satélite e por uma mola elástica.

O aluno deverá:

- fazer uma montagem experimental com um carrinho assente sobre uma placa giratória que se move com velocidade angular constante, ligado a uma extremidade de uma mola elástica centrada na placa;
- medir o período do movimento da placa rotativa;
- medir a intensidade da força exercida pela mola sobre o carrinho a partir da medição do alongamento da mola utilizando um dinamómetro;
- variar a massa do carro, mantendo a velocidade da placa rotativa;
- medir a massa do carro e o raio da trajectória em cada um dos ensaios.

Objecto de ensino

- Movimento circular com módulo de velocidade constante
 - Período, velocidade angular, velocidade linear e aceleração
 - Força exercida sobre o corpo em movimento
- Força gravítica

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Caracterizar o movimento circular com módulo de velocidade constante
 - Identificar as características da resultante das forças responsável pelo movimento
 - Determinar o módulo da velocidade angular a partir do período
 - Relacionar a aceleração do movimento com a velocidade angular e o raio da trajectória
- Explicar a razão pela qual um satélite em órbita circular em torno da Terra tem uma velocidade orbital independente da sua massa

Competências a desenvolver pelos alunos

A2, A5, A6 e A7

B2, B7 e B8

C1 a C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
carrinho	4
Mola elástica	4
Massas marcadas	4
Gira-discos ou placa rotativa	4
dinamómetro	4
cronómetro	4

Sugestões para avaliação

- Apresentar:
 - A interpretação do movimento do carrinho
 - uma tabela de registo de dados e os cálculos numéricos que justificam a relação entre a aceleração, a velocidade angular e o raio da trajectória
- Responder à questão proposta, identificando as diferenças entre as forças responsáveis pelos dois movimentos

AI 3 – Osciloscópio

(1 aula)

Questão-problema

Perante o aumento da criminalidade tem-se especulado sobre a possibilidade de formas de identificação, alternativas à impressão digital. Uma dessas formas poderia ser pela voz. Utilizando um osciloscópio propor um método que permita concretizar a identificação individual desse modo.

Pretende-se com esta actividade que os alunos aprendam a utilizar um osciloscópio e a extrair informação diversa da representação gráfica que vêem no ecrã (diferenças de potencial em função do tempo).

Os alunos terão a oportunidade de compreender os parâmetros em jogo, realizando medidas de diferença de potencial e de tempo, com uma fonte de tensão contínua, e com fontes de tensão alternada, utilizando geradores de sinais.

Os alunos deverão:

- montar dois circuitos com lâmpadas idênticas, um alimentado por um gerador de tensão contínua e outro de tensão alternada;
- ligar os terminais de cada lâmpada, utilizando os dois canais do osciloscópio e ajustar as tensões de modo a que as lâmpadas tenham o mesmo brilho;
- medir, com o osciloscópio a tensão contínua e o valor máximo da tensão alternada e com um voltímetro a tensão nos terminais das lâmpadas, comparando-os.
- medir períodos e calcular frequências dos sinais obtidos com um gerador de sinais, comparando-os com os valores nele indicados
- comparar amplitudes e frequências de sinais sonoros convertidos em sinais eléctricos, utilizando um gerador de sinais, um altifalante e um microfone.

Utilizando a voz, deverão controlar variáveis de modo a dar resposta ao problema proposto.

Objecto de ensino

- Utilização do osciloscópio
- Tensão eficaz
- Tensão contínua e alternada
- Função do microfone e do altifalante
- Características de um sinal sonoro

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Utilizar os controlos do osciloscópio - brilho, focagem, terminais de entrada, terra, base de tempo e ganho, para:
 - medir tensões contínuas e alternadas

- mostrar no ecrã, simultaneamente, a variação temporal de duas tensões
- medir amplitudes e períodos e calcular frequências de uma tensão sinusoidal
- relacionar amplitudes e frequências de diferentes sinais sonoros
- reconhecer que o valor da tensão alternada lido por um voltímetro (tensão eficaz) é inferior ao valor máximo da tensão alternada

Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A2, A3, A5 e A6
B6 e B8
C1 a C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Fonte de tensão alternada	4
Fonte de tensão contínua	4
Voltímetro	4
Interruptor	4
Lâmpada de baixa potência	8
Osciloscópio de feixe duplo	4
Gerador de sinais	4
Microfone	4
Altifalante	4
Fios de ligação e crocodilos	

Sugestões para avaliação

Apresentar resposta fundamentada ao problema proposto.

AI 4 - Velocidades do som e da luz

(1 aula)

Questão-problema

Dois amigos divertem-se a imaginar modos de medir o comprimento de um túnel por processos diversos. Um deles sugere que se emita simultaneamente um som intenso e um sinal LASER numa extremidade do túnel. Segundo ele a diferença entre os instantes de chegada dos dois sinais à outra extremidade permitiria determinar o comprimento desejado.

Com base na realização de uma actividade experimental e fazendo as pesquisas necessárias discutir as condições em que este processo poderá ter êxito.

Pretende-se com esta actividade que o aluno se aperceba, a partir de determinações experimentais e de consulta de informação, da grande diferença entre as ordens de grandeza das velocidades da luz e do som, em qualquer meio.

Os alunos realizam uma experiência para a determinação da velocidade do som.

A velocidade do som deve ser medida de uma forma conceptualmente simples e intuitiva, utilizando a medição do tempo de percurso de um impulso sonoro em diferentes distâncias.

Os alunos deverão:

- fazer a montagem para a determinação da velocidade do som no ar, ligando um microfone a um osciloscópio através de um amplificador e colocando-o junto das extremidades de uma mangueira;
- colocar o disparo do osciloscópio no modo normal e utilizar o *trigger* externo ligado à entrada do amplificador onde se ligam também os terminais do microfone;
- medir, no osciloscópio, o intervalo de tempo entre os dois picos correspondentes aos impulsos⁷ à entrada e à saída da mangueira;
- calcular o valor da velocidade do som no ar;
- comparar o valor obtido experimentalmente para a velocidade do som no ar com valores tabelados e calcular o desvio percentual.

Objecto de ensino

- Velocidade de propagação de uma radiação electromagnética em diferentes meios
- Velocidade de propagação do som em diferentes meios

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- Determinar a velocidade de propagação de um sinal a partir do intervalo de tempo em que este se propaga num determinado espaço
- Comparar ordens de grandeza dos valores das velocidades do som e da luz

Competências a desenvolver pelos alunos

A3, A4, A5, A6 e A7

B2, B4, B7 e B8

C1 a C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
Osciloscópio com <i>trigger</i> externo	4
Microfone	4
Amplificador	4
Mangueira de 10 m a 20 m de comprimento	4
<i>Kit</i> ⁸ de fibra óptica para a determinação da velocidade da luz	4
Gerador de sinais	4

⁷ Poderá recorrer-se a uma tampa de refrigerante para obter um impulso sonoro.

⁸ Facultativo

Sugestões para avaliação

Apresentar resposta fundamentada à questão proposta que inclua:

- o resultado da determinação da velocidade do som no ar, afectado do desvio percentual relativamente ao valor tabelado nas mesmas condições de temperatura e humidade
- comparação das ordens de grandeza dos valores medido para a velocidade do som no ar e obtido por consulta para a velocidade da luz no ar e no vazio
- discussão das condições em que o método é aplicável

AI 5 - Comunicações por radiação electromagnética

(2 aulas)

Questão-problema

Nas comunicações por telemóvel e via satélite são utilizadas microondas de determinadas faixas de frequências. Em grandes cidades são construídas torres altas que suportam um conjunto de antenas parabólicas de modo a permitir a propagação ponto a ponto das microondas acima do topo dos edifícios. Com base na realização de uma actividade experimental procurar interpretar esta situação.

Pretende-se com esta actividade que o aluno compreenda os princípios básicos da transmissão de informação por radiação electromagnética, a partir de observações experimentais dos fenómenos de reflexão, refacção, absorção e difracção. É ainda objectivo desta actividade que o aluno compreenda que estes fenómenos são comuns a qualquer tipo de ondas, observando-os com microondas, ultra-sons, *LASER* ou luz visível⁹.

Por uma questão de segurança, as experiências com *LASER* deverão ser realizadas pelo professor.

Os alunos deverão:

- fazer a montagem do equipamento de modo a:
- detectar o aumento de atenuação com a distância ao emissor;
- intercalar, entre o emissor e o receptor, obstáculos de materiais diferentes (água, vidro, glicerina, tijolo, madeira, plástico, metal, papel, pano seco e molhado...). Explorar nas suas vizinhanças, em várias posições, a intensidade da radiação de forma a estudar o comportamento da radiação na presença destes materiais no que respeita aos fenómenos de absorção, reflexão, refacção, reflexão total e difracção;
- medir os ângulos de incidência e de reflexão numa placa reflectora;
- direccionar o feixe com uma superfície parabólica.

Objecto de ensino

- Transmissão de informação por radiação electromagnética
 - Reflexão, refacção, reflexão total, absorção e difracção
 - Bandas de frequência para diferentes tipos de transmissão

⁹ Estas actividades serão realizadas de acordo com o material existente na escola

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitirá ao aluno saber:

- reconhecer que parte da energia de uma onda electromagnética incidente na superfície de separação de dois meios é reflectida, parte transmitida e parte absorvida;
- reconhecer que a repartição da energia reflectida, transmitida e absorvida depende da frequência da onda incidente, da inclinação do feixe e das propriedades dos materiais;
- enunciar as leis da reflexão e da refacção;
- relacionar o índice de refacção relativo entre dois meios com a relação entre as velocidades de propagação da radiação nesses meios;
- explicitar as condições para que ocorra reflexão total, exprimindo-as, quer em termos de índice de refacção, quer em termos de velocidade de propagação;
- reconhecer as propriedades da fibra óptica para guiar a luz no interior da fibra (transparência e elevado valor do índice de refacção);
- explicar, com base nos fenómenos de reflexão, refacção e absorção na atmosfera e junto à superfície da Terra, as bandas de frequência adequadas às comunicações por telemóvel e transmissão por satélite;
- reconhecer a utilização de bandas de frequência diferentes nas estações de rádio, estações de televisão, telefones sem fios, radioamadores, estações espaciais, satélites, telemóveis, controlo aéreo por radar e GPS.

Competências a desenvolver pelos alunos

A1, A2, A3, A4 e A5

B5, B6, B7 e B8

C1 a C7

Material e equipamento por turno

Material e equipamento	Quantidades
<i>Kit</i> de microondas ¹⁰	4
Caixa de alimentação adequada	4
Anteparos de vários materiais (vidro, metal, madeira, cerâmico, papel, tecido...)	4
Placas de metal de várias dimensões	
Parafina líquida, glicerina, água	
Fios de ligação	
<i>LASER</i>	1
Diapositivo com fenda para difracção	1
Lâmina de faces paralelas	1
Prisma de reflexão total	4
Fibra óptica	1
Recipiente com água	1
Fluoresceína	

¹⁰ Na impossibilidade de dispor destes *kits* o professor deverá adaptar a actividade à utilização de equipamento disponível para o estudo dos referidos fenómenos ondulatórios.

Sugestões para avaliação

Apresentar:

- a resposta à questão-problema, com base nas experiências realizadas, de modo a justificar a necessidade:
 - de existirem várias antenas repetidoras e de um limite para a distância entre elas
 - de antenas parabólicas com determinadas dimensões
 - de as antenas se situarem a alturas apreciáveis do nível do solo
- uma tabela de registo de dados e os cálculos numéricos para a determinação de índice de refração relativo, utilizando radiação electromagnética
- explicação da constituição de uma fibra óptica, com base nas diferenças de índices de refração dos materiais que a constituem

Bibliografia

A bibliografia agora apresentada é um aditamento à referida no Programa de 10º Ano.

Bibliografia de Didáctica

Bibliografia Essencial

- Furió, C., Domínguez, C., Azcona, R., Guisasola, J. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. In F. J. Perales e P. Cañal (dir.), *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las Ciencias* (pp. 421-448). Alcoy: Editorial Marfil.
Neste texto descrevem-se algumas dificuldades evidenciadas pelos alunos do Ensino Secundário no estudo da Química, fazendo-se o paralelismo com problemas históricos, em particular com aqueles cujas soluções representam saltos qualitativos importantes no avanço do conhecimento químico. Apresentam-se algumas estratégias didácticas capazes de superar dificuldades de aprendizagem. Texto muito importante para professores.
- Gil, D., Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
Artigo onde se defende a tese de uma alfabetização científica para todos, a qual é também a melhor forma de iniciar a preparação de futuros cientistas, com destaque em particular para as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade. Para que tal aconteça, passam-se em revista alguns obstáculos que é preciso ultrapassar. Texto muito importante para professores.
- Griffiths, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on student's chemistry misconceptions. In H.J. Schmidt (Ed.), *Problem solving and Misconceptions in Chemistry and Physics* (pp. 70-99). The International Council of Associations for Science Education (ICASE).
Artigo onde se apresenta uma síntese e análise crítica das concepções alternativas em Química. Texto importante para professores.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In *Cadernos Didáticos de Ciências*, Vol. 1, 79-97.
Artigo onde a autora discute formas de promover uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Apresenta-se uma breve resenha histórica sobre a utilização do trabalho laboratorial e clarifica-se a relação deste com trabalho prático, trabalho experimental e trabalho de campo. Questiona-se de forma crítica a sua utilização (diferentes formatos), bem como a adequação entre formatos do trabalho laboratorial e objectivos de aprendizagem. Texto muito importante para professores.
- Martins, A. et al. (2002). *Livro Branco da Física e da Química*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.
Livro relatando um estudo de âmbito nacional, cujo objectivo foi fazer o diagnóstico, reportado ao ano 2000, da situação do ensino da Física e da Química no nosso país e elaborar um conjunto de recomendações capazes de superar as dificuldades detectadas, a partir de 2002. Trata-se de um trabalho muito importante para professores, apresentando resultados envolvendo 1050 escolas e o posicionamento de 1472 professores.
- Monk, M., Osborne, J. (Eds.) (2000). *Good practice in science teaching*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
Livro no qual se apresenta uma súmula da principal investigação educacional no domínio da educação em ciências e implicações práticas para o ensino das ciências. Os autores que

colaboram neste livro são cientistas da área de reputação internacional. No final de cada capítulo, existe uma lista avultada de referências. Livro muito importante para professores.

- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
Livro onde se abordam problemas de aprendizagem das ciências pelos alunos, em particular da Física e da Química, e se propõem algumas orientações para o seu ensino. Livro muito importante para professores.
- Santos, M. E. (2001). *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares. O que temos? O que queremos?*. Lisboa: Livros Horizonte.
Livro para aprofundamento da compreensão da educação científica de cariz CTS como via para a preparação para o exercício da Cidadania. Discute-se o papel dos manuais escolares como reguladores das aprendizagens e apresentam-se as lacunas de muitos deles relativamente à *educação em ciências* e à *educação pela ciência*. Importante para professores.

Outra Bibliografia

- Caamaño, A. (2001). Repensar el curriculum de química en los inicios del siglo XXI. *Alambique*, 29, 43-52.
- Carpena, J., Lopesino, C. (2001). Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias?. *Alambique*, 29, 34-42.
- CNE (1999). *Ensino Experimental e Construção de Saberes*. In Actas do Seminário de 21/05/1999. Lisboa: Conselho Nacional de Educação-Ministério da Educação.
- Furió, C., Azcona, R., Guisasaola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 359-376.
- Furió, C., Calatayud, M. L. (2000). Fijación y reducción funcionales como razonamientos de sentido común en el aprendizaje de la Química (I): Equilibrio Químico. *Revista de Educación de las Ciencias*, 1 (1), 6-12.
- González, E. *et al.* (2001). La integración del enfoque ciencia-tecnología-sociedad en la química de 2º curso de bachillerato. *Alambique*, 29, 103-110.
- Gussarsky, E., Gorodetsky, M. (1990). On the concept "Chemical equilibrium": the associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204.
- Hernández, J., Solbes, J., Vilches, A. (2001). Reflexiones sobre el curriculum de física y química en el Decreto de Humanidades. *Alambique*, 29, 95-102.
- Manassero Mas, M. A., Vázquez Alonso, A., Acevedo Díaz, J. A. (2001). *Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat*. Illes Balears: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern.
- Martins, I. P. (1993). Concepções alternativas sobre a energia nas reacções químicas. In F. Cachapuz (coord.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores*, 2, 7-38.
- Millar, R., Leach, J., Osborne, J. (Eds.) (2000). *Improving Science Education. The contribution of research*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Quílez-Pardo, J., Solaz-Portolés, J. J. (1995). Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier's principle: implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 939-957.
- R S C (2000). *Classic Chemistry Experiments*. London: The Royal Society of Chemistry.
- Sequeira, M. *et al.* (orgs.) (2000). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Dep. Metodologias da Educação, Instituto da Educação e Psicologia, Universidade do Minho.

- Thomas, P. L., Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry student's conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160.
- Thomsen, V. B. E. (2000). Le Chatelier's principle in the sciences. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 173-176.
- Turner, T. (2000). The science curriculum: What is it for?. In J. Sears e P. Sorensen (eds.) *Issues in Science Teaching* (pp. 4-15). London, New York: Routledge Falmer.
- Tyson, L., Treagust, D. F. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554-558.
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176.

Bibliografia Específica de Química

Bibliografia Essencial

- Atkins, P. W. (1995). *O Reino dos Elementos. Uma viagem através do País dos Elementos Químicos* (trad. J. Sarmento, 2001). Lisboa: Rocco-Temas e Debates.
Livro sobre a Tabela Periódica como modelo de compreensão do mundo. Apresenta-se a história dos elementos químicos naturais e sintéticos e mostra-se como a pesquisa destes últimos poderá afinal não terminar. Livro importante para professores e alunos mais interessados.
- Farley, R. F. (org.) (2001). *School Chemistry Experiments, A collection of tried & tested experiments for use in schools*. Hatfield: ASE (The Association for Science Education).
Livro com um conjunto de experimentações adequadas ao nível etário dos alunos e com muito interesse, tanto para professores como para alunos.
- Jones, M. M., Johnston *et al.* (1987). *Chemistry and Society* (5ªed.) Philadelphia, New York, Chicago, San Francisco, Montreal, Toronto, London, Sydney, Tokyo: Saunders College Publishing.
Livro que apresenta uma perspectiva de abordagem diferente sobre alguns dos conteúdos essenciais dos programas.

Outra Bibliografia

- Amorim da Costa, A. M. (1994). Da Transmutabilidade e Simplicidade da Água. *Química – Boletim da SPQ*, 52, 16-23.
- Barraqué, B. (dir.) (1995). *Les Politiques de L'eau en Europe*. Paris: Éditions La Découverte.
- Beau, M., Bouguerra, M. L. (dir.) (1993). *Estado do Ambiente no Mundo* (Trad. de A. M. Morais, 1995), Lisboa: Instituto Piaget.
- Branco, S. M. (1993). *Água – Origem, uso e preservação* (4ª ed.). São Paulo: Editora Moderna.
- Canto, E. L. (1995). *Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?*. São Paulo: Editora Moderna.
- Chemical Manufacturers Association (1991). *Chemecology*, 20 (7) Outubro.
- Chemical Manufacturers Association (1994). *Chemecology*, 23 (3) Maio.

- Comissão Mundial Independente para os Oceanos (1998). *O Oceano nosso Futuro*. Lisboa: EXPO 98, Fundação Mário Soares.
- Defrancheschi, M. (1996). *L' Eau dans tous ses états*. Paris: Elipses.
- Driel, J. H. V., Vos, W., Verloop, N. (1999). Introducing dynamic equilibrium as an explanatory model. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 559-561.
- Dubrana, D. (1995). L'eau à prix d'Or. *Science & Vie*, 928, 88-96.
- Falkenmark, M. (1993). Como preservar o ciclo da água. In M. Barrère (dir.), *Terra Património Comum* (pp. 45-54). Lisboa: Instituto Piaget.
- Fernández González, M. (1999). Elementos frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. *Alambique*, 21, 59-66.
- Fraústo da Silva, J. J. (1994). A Poluição Ambiental – Questões de Ciência e Questões de Direito. In D. F. Amaral e M. T. Almeida (coords.), *Direito do Ambiente* (pp. 83-116). Oeiras: Instituto Nacional de Administração.
- Gallagher, R. M., Ingram, P. (1993). *Co-ordinated Science: Chemistry*. Oxford: Oxford University Press.
- García-Rodeja, E. (1999). La química de los elementos en la ESO. *Alambique*, 21, 79-87.
- Gaujous, D. (1995). *La Pollution des Milieux Aquatiques: Aide-mémoire*. Londres, Paris, New York: Technique e Documentation – Lavoisier.
- Gillet, P. (1993). L'Eau du Manteau Terrestre. *La Recherche*, 255, 676-685.
- Graves, N. J. (Ed.) (1987). *Land, Water and Mineral Resources in Science Education (Science and Technology Education and Future Human Needs, Vol. 4)*. Oxford, New York: Pergamon Press.
Aconselha-se a leitura dos capítulos. 1, 2, 6, 7, 8.
- Guimarães, M. (1994). Água – O Líquido dos Cifrões. *Forum Ambiente*, 4, 54-55.
- Harrison, R. M. (Ed.) (1994). *Understanding our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
Aconselha-se a leitura dos capítulos 3 e 4.
- Holman, J. (1991). *The Material World*. Surrey: Thomas Nelson, 36-49.
- ICSU (1994). *Science for understanding tomorrow's world: Global Change*. Paris: International Council of Scientific Unions.
- I NAMB (1991). *Água – Legislação*. Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente.
Ver Diário da República (D. L. nº 70/90, de 2 de Março).
- I NAMB (1992). *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento* (Versão Portuguesa, Junho 92). Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente.
- Jensen, P. (2001). *Entrer en matière. Les atomes expliquent- ils le monde?*. Paris: Éditions du Seuil.
- Krauskopf, K. B., Bird, D. K. (1995). *Introduction to Geochemistry* (3ª ed.). New York: McGraw – Hill International Editions.
- Leray, G. (1990) *Planeta Agua* (Trad. D. Saurí, 1994). Barcelona: R.B.A. Editores.
- Llamas, M. R. (1992). A Água – Escassez ou mau uso?. *Colóquio/ Ciências*, 12, 52-68.
- Lobo, V. M. M., Araújo, M. (1994). A Qualidade das Águas de Mesa Portuguesas. *Química – Boletim da SPQ*, 55, 26-30.
- Mackenzie, F.T., Mackenzie, J.A. (1995). *Our Changing Planet – An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*. New Jersey: Prentice – Hall.
Aconselha-se a leitura dos capítulos 3, 4.e 8.
- Mahan, B. M., Myers, R. J. (1993). *Química: um curso universitário*. São Paulo: Editora Edgard Blucher.
- Marco Stiefel, B. (1999). Aproximación a la naturaleza de los elementos químicos. *Alambique*, 21, 67-77.

- Marsily, G. (1995). *L' Eau*. Paris: Dominos Flammarion.
- Pereira, A. (1995). Água. *Forum Ambiente*, 11, 18-31.
- Pereira, M. P. B. A. (1990). *Equilíbrio Químico - Dificuldades de aprendizagem e Sugestões didáticas* (2ª Ed.). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química.
- Porrit, J. (1991). *Salvemos a Terra* (Trad. W. Viegas e M. L. Cecílio, 1992). Lisboa: Civilização Editora.
Aconselha-se a leitura do capítulo 5.
- Porro, J. D., Mueller, C. (1993). *The Plastic Waste Primer*. New York: Lyons & Burford.
- Reyne, M. (1998). Les plastiques. Paris: Presses Universitaires de France.
- Robinson, S., Nelson, D., Higgins, S., Brody, M. (1993). *Water - A Gift of Nature: The Story behind the scenery*. Las Vegas: KC Publications.
- Rocha, I., Vieira, D. F. (1998). *Água. Legislação, contencioso contraordenacional, jurisprudência* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Sabo, M., Matz, S., Danielson, N., Van Natta, S. (1995). *Chain Gang - The Chemistry of Polymers*. Ohio: Terrific Science Press/Center for Chemical Education.
- Schmitt, R. (1995). Les doigts de sel dans le océans. *Pour la Science*, 231, 66-71.
- Scott, G. (1999). *Polymers and the Environment*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., Silva, R.R. (1995). *O Azul do Planeta - Um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo: Editora Moderna.
- Tudge, C. (1991). *Global Ecology*. London: The Natural History Museum.
Aconselha-se a leitura do capítulo 2.
- Ward, A. (1995). Projects about water - for science clubs and science fairs. *School Science Review*, 76 (276), 64-65.

Revistas de publicação periódica

- *Revista de Educación de las Ciencias* - publicação bianual da Universidade de Bogotá, Colômbia.
(<http://www.colciencias.gov.co/rec>).

Bibliografia em suporte CD-ROM e Vídeo

- Cavaco, M. H. *et al.* (1997). *Água. Um tesouro a defender* (Livro e vídeo). Lisboa: DECO.
- IMAGEN, 85 y ASOCIADOS (1994). *Planeta Agua* (Vídeo 60 min). Barcelona: R.B.A. Editores, SA.
- UNESCO (1999). *Blue Gold - The Interactive Encyclopedia of Water*. CD-ROM / MAC-PC. Paris: STRASS Productions and UNESCO Publishing.
- UNESCO (2000). *La Quête de l'Eau*. CD-ROM / MAC-PC. Paris: STRASS Productions and UNESCO Publishing.

Endereços d@ Internet

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>

(A natureza dos ácidos e das bases)

- <http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>
(Aplicações biológicas do pH)
- <http://www.bishops.ntc.nf.ca/science/chem/sulfuric/NEWTABLE.htm>
(Ácido sulfúrico)
- <http://www.soton.ac.uk/~engenvir/environment/air/acid.home.html>
(Chuva ácida)
- <http://www.ec.gc.ca/acidrain/acidfact.html>
(Chuva ácida)
- <http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/index.html>
(Ácido-base)
- <http://www.chem.ualberta.ca/~plambeck/che/p101/p01182.htm>
(Solubilidade de gases)
- <http://www.chem.ualberta.ca/courses/plambeck/p102/p00407.htm>
(Constantes de solubilidade para sais pouco solúveis)
- <http://wulfenite.fandm.edu/Data%20/Data.html?ml>
(Tabelas de constantes)
- <http://www.fabrics.net/deterg.htm>
(Detergentes *versus* sabão)
- <http://www.surfactants.net/s-appl.htm#s&d>
(Detergentes *versus* sabão)
- <http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/index.html>
(Muito completo – dados de chuva ácida)
- <http://www.inag.pt/default.htm>
(Dados sobre as águas de Portugal - muito completo)
- <http://www.kid-z-tuff.com/GTAD/sf/poison/agents.html>
(Agentes branqueadores e de limpeza perigosos)
- <http://sdahq.org/house/fact/houseclean5.html>
(Produtos de limpeza de uso doméstico)
- <http://www.inag.pt/default.htm>
(Tratamento de águas de abastecimento público)
- <http://www.my-edu2.com/> - endereço sobre materiais e sustentabilidade
- <http://www.metalworld.com/> - endereço muito completo sobre metais e ligas metálicas
- <http://ice.chem.wisc.edu/materials/metal.html> - endereço sobre “metais” com memória de forma
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/CCA/CCA2/MAIN/MEMORYM/CD2R1.HTM>
- endereço sobre “metais” com memória de forma (filme e material interactivo)
- <http://www.icme.com/html/searchresults.php?keyword=metals> - endereço sobre os metais e ligas metálicas e as suas relações com o ambiente
- <http://www.my-edu2.com/> - endereço muito completo sobre polímeros, plásticos, metais e outros materiais
- <http://www.psrc.usm.edu/portug/index.htm> - endereço sobre polímeros (brasileiro)
- <http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/chem99/chem99217.htm> - polímeros e supercondutividade
- http://www.plasticsrecycling.ab.ca/plastics_and_environment.htm - endereço relativo a plásticos e o ambiente

<http://www.dartcontainer.com/Web/Environ.nsf/Pages/Menu> - endereço sobre os plásticos e o impacto na vida do quotidiano e a contribuição económica dos plásticos

<http://www.recycle.net/Plastic/index.html> - endereço muito completo sobre reciclagem de quase todos os tipos de plásticos

<http://people.clarityconnect.com/webpages/terri/mse3.html> - endereço muito completo sobre materiais em geral e metais e polímeros em particular

<http://www.und.edu/dept/chem/NDCCFC/mccarthy/index.htm> - outros materiais que não polímeros e metais

<http://www.biopolymer.net/> - endereço muito completo sobre biopolímeros

<http://www.polymer-search.com/plweb-cgi/fastweb.exe?search> - motor de busca para plásticos

<http://www.nobel.se> - endereço dos prémios Nobel

Bibliografia Específica de Física e Ensino da Física

Bibliografia Essencial

- Butlin, C. *et al.* (2000). *Salters Advanced Physics*. Oxford: Heinemann.
Obra de orientação CTS, útil para professores e alunos (mais interessados).
- Eisberg, R. M., Lerner, L. S. (1982). *Física, Fundamentos e Aplicações*. McGraw-Hill de Portugal.
Um bom livro de Física Geral, onde o professor poderá encontrar uma abordagem acessível de fenómenos ondulatórios.
- Faro, A. (1995). *A Peregrinação de um sinal*. Lisboa: Gradiva.
Um excelente livro para o professor.
- French, A. P. (1971). *Vibrations and Waves*. New York: Norton & Company Inc.
Um livro onde o professor pode actualizar os seus conhecimentos sobre fenómenos ondulatórios.
- Hecht, E. (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
Um excelente livro onde o professor pode actualizar os seus conhecimentos de Óptica.
- Holton, G., Brush, S. G. (2001). *Physics, the Human Adventure. From Copernicus to Einstein and Beyond* (3ª ed.). New Jersey: Rutgers University Press.
Um excelente livro sobre a evolução histórica dos conceitos e teorias físicas, bem como de reflexões sobre a importância da Física na Sociedade.

Outra Bibliografia

- Agrawal, D.C. (2000). Terminal velocity of skydivers. *Physics Education*, 35 (4), 281-283.
- Ambrose, B. S., Heron, P. R. L., Vokos, S., Mcdermott, L. C. (1999). Student understanding of light as an electromagnetic wave: relating the formalism to physical phenomena. *American Journal of Physics*, 67 (10), 891-898.
- Barbero, A., Manzanares, J., Mafé, S. (1994). Induced EMF in a solenoid: a simple quantitative verification of Faraday's law. *Physics Education*, 29, 102-104.
- Barton, R. (1997). How do computers affect graphycal interpretation?. *School Science Review*, 79, (287), 55-60.
- Bauman, R. P. (1992). Physics that textbook writers usually get wrong - II Forces and vectors. *The Physics Teacher*, 30, 402.
- Beichner, R. (1994). Testing student interpretation of kinematic graphs. *American Journal of Physics*, 62 (8), 750-762.

- Biermann, M.L., Nelson, N.A. (2000). Using the GPS to determine the size of earth. *The Physics Teacher*, 38, 360-361.
- Brown, D. E. (1989). Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353.
- Caldeira, M.H. *et al.* (1991). Ideias dos alunos sobre o conceito de som. *Gazeta de Física*, 14 (1) 22-32.
- Champagne, A.B., Klopfer, L.E., Anderson, J.H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074.
- Chaudry, S., Morris, P. (2000). Optical fibres: have you seen the light. *Physics Education*, 35 (4), 226-231.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 166.
- Cornwall, M.G. (2000). Where on earth am I? The global positioning system. *Physics Education*, 35 (4), 232-239.
- Dias de Deus, J. (1986). *Ciência: Curiosidade e Maldição*. Lisboa: Gradiva.
- Dordick, H. S. (1986). *Understanding modern Telecommunications*. McGraw-Hill Book Company.
- Duzen, C., Nelson, J. e Nelson, J. (1992). Classifying motion. *The Physics Teacher*, 30, 414-419.
- Fischbein, E., Stavy, R., Ma-Naim, H. (1989). The psychological structure of naïve impetus conceptions. *International Journal of Science Education*, 11 (1), 71-81.
- Galili, I., Bar, V. (1992). Motion implies force: where to expect vestiges of the misconception?. *International Journal of Science Education*, 14, 63.
- Garrett, R., Satterly, D., Perez, D., Martinez, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12 (1), 1-12.
- Goldberg, F. M., Anderson, J. (1989). Student difficulties with graphycal representations of negative values of velocity. *The Physics Teacher*, April, 254-260.
- Grayson, D. J. (1996). Using education research to develop waves courseware. *Computers in Physics*, 10 (1), 30-37.
- Hellingman, C. (1992). Newton's third law revisited. *Physics Education*, 27, 112.
- Hickey, R., Schibeci, R. A. (1999). The attraction of magnetism. *Physics Education*, 34 (6), 383-388.
- Hoskins, J., Lonney, L. (1983). A demonstration to show the independence of horizontal and vertical motion. *The Physics Teacher*, November, 525.
- Jacobs, F. (1985). Using an OHP to demonstrate wave motion. *Physics Education*, 20, 230-233.
- Killen, H. B. (1991). *Fiber Optic Communications*. Londres: Prentice-Hall International, Inc.
- Kluk, E., Lopez, J. L. (1992). Don't use airtracks to measure gravity acceleration. *The Physics Teacher*, 30, 48-53.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., Stein, M. (1990). Functions, graphs and graphing: tasks, learning and teaching. *Review of Educational research*, 60 (1), 1-61.
- Linder, C.J. (1992). Understanding sound: so what is the problem?. *Physics Education*, 27, 258-264.
- Linder, C.J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15 (6), 655-662.
- Linder, C.J., Erikson, G.L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11, 491-501.

- Maia Alves, J., Serra, J. M. (2000). *Sobre a medição de algumas características das ondas sonoras*. In J. M. Serra (coord.). Ensino Experimental das Ciências – Materiais Didáticos 2. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Mak, S., Yip, D. (1999). A Low-cost design for studying rotational systems. *Physics Education*, 34 (1), 27-31.
- Maloney, D. P. (1990). Forces as interactions. *The Physics Teacher*, September, 386.
- Marioni, C. (1989). Aspects of student's understanding in classroom settings (age 10-17) :case study on motion and inertia. *Physics Education*, 24, 273.
- Maurines, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education*, 14 (3), 279-293.
- McClelland, J. A. G. (1985). Misconceptions in mechanics and how to avoid them. *Physics Education*, 20, 159.
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55 (6), 503-513.
- Merino, J. M. (1998). Some difficulties in teaching properties of sounds. *Physics Education*, 33 (2), 101-104.
- Orton A. (Ed.) (1985). *Studies in Mechanics Learning*. Centre for studies in Science and Mathematics Education. Leeds: University of Leeds.
- Park, D. (1988). *The How and the Why. An Essay on the Origins and Development of Physical Theory*. Princeton: Princeton University Press.
- Raggett, M. (2000). Teaching waves with a graphing calculator. *Physics Education*, 35 (3), 170-172.
- Redish, E., Saul, J., Steinberg, R. (1997). On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *American Journal of Physics*, 65 (1), 45-54.
- Rogers, L., Wild, P. (1994). The use of IT in practical science - a practical study in three schools. *School Science Review*, 75 (273), 21 -28.
- Rogers, L. T. (1995). The computer as an aid for exploring graphs. *School Science Review*, 76 (276), 31 -39.
- Rosenquist, M., McDermott, L. C. (1987). A conceptual approach to teaching Kinematics. *American Journal of Physics*, 55 (5), 407-415.
- Sassi, E. (1996). Addressing some common learning-teaching difficulties in basic Physics courses through computer based activities. In *GIREP - International Conference*. (pp. 162-178).
- Shenoi, K. (1995). *Digital signal processing in Telecommunications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Thornton, R. K., Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58 (9), 858-867.
- Trowbridge, D., McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48 (12), 1020-1028.
- Trowbridge, D., McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49 (3), 242-253.
- Walton, A. J., Black, R. J. (1999). The global positioning system. *Physics Education*, 34 (1), 37-42.

Endereços d@ Internet (activos em Fevereiro de 2002)

<http://www.montana.edu/places/gps/understd.html>

<http://celia.mehaffey.com/dale/usegps.htm>

<http://nasm.edu/galleries/gps>

<http://www.howstuffworks.com/gps>

(GPS)

<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/physics/PCEP/www/PhysicsClassroom.html>

<http://lhs.lps.org/staff/jwelker/precal/unit3a.htm>

<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/newtlaws/u2l1a.html>

<http://www.mste.uiuc.edu/courses/summer99/407cter/pennisi/SppedLimitWebSite/InquiryBasedDynamics.html#dayone>

<http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/default.htm>

<http://www.batesville.k12.in.us/physics/PhyNet/Mechanics/Kinematics/KineOverview.w.html>

http://physicsstudio.indstate.edu/java/newtmech/m_hproj_h.html

<http://library.marist.edu/sotm/physics.html>

(Actividades diversas de Cinemática e Dinâmica)

http://www.tek.com/Measurement/App_Notes/XYZs/scope.html

(Osciloscópio)

<http://terra.com.br/fisicanet/cursos/electro5.pdf>

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

<http://www.privateline.com/new/AlanJ.Rodgers.pdf>

<http://www.howstuffworks.com/category.htm?cat=Space>

<http://www.icp.pt/template13.jsp?categoryId=539>

<http://www.cdcc.sc.usp.br-escolas-juliano-fibra-fibra.html>

<http://www.geocities.com/delpinodavid/capitulo3/transmisioninalambrica.htm>

<http://educar.sc.usp.br/youcan/upc/barcode.html>

(Leituras diversas sobre comunicações)