

Projecto de programa da componente de Física da disciplina de Físico-Químicas no Ensino Secundário

Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem (10.º, 11.º e 12.º anos)

1. Introdução

A organização e planeamento do ensino-aprendizagem são uma pertença legítima do professor, para o qual a liberdade de planear implica a grande responsabilidade de gerir.

Parece vantajoso e desejável que o grupo de disciplina possa colaborar nesta tarefa específica de cada um dos professores, recomendando-se, por razões de facilidade e eficiência que se reunam os professores de um mesmo ano e, se possível, tracem uma estratégia comum.

A aquisição de conhecimentos implica que os alunos identifiquem e se familiarizem com os *métodos e processos de trabalho* em Física e Química. Assim, cada professor deverá proporcionar, ao longo de todas as unidades, situações de aprendizagem que permitam, ao aluno, desenvolver as competências inerentes aos *processos de trabalho científico* de modo a que, no final do Ensino Secundário, o aluno seja capaz de:

- Formular hipótese e prever as suas consequências
- Planear e realizar trabalho experimental e prático
- Controlar variáveis durante a realização experimental
- Seleccionar e usar os aparelhos de medida e outro material de laboratório, com os cuidados necessários e respeitando as regras de segurança
- Seleccionar técnicas de acordo com as experiências a realizar
- Proceder, correctamente, à medição de uma grandeza, directa ou indirectamente, apreciando a incerteza que a afecta
- Recolher os dados das experiências, interpretá-los e criticá-los, expondo com clareza e honestidade o seu modo de pensar
- Planear uma nova experiência, se a análise dos resultados o solicitar
- Organizar e interpretar informação sob a forma de gráficos, tabelas, relações físico-matemáticas, etc.
- Usar os conceitos, termos, teorias e modelos para interpretar os fenómenos do quotidiano e outros
- Seleccionar estratégias para a resolução de problemas e resolvê-los, aplicando os conhecimentos adquiridos
- Utilizar obras de divulgação e livros científicos, instruções de funcionamento de aparelhos ou de outros dispositivos, documentos com biografias de cientistas, história da Ciência e da Técnica, etc.

2. Programa para o 10.º Ano

UNIDADE I — ENERGIA, MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA, FENÓMENOS TÉRMICOS

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>1. Energia. Conservação e degradação da energia.</p> <p>1.1. O trabalho como medida da energia transferida entre sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceito de trabalho; unidades SI de trabalho (e energia) • Potência; unidade SI de potência • Energia cinética de um corpo em movimento de translação; lei do trabalho-energia 	<ul style="list-style-type: none"> — Aceitar a energia como uma <i>entidade</i> universal que, globalmente, se conserva mas que se transfere entre os vários sub-sistemas do Universo (sistema isolado). — Reconhecer, numa transferência de energia, os sistemas nela envolvidos — Identificar, num dado sistema, a(s) propriedade(s) macroscópica(s) cuja alteração evidencia(m) uma transferência de energia envolvendo o sistema — Identificar o <i>trabalho</i> e o <i>calor</i> como medidas da energia transferida por processos diferentes — Identificar o trabalho como medida de energia transferida entre sistemas — Estabelecer e aplicar a expressão do trabalho de uma força constante quando o movimento do seu ponto de aplicação é: <ul style="list-style-type: none"> • rectilíneo • curvilíneo — Interpretar, no ponto de vista energético, a possibilidade do trabalho de uma força ser positivo, negativo ou nulo. — Relacionar o trabalho realizado por uma força com o valor numérico da área sob o gráfico força-deslocamento — Calcular o trabalho realizado pela força elástica de uma mola (força variável) a partir do gráfico força-deslocamento — Aplicar o conceito de potência — Definir as unidade SI de trabalho (energia) e de potência — Indicar unidades práticas de energia e de potência e relacioná-las com as respectivas unidades de SI — Definir energia cinética de um corpo, em movimento de translação — Relacionar o trabalho realizado pelas forças que actuam num corpo, em movimento de translação, com a variação da sua energia cinética no intervalo de tempo durante o qual as forças actuam 	<p>Energia Sistema isolado Sub-sistema Conservação de energia</p> <p>Propriedades macroscópicas</p> <p>Trabalho Calor</p> <p>Força elástica</p> <p>Potência Joule; watt watt-hora quilowatt-hora cavalo vapor</p> <p>Energia cinética Lei do Trabalho-energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão de situações de transferência de energia, conservação de energia e degradação de energia com base em exemplos já tratados no Ensino Básico • Resolver questões que envolvam a expressão do trabalho realizado por uma força constante (p. ex.: força aplicada a um corpo; peso de um corpo; força de atrito) • Traçar e interpretar gráficos <i>força-deslocamento</i> • Analisar tabelas de dados (Protese, Revista do Automóvel Clube de Portugal) com as características de alguns automóveis e sua comparação em termos de potência, consumo, rendimento e efeitos poluentes • Verificar que a variação de energia cinética de um corpo, durante um certo intervalo de tempo, é igual ao trabalho das forças que actuam no corpo, nesse intervalo de tempo

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> Energia potencial gravítica: trabalho do peso de um corpo 	<ul style="list-style-type: none"> Associar a mudança de configuração de um sistema de corpos, entre os quais se exerçam forças mútuas de atracção ou repulsão, à variação da energia potencial do sistema Definir energia potencial gravítica de um sistema <i>Terra-corpo</i> Relacionar o trabalho do peso de um corpo numa mudança de nível próximo da superfície da Terra, com a variação de energia potencial gravítica do sistema <i>corpo-Terra</i> 	<p>Energia potencial gravítica</p> <p>Energia potencial elástica</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Energia potencial elástica: trabalho da força elástica 	<ul style="list-style-type: none"> Definir energia potencial elástica de um sistema <i>corpo-mola elástica</i> Relacionar o trabalho da força elástica de uma mola com a variação da energia potencial elástica do sistema <i>corpo-mola</i> 	<p>Energia potencial elástica</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conversão da energia potencial elástica em energia cinética; verificar que a variação de energia cinética de um corpo ligado a uma mola horizontal é igual ao trabalho da força elástica exercida pela mola sobre o corpo
<ul style="list-style-type: none"> Energia mecânica; conservação da energia mecânica 	<ul style="list-style-type: none"> Usar correctamente a expressão <i>energia mecânica</i> Analisar situações em que se possa admitir a conservação de energia mecânica Avaliar a importância das forças de atrito na degradação (dissipação) da energia mecânica de um sistema 	<p>Energia mecânica</p> <p>Conservação da energia mecânica</p> <p>Degradação da energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ilustrar a conservação da energia mecânica no sistema <i>pêndulo gravítico-Terra</i> e determinar a velocidade do pêndulo ao passar pela posição de equilíbrio
<ul style="list-style-type: none"> Forças conservativas e forças não conservativas 	<ul style="list-style-type: none"> caracterizar as forças conservativas Dar exemplos de forças conservativas e de forças não conservativas Aplicar as relações $W_{\text{cons}} + W_{\text{Ncons}} = \Delta E_c$ $W_{\text{cons}} = -\Delta E_p$ $W_{\text{Ncons}} = \Delta E_m$ em situações concretas (movimento vertical de um corpo, pêndulo gravítico, movimento de um corpo ao longo de um plano inclinado, etc.) Definir e aplicar o conceito de rendimento de uma máquina 	<p>Forças conservativas</p> <p>Forças não conservativas</p> <p>Rendimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> Verificar a conservação da energia mecânica de um corpo que cai, sem atrito, ao longo de um plano inclinado Elaborar um artigo para o jornal da escola sobre «Vantagens e desvantagens do atrito na nossa vida» Planear e realizar uma experiência que permita determinar o valor da força de atrito a que está sujeito, um corpo que cai, partindo do repouso, ao longo de um plano inclinado Calcular o rendimento de um plano inclinado

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>1.2. O calor como medida de energia transferida não observável como trabalho macroscópico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceito de calor <ul style="list-style-type: none"> • 1.ª lei da Termodinâmica Conceito de energia interna <ul style="list-style-type: none"> (*) • Energia interna e a teoria cinético-molecular • Capacidade térmica de um corpo • Capacidade térmica mássica de uma substância (sólida ou líquida) 	<ul style="list-style-type: none"> — Identificar <i>calor</i> como medida da energia num processo de transferência, mas que não pode ser contabilizada como trabalho macroscópico — Avaliar o impacto das teorias históricas sobre o <i>calor</i> no esclarecimento deste conceito — Concluir que pode ser transferida energia do exterior para um sistema, ou vice-versa, como trabalho e como calor ($W + Q = \Delta E$) — Inferir que, embora W e Q dependam do modo pelo qual um sistema passa do estado do equilíbrio 1 ao estado de equilíbrio 2, a soma $Q+W$ depende apenas dos estados final e inicial do sistema — Associar a 1.ª lei da Termodinâmica à definição de uma nova grandeza física — a <i>energia interna</i> cujo valor é bem definido em cada estado de equilíbrio do sistema — Enunciar a 1.ª lei da Termodinâmica — Aplicar a 1.ª lei da Termodinâmica a vários tipos de transformações — Reconhecer que a 1.ª lei da Termodinâmica traduz e explicita o Princípio da Conservação da Energia — Usar, com correcção, os termos <i>calor</i>, <i>temperatura</i> e <i>energia interna</i> — Perspectivar, historicamente, o Princípio da Conservação da Energia — Interpretar o conceito de energia interna a partir da teoria cinético-molecular — Estabelecer e aplicar a relação $Q = cm \Delta \theta$ — Definir os conceitos de capacidade térmica de um corpo e capacidade térmica mássica de uma substância e indicar as respectivas unidades SI — Interpretar, com base no significado físico de capacidade térmica mássica, factos e situações da vida corrente 	<p>Calor</p> <p>Estado de equilíbrio Variáveis de estado</p> <p>Energia interna</p> <p>Princípio da Conservação da Energia</p> <p>Capacidade térmica de um corpo</p> <p>Capacidade térmica mássica de uma substância</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar, individualmente ou em grupo, a evolução do conceito de calor • Verificar a equivalência entre <i>trabalho</i> e <i>calor</i> • Recolher e analisar informação sobre as descobertas e trabalhos experimentais que conduziram à aceitação do Princípio da Conservação da Energia, no início do séc. XIX • Leitura de um documento sobre «Fé na conservação da energia» • Estabelecer experimentalmente, a expressão $Q = cm \Delta \theta$ • Determinar a capacidade térmica de um calorímetro • Determinar a capacidade térmica mássica de uma substância sólida ou uma líquida

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS O Aluno deve:	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas térmicas e máquinas frigoríficas 	<ul style="list-style-type: none"> — Explicar o funcionamento de uma máquina e de uma máquina frigorífica, com base nas leis da Termodinâmica — Analisar a inter-relação entre Ciência e Técnica e as suas implicações sócio-económicas 	<p>Máquina térmica Máquina frigorífica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de cartazes ilustrativos do funcionamento: <ul style="list-style-type: none"> — do motor de combustão de um automóvel — de um frigorífico • Analisar vantagens e desvantagens do uso do motor Diesel e/ou a gasolina • Discussão/debate sobre a história da máquina a vapor, visando: <ul style="list-style-type: none"> — evidenciar a sua ligação às condições sócio-económicas; — exemplificar como a Ciência pode responder às necessidades da Técnica
<p>2. Fenómenos térmicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura; equilíbrio térmico • Lei zero da Termodinâmica • Expansão térmica de sólidos e líquidos • Leis dos gases 	<ul style="list-style-type: none"> — Usar correctamente a expressão <i>equilíbrio térmico</i> — Enunciar a lei zero da Termodinâmica — Identificar a temperatura como a propriedade que indica o sentido da transferência de energia entre dois corpos postos em contacto (*) — Descrever como se estabelece, de um modo geral, uma escala de temperatura — Conhecer a escala termodinâmica de temperatura e suas características — Definir a unidade SI de temperatura termodinâmica — Analisar situações do quotidiano relacionadas com a expansão térmica de sólidos e líquidos — Definir os coeficientes de expansão térmica — Descrever o comportamento anómalo da água — Identificar as variáveis macroscópicas que descrevem o estado de equilíbrio de um sistema gasoso — Enunciar a lei de Boyle — Descrever os efeitos de uma variação de temperatura nos valores do volume e da pressão de uma dada massa de gás 	<p>Contacto térmico Equilíbrio térmico</p> <p>Lei zero da Termodinâmica</p> <p>Temperatura</p> <p>• Expansão térmica</p> <p>• Coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica</p> <p>Lei de Boyle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar, experimentalmente, as variações de temperatura de dois sistemas postos em contacto térmico, inicialmente a temperaturas diferentes • Investigar sobre a construção dos primeiros termómetros e o aparecimento das primeiras escalas (Réaumur, Celsius e Fahrenheit) • Determinar o coeficiente de dilatação linear de uma substância sólida • Montar um <i>alarme de fogo</i> com uma lâmina bimetálica • Montar um termostato eléctrico, semelhante ao que existe num ferro eléctrico, usando uma lâmina bimetálica • Planear e realizar experiências para estabelecer a relação entre: <ul style="list-style-type: none"> a) o volume de uma dada massa de gás, a pressão constante, e a temperatura

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Escala absoluta de temperatura • Gás ideal; equação do estado do gás ideal • Mecanismos de transferência de energia (a nível microscópico): condução, convecção e radiação 	<ul style="list-style-type: none"> — Estabelecer, experimentalmente, as leis de Charles e de Gay-Lussac — Mostrar os resultados experimentais obtidos conduzem à definição de uma escala absoluta de temperatura — Enunciar as Leis de Charles e de Gay-Lussac — Definir gás ideal e indicar em que condições um gás real pode ser considerado como ideal — Definir a escala de temperatura absoluta — Deduzir a equação de estado de um gás ideal ($PV=nRT$) — Dar o significado físico da constante dos gases ideais — Aplicar as leis dos gases e a equação do estado na resolução de questões práticas — Distinguir transferências de energia por condução, convecção e radiação — Interpretar, qualitativamente, os mecanismos de transferências de energia por condução térmica (em metais e não metais) e por convecção — Indicar os factores que determinam o valor do fluxo térmico através de um material — Definir a condutividade térmica e indicar a respectiva unidade SI — Indicar a natureza da radiação térmica e métodos para a sua detecção — Indicar os factores de que depende a potência irradiada e absorvida por um corpo — Inferir que um bom emissor é um bom absorvente e que um bom reflector é um mau emissor (*) — Caracterizar o radiador ideal 	<ul style="list-style-type: none"> Leis de Charles e de Gay-Lussac Escala absoluta de temperatura kelvin Gás ideal Equação de estado do gás ideal Constante dos gases ideais Condução Convecção Radiação Fluxo térmico Condutividade térmica 	<ul style="list-style-type: none"> b) a pressão de uma dada massa de gás, a volume constante, e a temperatura • Montar um termómetro de gás, a volume constante, e calibrá-lo; depois medir com ele a temperatura da sala de aula, por exemplo • Resolver problemas que envolvam as leis dos gases e a equação de estado de um gás ideal. • Realizar experiências simples que evidenciam transferências de energia por condução, convecção e radiação • Investigar, experimentalmente, os factores que afectam o valor do fluxo térmico através de uma barra metálica revestida de um isolador • Resolver problemas que envolvam a compreensão do significado físico de condutividade térmica • Comunicação sobre «A utilização de energia solar» • Pesquisa/leitura sobre consequências e aplicações em Medicina, em Meteorologia, na Agricultura e noutros domínios, das transferências de energia por condução, por convecção e por radiação

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS O Aluno deve:	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>2. Corrente eléctrica em regime estacionário</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade da corrente eléctrica • Diferença de potencial (d.d.p.) • Resistência de um condutor • Condutores óhmicos e condutores não óhmicos • Resistividade de uma substância 	<ul style="list-style-type: none"> — Caracterizar a corrente contínua em regime estacionário — Definir intensidade de um corrente em regime estacionário e indicar a respectiva unidade SI — Definir a unidade SI de carga eléctrica (*) — Deduzir a expressão que relaciona a intensidade da corrente eléctrica com a velocidade dos electrões de condução — Descrever os efeitos fisiológicos da passagem de corrente eléctrica através do corpo humano — Associar a d.d.p. nos terminais de um condutor à quantidade de energia transferida para o condutor por unidade de carga eléctrica que passa através dele — Definir a unidade de SI de diferença de potencial — Definir <i>resistência eléctrica</i> e <i>condutância eléctrica</i> de um condutor e indicar as respectivas unidades SI — Caracterizar um condutor com base na função $I = f(V)$ (característica do condutor) — Distinguir condutores óhmicos de condutores não óhmicos — Aplicar a lei de Ohm tendo em conta os seus limites de aplicabilidade — Dar o significado físico de <i>resistividade</i> e de <i>condutividade eléctrica</i> de uma substância e indicar as respectivas unidades SI — Distinguir condutores, semi-condutores e maus condutores com base em valores tabelados de resistividade (e condutividade eléctrica) para diferentes materiais — Interpretar a influência da temperatura no valor da resistividade de uma substância 	<p>Corrente contínua em regime estacionário</p> <p>Intensidade da corrente eléctrica</p> <p>ampere</p> <p>Carga eléctrica coulomb</p> <p>Diferença de potencial</p> <p>volt</p> <p>Condutância eléctrica</p> <p>Resistência eléctrica ohm siemens</p> <p>Curva característica de um condutor</p> <p>Condutor óhmico</p> <p>Condutor não óhmico</p> <p>Resistividade de uma substância</p> <p>Condutividade eléctrica</p> <p>ohm metro</p> <p>siemens por metro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura/debate sobre os efeitos fisiológicos da corrente eléctrica • Verificar, experimentalmente, que a d.d.p. nos terminais de um condutor é igual à razão entre a energia para ele transferida num certo intervalo de tempo, e a carga eléctrica que passa através dele, nesse intervalo de tempo • Medir a resistência de um condutor com um ohmímetro • Traçar e interpretar curvas características de vários condutores e semi-condutores • Montar circuitos em que uma resistência variável desempenhe o papel de: <ul style="list-style-type: none"> — reóstato — divisor de tensões (potenciómetro) • Estudar o efeito da temperatura na resistência de vários condutores (p.e., resistência de cobre, resistência de carvão, termistor) • Construir, calibrar e usar um termómetro feito com uma resistência de cobre

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Supercondutibilidade • Associação de resistências Leis dos circuitos derivados 	<ul style="list-style-type: none"> — Justificar o uso de certos materiais em instalações eléctricas e aparelhos e as condições de segurança que é necessário ter em conta — Comparar a condução eléctrica e a condução térmica, no caso dos metais — Explicar em que consiste o fenómeno da supercondutibilidade — Conhecer e aplicar as leis dos circuitos derivados — Associar a lei dos nodos ao princípio da conservação da carga eléctrica . — Relacionar o valor da resistência equivalente a associações de resistências, em série e em paralelo, com os valores das resistências associadas — Justificar o modo de instalação de amperímetros e de voltímetros, num circuito — Justificar a utilização de shunts e de resistências adicionais quando se pretende ampliar o <i>campo de medida</i> de um amperímetro e de um voltímetro 	<p>Supercondutibilidade</p> <p>Leis dos circuitos derivados</p> <p>Nodos</p> <p>Ligação em série Ligação em paralelo Resistência equivalente</p> <p>Galvanómetro Amperímetro Voltímetro Shunt Resistência adicional Campo de medida ou alcance Sensibilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a resistividade do cobre (p.e.) à temperatura ambiente • Estudar a variação da resistividade do cobre (p.e.) com a temperatura • Explicar o uso de termopares, de resistências e de termistores na mediação da temperatura e a escolha dos materiais adequados para cada gama de temperatura • Recolher, seleccionar e apresentar informação sobre o fenómeno da supercondutibilidade e suas aplicações tecnológicas • Fazer o estudo da associação de resistências em série e em paralelo; estabelecer as leis dos circuitos derivados • Determinar a resistência (impedância) de um multímetro como: <ul style="list-style-type: none"> a) voltímetro b) amperímetro • Determinar a resistência de um condutor pelo método da ponte de Wheatstone • Resolver problemas que envolvam: <ul style="list-style-type: none"> — a relação entre a intensidade e a d.d.p.; — a relação entre a resistência de um condutor filiforme, homogéneo e o comprimento e a área da secção recta; — associações de resistências
<p>3. Transferência e conversão de energia num circuito eléctrico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energia dissipada num condutor; efeito Joule 	<ul style="list-style-type: none"> — Distinguir um receptor passivo de um receptor activo 	<p>Recep.^{tor} activo Recep.^{tor} passivo</p>	

3. Programa para o 11.º Ano

UNIDADE I — MOVIMENTOS E FORÇAS

1. Conceitos Básicos

- Relatividade do movimento. Noção de referencial
- Movimento de um corpo:
 - movimento de translação
 - movimento de rotação
- Centro de massa de um corpo; partícula material
- Posição de uma partícula; trajectória de uma partícula
- Vector deslocamento. Espaço percorrido
- Velocidade média; velocidade instantânea
- Vector velocidade. Vector aceleração
- Interação entre corpos; lei da acção-reacção

2. Estudo do movimento de uma partícula

2.1. Movimento de uma partícula actuada por forças de resultante nula; movimento rectilíneo uniforme.

- Lei da inércia: equivalência entre equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico
- Movimento de uma partícula sem velocidade inicial; actuada por uma força constante: movimento uniformemente acelerado
- Vector aceleração
- Lei fundamental do movimento; massa inercial
- Movimento da queda livre; aceleração da gravidade
- Conceito de campo gravítico terrestre; vector campo gravítico
- Campo gravítico uniforme
- Movimento de uma partícula com velocidade inicial actuada por uma força constante com:
 - o mesmo sentido de v_0
 - sentido oposto ao de v_0 (por ex., mov. ascensional de um grave)
- Princípio da independência das forças
- Movimento de uma partícula actuada por várias forças simultâneas (ex. movimento no plano inclinado)

2.2. Movimento de uma partícula com velocidade inicial actuada por uma força de intensidade constante e direcção sempre perpendicular à velocidade; movimento circular uniforme

- Movimento de uma partícula actuada por uma força de intensidade proporcional ao valor do deslocamento da partícula e de sentido oposto ao do referido deslocamento; movimento harmónico simples.
- Diferença de fase de dois movimentos harmónicos simples
- Energia de um oscilador harmónico simples

3. Momento linear; sua conservação

- Impulso de uma força; variação do momento linear de uma partícula
- Momento linear de um sistema de partículas
- Conservação do momento linear e sua aplicação aos sistemas de duas partículas
- Transferência de energia durante as colisões
- Equivalência entre a Lei da acção-reacção e da conservação do momento linear
- Força como taxa de variação temporal do momento linear

UNIDADE II — ONDAS

1. Introdução

- Transmissão de um sinal; noção geral de onda
- Onda, fenómeno periódico que apresenta uma dupla periodicidade; no tempo e no espaço
- Tipos de ondas
- Onda mecânica progressiva, um modelo de mecanismo de transferência de energia
- Equação de propagação de um movimento harmónico simples num meio elástico unidimensional; equação de onda
- Relação entre velocidade, frequência e comprimento da onda
- Propagação de ondas sinusoidais num meio bidimensional; intensidade de onda
- Reflexão e refacção de ondas
- Sobreposição de ondas; fenómenos de interferência
- Difraccção de ondas

2. Ondas sonoras: sua natureza

- Produção, propagação e sua percepção
- Propriedades das ondas sonoras; reflexão, refacção, interferência e difracção
- Efeito Doppler e suas aplicações
- Obtenção de ondas estacionárias numa corda (ou mola) e no ar contido no tubo
- Frequências próprias de vibração de uma corda vibrante, fixa nas duas extremidades e de uma coluna de ar de um tubo sonoro
- Qualidades fisiológicas do som e sua relação com as características da onda sonora captada pelo ouvido

UNIDADE III — A LUZ. HIPÓTESES SOBRE A NATUREZA DA LUZ

- Luz — onda ou partícula
- Interferência da luz. Difraccção da luz
- Interpretação dos fenómenos de reflexão e de refacção a partir do princípio de Huyghens
- Leis da reflexão e da refacção
- Índice de refacção relativo de dois meios ópticos
- Índice de refacção absoluto de um meio óptico
- Reflexão total; ângulo limite
- Lentes esféricas delgadas; equação dos focos conjugados
- Equação de amplificação linear das lentes esféricas delgadas
- Dispersão da luz pelos prismas ópticos; espectros luminosos
- Difraccção da luz com a matéria; efeito fotoelectrónico
- Teoria dos fotões de Einstein; equação fotoelétrica de Einstein
- Dualidade corpúsculo-onda

UNIDADE IV — ELECTROMAGNETISMO

4. Fenómeno da indução electromagnética

- Fluxo do campo magnético; unidade SI desta grandeza
- Indução electromagnética; lei de Lenz e lei de Faraday
- Campo eléctrico de indução
- Auto-indução
- Energia armazenada no campo magnético
- Correntes de Foucault
- Gerador de corrente alternada sinusoidal
- Circuitos em corrente alternada:
 - circuito resistivo
 - circuito indutivo
 - circuito capacitivo
- Impedância de um circuito
- Potência média em corrente alternada sinudoisal; factor de potência
- Transformações para baixa frequência

1. Dinâmica da partícula**1.1** Revisão e desenvolvimento de conceitos

- Vector posição; equação do movimento num dado referencial
- Vector velocidade ($\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$); vector aceleração ($\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$)
- Estudo do movimento curvilíneo com aceleração constante: movimento de projectéis.
- Componentes tangencial e normal da aceleração

1.2 Aplicações das leis da dinâmica

- Movimento rectilíneo de uma partícula sujeita a forças de ligação (reacção normal, atrito e tensão de fios)
- Força de atrito de escorregamento; suas leis
- Coeficientes de atrito estático e cinético
- Movimento curvilíneo de uma partícula:
 - movimento do pêndulo cónico;
 - movimento do pêndulo gravítico;
 - movimento circular, num plano vertical
- Segurança no tráfego
- Equilíbrio estático de uma partícula

1.3 Validade das leis da Dinâmica

- Referenciais inerciais
- Referenciais não inerciais; forças de inércia
- Conceito de peso nos referenciais não inerciais
- Imponderabilidade

2. Dinâmica de um sistema de partículas

- Centro de massa de um sistema e seu movimento
- Lei fundamental de Newton aplicada a um sistema de partículas
- Momento linear de um sistema de partículas; lei da conservação do momento linear
- Colisões unidimensionais e bidimensionais
- Variações de energia nas colisões:
 - colisões elásticas;
 - colisões inelásticas.
- Pressão de um gás ideal

3. Cinemática e Dinâmica de rotação em torno de um eixo fixo

- Grandezas cinemáticas escalares e vectoriais de rotação
- Energia cinética de rotação; momento de inércia de um sistema discreto de partículas e de um corpo rígido
- Efeito de uma força aplicada a um corpo rígido: momento de uma força em relação a:
 - um ponto.
 - um eixo.
- Momento resultante de um sistema de forças
- Binário; momento de um binário
- Lei de Newton do movimento de rotação
- Momento angular de uma partícula; momento angular de um corpo rígido
- Lei da variação do movimento angular; conservação do momento angular

4. Estática do corpo rígido

- Condições de equilíbrio estático de um corpo rígido
- Sistema de forças equivalentes

4. Estática do corpo rígido (cont.)

- sistemas de forças equivalentes a:
 - uma força única;
 - um binário;
 - uma força única e a um binário
- Centro de gravidade de um corpo

5. Estática dos fluidos

- Lei fundamental da Hidrostática
- Lei fundamental de Pascal
- Lei de Arquimedes. Equilíbrio de corpos flutuantes
- Pressão atmosférica

UNIDADE II — INTERACÇÕES E CAMPOS

1. Interações gravitacional e electrostática

- Interações gravíticas; lei da atracção universal
- Interações eléctricas; lei de Coulomb

2. Campo de forças e potencial

- 2.1
- Conceito geral de campo de forças
 - Campo eléctrico devido a:
 - uma carga potencial (campo radial)
 - um dipolo eléctrico
 - duas placas paralelas carregadas electricamente (campo uniforme)
 - Campo gravítico radial; campo gravítico uniforme
 - Vectores campo eléctrico e campo gravítico
 - Energia potencial eléctrica e energia potencial gravítica
 - Potencial eléctrico num ponto de um campo radial
 - Potencial gravítico num ponto de um campo radial
 - Superfícies equipotenciais e linhas de campo
 - Relação entre o vector campo eléctrico (e gravítico) e o escalar potencial eléctrico (e gravítico)
 - Campos gravítico e eléctrico — campos conservativos
- 2.2
- Condensação eléctrica
 - Capacidade de um condensador
 - Dieléctricos; sua polarização
 - Energia armazenada num condensador

3. Forças magnéticas e campos

- Campos magnéticos devidos a ímanes e a correntes eléctricas
- Força magnética a que fica sujeito um elemento de corrente rectilínea num campo magnético uniforme
- Vector densidade de fluxo magnético
- Força magnética a que fica sujeita uma carga eléctrica móvel, com velocidade v , num campo magnético uniforme
- Campo electromagnético

4. Movimento em campos de força

- Movimento de um corpo num campo gravítico; movimento de satélites
- Movimento de cargas eléctricas:
 - num campo eléctrico uniforme
 - num campo magnético uniforme
- Princípio do funcionamento de um osciloscópio, de um acelerador de partículas (p.e. um ciclotrão), do espectrógrafo de massa, etc.

1. Circuitos em corrente alternada

- Circuitos RLC, série
- Corrente alternada de alta frequência e seus efeitos
- Transformadores de alta frequência
- Circuito LC. Oscilações eléctricas
- Frequência própria de um circuito LC fechado
- Oscilações mantidas; ressonância de um circuito RLC

2. Radiações electromagnéticas

- Emissão de energia radiante por um circuito oscilante aberto
- Propagação simultânea do campo eléctrico e do campo magnético: onda electromagnética
- Características de uma onda electromagnética
- Energia transportada por uma onda electromagnética
- Espectro electromagnético

3. Raios X

- Origem dos raios X. Espectros de riscas
- Lei de Moseley e sua interpretação
- Aplicação dos raios X em Medicina, na Indústria e na determinação de estruturas cristalinas. Difracção dos raios X pelos cristais

1. Interação entre partículas elementares

- Choques de partículas; insuficiência da Mecânica de Newton
- Mecânica relativística; grandezas relativísticas associadas a uma partícula
- Equivalência massa-energia

2. Núcleos atómicos

- Constituição do núcleo. Estabilidade do núcleo
- Energia de ligação e estabilidade dos núcleos

3. Reacções nucleares

3.1 Reacções nucleares espontâneas

- Declíneos radioactivos; principais tipos de declíneos radioactivos
- Lei do declíneo radioactivo; período e actividade de um radionuclido
- Famílias radioactivas
- Propriedades e efeitos das radiações emitidas pelos radionuclidos; sua detecção

3.2 Reacções nucleares provocadas

- Radionuclidos artificiais; suas aplicações
- Fissão e fusão nucleares; utilização da fissão e fusão

- CABRITA, F.; COSTA A. — «Conteúdos programáticos integrados de C.F.Q. para o Ensino Secundário», *Gazeta de Física*, vol. 12, Fasc. 3:116-122.
- CARRILHO RIBEIRO, A. — *Desenvolvimento Curricular*, Texto Editora, Lisboa.
- CURRÍCULOS EUROPEUS, 1988/1991: Alemanha, Dinamarca, Espanha, Escócia, França, Holanda, Inglaterra, Portugal (currículos anteriores).
- DEUS, J. D. — «Ciência; curiosidade e maldição», Editora Gradiva, Lisboa.
- DRIVER, R.; OLDHAM, M. — «A constructivist approach to curriculum development», *Studies in Science Education*, vol. 13:105-122.
- GOUVEIA, R. — «A Reforma curricular: Programas de Ciências Físico-Químicas», *Revista de Educação*, n.º 3, Porto Editora, (Dez. 91).
- LUNETTA, V. — «Comentários sobre a mesa-redonda subordinada ao tema «A Reforma do Ensino da Física»», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 4:138-139.
- NATIONAL COUNCIL IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION (NCSTE), *Project 2061 — Science for all Americans*, USA.
- PLON MATERIALS, 1989, Universidade de Utrecht, Departamento de Física, Holanda.
- SOLOMON, J. — «Social influences on the construction of pupils' understandings of Science», *Studies in Science Education*, 14:63-82.
- THOMAZ, M. F. — «Uma perspectiva construtivista para o Ensino da Física. I — Psicologia da construção pessoal», de Georges Kelly, *Gazeta de Física*, vol. 10, Fasc. 4:121-128.
- THOMAZ, M. F. — «Uma perspectiva construtivista para o Ensino da Física. II — Objectivos para o ensino da Física», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 1:19-27.
- VALADARES, J.; TEODORO, V. — «A Reestruturação do ensino da Física», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 4:156-159.
- WELLINGTON, J. J. — «What's supposed to happen, Sir?; Some problems with discovery learning», *School Science Review*, Sept. 81:167-173.
- WOOLNOUGH, B. C. — «Exercises, investigations and experiences», *Physics Education*, vol. 18:60-63.

- ADVANCED PHYSICS PROJECT FOR INDEPENDENT LEARNING (APPIL), John Murray Publishers Ltd, London.
- BENSON, H. — *University Physics*, John Willey and Sons, Inc., New York.
- BERKELEY PHYSICS COURSE, Wichmann, E. Editorial Reverté, SA, Barcelona.
- FARIA, G. — *Sistema Internacional de Unidades (SI). Grandezas e unidades físicas — terminologia, símbolos e recomendações*, Plátano Editora, Lisboa.
- FEYNMAN, Leighton; SANDS — *The Feynman Lectures on Physics*, Adison-Wesley Publishing Company, London.
- FIOLHAIS, C. — *Física divertida*, Ed. Gradiva, Lisboa.
- JARDINE, J. — *Physics is Fun*, Heinmann Educational Books, Ld., London.
- MASSAIN, R. — *Physique et Physiciens*, Editions Magnard, Paris.
- MILLAR, R. — *Understanding Physics*, Uniwin. Hyman Ltd., London.
- PAULI e outros — *Livros de Física para o 2.º Grau*, Editora Pedagógica e Universitária, Lda., São Paulo, Brasil.
- PEIXOTO, J. P. — *Entropia e ainda entropia*, Universidade do Algarve, Faro.
- PEIXOTO, J. P. — *Interpretação mecanicista da Termodinâmica — aspectos elementares da teoria cinética*, Universidade do Algarve, Faro.
- PHYSICS — PRINCIPLES AND PROBLEMS, Teacher's Annotated Edition, Charles E. Merrill Publishing Company, Toronto.
- PROJECTO DE FÍSICA. Texto e manual de experiências e actividades, Fundação Gulbenkian, Lisboa.
- PSSC, FÍSICA, Editorial Reverté, SA, Barcelona.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D. — *Física*, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, Brasil.
- ROGERS, E. M. — *Physics for the Inquiring Mind*, Princeton University Press, USA.
- SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W., *University Physics*, Adison-Wesley Publishing Company, London.
- TIPLER, P. A. — *Física*, Ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
- WENHAM, E. J. — *Physics. Concepts and Models*, Ed. Guanabara Dois, SA, Rio de Janeiro.
- ZEMANSKY, M. W. — *Calor e Termodinâmica*, Ed. Guanabara Dois, SA, Rio de Janeiro.

Novas quotas da SPF

Na Assembleia Geral da Sociedade, que se realizou em Vila Real em 17 de Setembro de 1992, por ocasião da Conferência Física 92, foram estabelecidas as novas quotas dos sócios da SPF, a vigorar a partir de 1 de Janeiro de 1993:

Sócios efectivos	3000 Escudos/ano
Sócios estudantes	1500 Escudos/ano