

ENSINO ARTÍSTICO ESPECIALIZADO

ARTES VISUAIS E AUDIOVISUAIS

CURSO DE DESIGN DE COMUNICAÇÃO

CURSO DE COMUNICAÇÃO AUDIOVISUAL

Componente de Formação Técnica-Artística

PROGRAMA

Física e Química Aplicadas

Disciplina de Opção

11º ANO

Autores
Anabela Martins (Coordenadora)
Alberto Ferro
António José Candeias

2007

ÍNDICE

	Página
1. Introdução	3
2. Apresentação.....	4
2.1. Finalidades.	5
2.2. Objectivos	6
2.3. Visão Geral dos Temas/Conteúdos.....	8
2.4. Sugestões Metodológicas Gerais.....	12
2.5. Competências	17
2.6. Recursos	18
2.7. Avaliação	19
3. Desenvolvimento.....	22
4. Fontes	45
4.1. Bibliografia Geral de Física.....	45
4.2. Bibliografia Geral de Química.....	47
4.3. Bibliografia Específica.....	48
4.4. Webografia Específica.....	51

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o estipulado no Dec.-Lei nº 74/2004, de 26 de Março, os Cursos Artísticos Especializados estão vocacionados, consoante a área artística, para o prosseguimento de estudos ou orientados na dupla perspectiva da inserção no mundo do trabalho e do prosseguimento de estudos.

Os **Cursos de Design de Comunicação** e de **Comunicação Audiovisual** são ministrados nas Escolas de Ensino Artístico Especializado de Artes Visuais e Audiovisuais. Dos planos de estudo destes cursos faz parte a disciplina opcional de Física e Química Aplicadas (FQA), integrada na componente técnico–artística.

A inclusão da disciplina FQA nos diferentes Cursos de Ensino Artístico Especializado (EAE) justifica-se pelo facto de serem ciências naturais empíricas cujo principal objectivo é explicar fenómenos naturais, usando informação recolhida através de métodos experimentais e modelos matemáticos.

Apesar de ser uma disciplina de opção da componente técnico–artística, que os alunos podem escolher em alternativa a outras disciplinas de conteúdo artístico, é importante motivar os alunos para a sua frequência, tornando-a numa disciplina aliciante no contexto da formação técnico–artística e social dos jovens que pretendem prosseguir os estudos em áreas artísticas. O papel da disciplina de FQA é determinante para que os alunos adquiram uma cultura científica, competências e conhecimentos que os habilitem para uma melhor compreensão das práticas e tecnologias inerentes às actividades de índole técnico–artística, com vista a uma imediata inserção no mundo do trabalho ou no prosseguimento de estudos no ensino superior.

2. APRESENTAÇÃO

Na elaboração do programa de Física e Química Aplicadas teve-se a preocupação de contemplar competências e conhecimentos básicos específicos, de forma a integrá-los com os saberes de outras disciplinas da componente técnico-artística e científica, respectivamente as disciplinas de Projecto e Tecnologias e, parcialmente, de Imagem e Som. Isto proporcionará aos alunos conhecimentos úteis e aplicados de Física e Química necessários para compreender e explicar situações técnico-artísticas, o que contribuirá, certamente, para uma maior motivação do seu estudo, pelos alunos.

O programa da disciplina de FQA do 11º ano está dividido em 3 Módulos, que abordam um conjunto de temas essenciais para os **Cursos de Design de Comunicação e Comunicação Audiovisual**, relativos às características dos materiais utilizados, fenómenos físicos e químicos e fundamentos científicos das Tecnologias a desenvolver em ambos os Cursos.

Os conhecimentos de Física e Química são abordados numa base essencialmente prático-experimental e cada tema é introduzido através de uma **questão – problema**, integradora de necessidades profissionais perspectiváveis dos alunos e, para cuja resposta são necessários os conhecimentos básicos seleccionados para este programa. Neste contexto, os conceitos de Física e Química surgem como suporte de conhecimentos necessários à explicação de fenómenos inerentes aos processos utilizados nas disciplinas e actividades de índole técnico – artísticas e não o contrário. Esta forma de abordagem deve valorizar os conhecimentos prévios e situações operacionais já conhecidas dos alunos e dar prioridade ao ‘saber fazer’ sobre o mero conhecimento organizado.

2.1. Finalidades

- Tomar conhecimento de fenómenos contemporâneos em ambientes operativos técnico–artísticos, numa perspectiva de desenvolvimento sustentado
- Abordar conceitos, processos e inter-relações da Física e da Química e destas com outros ramos dos saberes na área das artes, proporcionando os instrumentos de aprendizagem que permitam desenvolver uma interdisciplinaridade adequada
- Integrar conhecimentos científicos, tecnológicos, artísticos, sociais e ambientais mobilizando comportamentos e competências
- Adquirir os conhecimentos básicos ao desenvolvimento de capacidades para explicar fenómenos, aplicando os conhecimentos científicos associados às diferentes actividades de índole tecnológica e artística
- Desenvolver a utilização de uma linguagem científica rigorosa e adequada a cada contexto técnico–artístico
- Valorizar a aquisição de competências, atitudes e conhecimentos científicos que contribuam para o desenvolvimento da criatividade e da curiosidade científico-tecnológica
- Desenvolver capacidades de resolução de problemas práticos e da aplicação dos conhecimentos a novas situações
- Desenvolver capacidades de avaliação de situações com vista a uma tomada de decisões informada, que valorize o ponto de vista científico
- Alargar o conceito de uma cidadania orientada para a interacção de opiniões científicas e artísticas próprias, devidamente fundamentadas, respeitando a opinião dos outros
- Construir uma consciência participativa, responsável e crítica com influência e rigor científico ao intervir em actividades culturais e artísticas, em sociedades democráticas que respeitem os direitos humanos e o ambiente

2.2. Objectivos

- Identificar fenómenos, conceitos, processos e inter-relações da Física e da Química nas áreas de:
 - Luz e Óptica Geométrica
 - A cor da luz e a cor dos objectos
 - Som e Acústica
 - Meios modernos de comunicação: a imagem digital
- Saber explicar fenómenos e aplicar os conhecimentos científicos adquiridos nas diferentes actividades de índole tecnológica e artística
- Planear, realizar e interpretar actividades prático–experimentais
- Estabelecer hipóteses e testá-las
- Utilizar correctamente instrumentos de medida e abordar erros e incertezas experimentais
- Construir tabelas de resultados e interpretar gráficos que expliquem fenómenos ou comportamentos de materiais
- Resolver problemas práticos e de aplicação dos conhecimentos a novas situações
- Utilizar uma linguagem científica rigorosa em cada contexto científico, técnico e artístico
- Evidenciar competências, atitudes e conhecimentos científicos de forma criativa e empreendedora
- Integrar articuladamente os conhecimentos adquiridos na perspectiva da ciência, da tecnologia, da sociedade, do ambiente e da arte
- Avaliar situações com vista a uma tomada de decisões informada, que valorize o ponto de vista científico

- Debater assuntos científicos, técnicos e artísticos, expressando opiniões científicas próprias, devidamente fundamentadas e respeitar as opiniões dos outros
- Ser participativo, responsável e crítico, evidenciando rigor científico e respeitando os direitos humanos e o ambiente

2.3. Visão Geral dos Temas / Conteúdos

Módulo I – A luz e a cor

1. FONTES LUMINOSAS

1.1. O que é a luz?

Luz e energia

Espectro electromagnético

A luz como forma de energia associada a uma radiação electromagnética

1.2. Como se produz luz?

Tipologia e características de diversas fontes luminosas

O laser

O sol

1.3. Quais são as principais tecnologias dos sistemas de fontes luminosas?

Como se utilizam

Condições de segurança

Dispositivos de apoio

Consumos

1.4. Como se propaga a luz emitida por fontes luminosas?

Propagação da luz emitida por uma fonte luminosa

Objectos transparentes, translúcidos e opacos

Controlo direcciona da luz emitida por uma fonte luminosa

Outros fenómenos: difracção e interferência

1.5. Porque é que a luz do sol é branca e a luz de uma lâmpada de néon é vermelha?

A cor e a decomposição espectral da luz branca

Aspectos espectrais da luz emitida por fontes luminosas e temperatura da cor

Temperatura da cor

2. COMO VEMOS OS OBJECTOS?

2.1. A visão. Como funciona o olho humano?

2.2. Aspectos físicos da visão

Aspectos básicos na formação de imagem

Como vemos a cor?

Defeitos de visão

2.3. Características da visão

2.4. Aspectos psicofísicos da visão

Atributos da cor: brilho, matiz ou tonalidade e saturação

A visão das cores/atributos e as propriedades ópticas dos materiais

Limiares da sensibilidade / discriminação (fotométrica e cromática)

3. COMO SE MEDE A LUZ E A COR?

3.1. Medidas quantitativas da luz

Intensidade luminosa

Espectroscopia

3.2. Medidas quantitativas da cor

Tridimensionalidade cromática

A cor da luz e a cor dos objectos: síntese aditiva e síntese subtractiva

Diagramas cromáticos

Tabelas de cor

Sistemas de representação da cor (rgb e cmyk)

Módulo II – O som e a acústica

1. FONTES SONORAS. COMO SE PRODUZ O SOM?

1.1. Tipologia e caracterização das fontes sonoras

1.2. Características e natureza do som

Propriedades das ondas sonoras

1.3. Medidas quantitativas do som

O espectro sonoro

Intensidade sonora e nível de intensidade sonora

2. COMO SE PROPAGA O SOM?

2.1. Velocidade de propagação do som

2.2. Propagação do som em sólidos, líquidos e gases

2.3. Isoladores e condutores sonoros

3. A AUDIÇÃO – COMO OUVIMOS?

3.1. Anatomia e funcionamento do ouvido humano

Aspectos físicos

Aspectos psicofísicos

Módulo III – A comunicação e as imagens digitais

1. O QUE É A COMUNICAÇÃO?

1.1. O que é um sinal?

Emissor, meio de propagação e receptor de sinais

1.2. Meios de comunicação

2. O QUE É UMA IMAGEM DIGITAL?

2.1. Imagens analógicas e digitais

3. TIPOS DE *DISPLAYS*

3.1. Tubo de raios catódicos (CRT), monitor de cristais líquidos (LCD) de matriz activa e de matriz passiva e monitor de plasma (GPD)

O estudo, definição e utilização das unidades SI será introduzido à medida que as respectivas grandezas forem apresentadas. O erro experimental, o rigor e a precisão dos resultados obtidos serão estudados e aplicados a situações concretas de experimentação.

2.4. Sugestões Metodológicas Gerais

Um ensino eficaz pressupõe a sensibilização dos jovens para a importância de atitudes e comportamentos que lhes permitam desenvolver uma aprendizagem interactiva e afectiva com o saber e o conhecimento científico, fornecendo os instrumentos adequados para integração dos diferentes saberes e práticas.

Nesta perspectiva recomenda-se a utilização de estratégias diversificadas no decurso das aulas, promotoras de uma aprendizagem activa e interactiva, que contribuam, de forma decisiva, para se atingirem os objectivos gerais propostos para a disciplina de FQA. Embora as metodologias de ensino estejam forçosamente ligadas à prática de cada professor, recomenda-se o seu planeamento, em reuniões de departamento, com vista a uma maior unificação das estratégias adoptadas.

Propõe-se uma metodologia centrada na resposta a questões concretas, baseadas em conhecimentos prévios dos alunos e relacionadas com a natureza dos cursos. As temáticas devem ser abordadas quer através de aulas baseadas em questões, quer por demonstrações feitas pelos professores ou através de trabalho experimental independente realizado pelos alunos. Propõe-se que a consolidação das aprendizagens e o desenvolvimento das temáticas seja prosseguido através de estratégias diversificadas:

- Aulas expositivas / interactivas com debate e questões
- Actividades experimentais
- Trabalhos de pesquisa/projectos
- Apresentação e debate dos trabalhos de pesquisa / projecto
- Visitas de estudo
- Visionamento de vídeos ou outros meios audiovisuais
- Pesquisa em diferentes fontes de informação
- Trabalhos de casa
- Trabalhos de grupo dentro e fora da sala de aula

As sugestões metodológicas estão orientadas para uma abordagem característica de um desenvolvimento curricular, baseado na resolução de problemas integradores de necessidades profissionais perspectiváveis dos alunos e dos conhecimentos prévios, dando prioridade ao ‘saber fazer’ sobre o mero conhecimento organizado. Neste tipo de abordagem, as

capacidades/competências e os conhecimentos devem ser desenvolvidos/transmitidos partindo de contextos reais e de situações operacionais já conhecidas dos alunos, com aplicações nas especializações técnico-artísticas escolhidas pelos alunos.

Estes contextos, aplicações ou simulações reais são escolhidos com base nos programas das disciplinas científicas e técnico-artísticas. São acrescidos da capacidade de proporcionar múltiplas formas e vias para uma aprendizagem rica em conteúdos e processos, de modo a que os alunos possam criar, experimentar e acumular técnicas de planeamento e autonomia, isto é, ser capazes de organizar a sua própria aprendizagem.

Esta forma de aquisição dos processos de aprendizagem é um fio universal que deve interligar todas as disciplinas e áreas de conteúdos dentro do modelo curricular. Além disso, reflecte mais claramente e permite o desenvolvimento de competências requeridas em ambientes/situações não escolares. A preparação cuidada da apresentação dos problemas, sob a forma de questões a colocar aos alunos, unifica naturalmente este tipo de abordagem multidisciplinar e proporcionarão um treino/formação que os alunos necessitam para aprender num estilo que lhes servirá e os fortalecerá como aprendizes ao longo das suas vidas escolar e activa.

Os professores devem procurar desenvolver nos jovens, a capacidade de colocar questões nas aulas e noutras actividades, quer através de investigação individual, quer de trabalho de grupo. Deste modo, a experimentação e os trabalhos de pesquisa ou projecto desempenham um papel muito importante no desenvolvimento de atitudes de participação e autoavaliação do progresso e autonomia na aprendizagem, devendo ser pedido aos alunos quer os relatórios das actividades prático-experimentais realizadas, quer a apresentação escrita e oral de trabalhos de pesquisa, acompanhada de debate.

Sempre que possível, recomenda-se o enquadramento dos conteúdos programáticos numa perspectiva integrada da Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Arte. Por esta razão e, embora nem sempre se especifiquem actividades no desenvolvimento do programa, nesta perspectiva, os professores devem fazê-lo, chamando a atenção dos alunos para o impacto das actividades humanas no ambiente, na saúde e na segurança, nomeadamente no que respeita ao uso de certos materiais no mundo artístico.

No âmbito das actividades experimentais é de particular importância a elaboração, manutenção e uso do 'Caderno de Laboratório' para registo de resultados e notas relativas a todo o tipo de actividades desenvolvidas nas aulas e fora delas. O mesmo deve ser valorizado e utilizado como ferramenta de avaliação, porque o desenvolvimento deste tipo de competências é importante para a vida profissional futura dos alunos.

A experimentação deve ser usada como processo de aprendizagem privilegiado para apropriação do conhecimento de novos conceitos, princípios e modelos científicos, de forma a desenvolver nos alunos competências experimentais e de cooperação. A experimentação ajudará ainda os alunos a perceberem a natureza da Ciência e do desenvolvimento do pensamento científico. As actividades prático-experimentais devem ser apresentadas aos alunos sob a forma de **questões-problema**, para as quais é necessário encontrar resposta. Exemplos de questões deste tipo estão expressamente indicados no Desenvolvimento do Programa (cf. 3.).

Devem ser utilizadas metodologias que levem os alunos a examinar e explicar os fenómenos à luz dos seus conhecimentos e ideias prévias e a especificarem a sua visão do mundo com base nos novos conhecimentos adquiridos. Para isso, os alunos devem ser ensinados a planear experiências em grupo e a debater e partilhar a nova informação e conhecimento adquiridos através da experimentação e pesquisa. Devem ainda aprender a processar a nova informação, a criar modelos explicativos e a avaliar a sua adequação.

Como esta disciplina pressupõe a aplicação de conhecimentos a determinadas áreas tecnológicas e artísticas, as visitas de estudo são muito importantes e devem ser planeadas e orientadas pelos professores em conjunto com os alunos, porque permitem complementar a formação científica e tecnológica dos temas propostos e proporcionar a exposição dos alunos a novas abordagens. Recomenda-se a realização de visitas de estudo em substituição de outras metodologias de ensino, para a promoção do contacto com as tecnologias e equipamentos utilizados em instituições ligadas ao design de comunicação e à comunicação audiovisual, quando se identifiquem locais adaptados aos objectivos do programa e quando estiver garantido um acompanhamento adequado da visita. Durante as actividades prático – experimentais é recomendável que os alunos adquiram competências no trabalho científico devendo-se seleccionar, especificamente para cada actividade experimental, o desenvolvimento de algumas das seguintes competências:

- Formular questões para investigar
- Formular hipóteses para serem testadas
- Prever resultados
- Descrever procedimentos experimentais
- Planear experiências com base na teoria
- Executar um protocolo experimental
- Manipular materiais e equipamentos
- Processar dados

- Explicar relações
- Desenvolver generalizações
- Formular e responder a novas questões baseadas na investigação levada a cabo
- Aplicar técnicas laboratoriais na resolução de novos problemas ou situações experimentais
- Avaliar os erros experimentais e a sua repercussão na determinação das grandezas em estudo, de uma forma simples e básica (opcional)

Relativamente aos relatórios de actividades prático–experimentais, os professores devem acompanhar os alunos durante a elaboração do primeiro relatório, pelo que este deve ser completado na aula e não ser incluído na avaliação sumativa. Deve ser dada oportunidade aos alunos de melhorarem a apresentação daqueles relatórios, seleccionados pelos professores, para a avaliação sumativa.

Os relatórios devem ser organizados essencialmente nos seguintes pontos:

- Resumo, contendo o sumário dos objectivos, métodos utilizados, resultados obtidos e conclusões do trabalho realizado
- Introdução e objectivos da actividade e a abordagem simplificada dos conceitos fundamentais e respectivas expressões analíticas (quando existam)
- Métodos experimentais utilizados e esquemas correspondentes
- Registo e tratamento de resultados
- Análise e discussão de resultados
- Conclusões do trabalho realizado

No caso das actividades serem realizadas através de fichas de trabalho orientadas, os relatórios não devem conter a descrição dos métodos experimentais utilizados, uma vez que serão descritos na respectiva ficha. Estão neste caso, actividades que visam ensinar a trabalhar com aparelhos como por exemplo, osciloscópios, colorímetros, luxímetros, sonómetros, etc.

Em ambas as situações, é relevante que os professores façam, sob a forma de discussão com o grupo turma, o estabelecimento de relações entre a teoria e a prática e o desenvolvimento de generalizações, no final da aula experimental ou na seguinte.

Relativamente à elaboração de trabalhos de pesquisa, os professores devem dar instruções escritas aos alunos sobre o tema seleccionado, os objectivos, formas de elaboração e

acompanhá-los durante a sua realização, isto é, lendo as sucessivas fases de elaboração e escrita, em diversos momentos, definidos pelos professores e de acordo com as necessidades dos alunos, dando retorno do trabalho realizado até então. A apresentação oral, além de permitir partilhar os novos conhecimentos com os outros alunos que não abordaram aquele tema, permite também avaliar: (i) o desenvolvimento de capacidades de apresentação em público e (ii) o grau de aprofundamento e síntese relatados na parte escrita.

A utilização de meios audiovisuais diversificados, como, apresentações com software animado, transparências esquemáticas, filmes, vídeos, cartazes de fenómenos e equipamento, etc., deve ser feita pelos professores como forma de garantir um maior envolvimento dos alunos no processo de ensino/aprendizagem.

2.5. Competências

- Relacionar conceitos e teorias da Física e da Química com saberes do domínio técnico–artístico
- Interpretar e aplicar linguagem e códigos científicos da Física e da Química em domínios tecnológicos
- Aplicar conceitos e teorias científicas na resolução de questões específicas do curso
- Identificar os materiais através das suas propriedades e das grandezas que os definem de forma a possibilitar a sua utilização criativa e eficiente em situações práticas das disciplinas técnico–artísticas
- Pesquisar, analisar, sintetizar, organizar e apresentar escrita e oralmente conhecimentos e informação recolhida
- Trabalhar individualmente e em grupo
- Utilizar correcta e adequadamente as TIC como suporte do tratamento da informação e dos resultados de actividades práctico–experimentais
- Utilizar correctamente a Língua Portuguesa falada e escrita

2.6. Recursos

Os recursos essenciais, relativos a equipamentos e materiais, para a prossecução dos objectivos do programa são:

- Salas de aula com quadros amplos e retroprojector
- Laboratórios de Física e Química devidamente apetrechados com os equipamentos necessários à realização das actividades demonstrativas e experiências propostas
- Uma biblioteca/centro de recursos incluindo livros didácticos e científicos recomendados na bibliografia/webografia que integra este programa e filmes e diapositivos relativos às sugestões metodológicas propostas
- Equipamento para visionamento de filmes e projecção de diapositivos
- Computadores com software educacional adequado

É também desejável que os professores convidem especialistas das áreas abordadas para realizarem seminários ou para participarem na actividade lectiva normal, contribuindo para uma formação complementar dos alunos nessas áreas.

É ainda aconselhável, que os professores motivem os alunos para a leitura de revistas, jornais e livros de divulgação científica ou tecnológica e que os sensibilizem para a participação e organização de colóquios, debates, conferências e seminários relacionados com o curso.

2.7 Avaliação

O grupo de professores que leccionam a disciplina de FQA deve proceder a uma definição dos critérios e instrumentos de avaliação que permitam uma avaliação objectiva, tendo em atenção os objectivos da disciplina e competências a desenvolver, dando-os a conhecer aos alunos no início de cada ano lectivo.

No actual contexto de desenvolvimento da disciplina de FQA, os instrumentos de avaliação devem ser diversificados e as actividades de aprendizagem ser encaradas como tarefas de avaliação no seu processo e produto(s) final(is). Sendo a avaliação um processo contínuo, os alunos devem ser avaliados em todas as componentes da sua aprendizagem. Desta forma, os alunos serão incentivados a uma participação activa na sala de aula, valorizando aspectos necessários a uma aprendizagem alargada e global, que não seja centrada apenas na aquisição de conceitos, mas sobretudo no desenvolvimento de competências cognitivas (conhecimentos), processuais (métodos) e valorativas (valores e atitudes).

No programa actual propõem-se 9 horas por ano lectivo para realizar a avaliação sumativa (equivalente a cerca de 6 blocos de 90 minutos), distribuídas da seguinte forma:

- Preparação antes dos testes sumativos, essencialmente centrado nas dúvidas apresentadas pelos alunos. No caso de não existirem, os professores devem fazer uma revisão dos assuntos que vão ser avaliados
- Provas de avaliação sob a forma de teste, no caso deste ser absolutamente necessário relativamente à tipologia dos assuntos que vão ser avaliados, **no máximo** de 1 teste / período
- Apresentação oral dos trabalhos de pesquisa e projecto, dedicando uma média de 10/30 minutos a cada grupo de trabalho, conforme o número de alunos por turma/turno

No caso da realização de testes, a aula de correcção deve ser feita por escrito e distribuída aos alunos, podendo estes, em qualquer momento, colocar as suas dúvidas aos professores. Está provado na investigação educacional que os alunos aprendem melhor nas aulas de revisão da matéria antes das provas de avaliação, mas não atribuem importância às aulas de correcção das mesmas. A avaliação dos trabalhos de pesquisa deve incluir duas componentes:

apresentação escrita, sob a forma de poster ou projecção em tela e apresentação oral acompanhada de discussão na turma.

Na tabela seguinte sugerem-se alguns processos de avaliação, assumindo que todos os processos de avaliação devem conter sempre uma componente formativa:

ACTIVIDADES	PROCESSOS DE AVALIAÇÃO
Aulas expositivas / interactivas	Sumativa: Testes escritos teóricos, teórico-práticos e prático-experimentais, conforme as especificidades de cada contexto de ensino/aprendizagem
Intervenções / participação na sala de aula (questões orais)	Formativa: Grelhas de observação e registo Sumativa: (opcional)
Actividades experimentais	Formativa: Grelhas de competências no laboratório Sumativa: Caderno de Laboratório e Relatórios de actividades prático-experimentais (quando existam)
Apresentação e debate de trabalhos de pesquisa e projecto	Formativa: Acompanhamento Sumativa: Relatório escrito e Grelha de observação de capacidades inerentes a uma apresentação oral
Visitas de estudo	Relatórios escritos/Apresentações orais*
Visionamento de vídeos e fontes de informação	Apresentações escritas e /ou orais*; exercícios de controlo de visionamento
Trabalhos de casa e trabalhos de grupo (dentro e fora da sala de aula)	Formativa: Grelhas de observação e registo (processo e /ou produto final) Sumativa: (opcional)

* Estas actividades, pelo facto de serem simultaneamente, processos de apoio quer de metodologias de ensino, quer da aprendizagem, tanto podem ser objecto de avaliação sumativa como formativa, dependendo do contexto em que forem utilizadas.

Esta é apenas uma sugestão que os professores podem adaptar ao tipo de alunos e de critérios definidos na escola, sugerindo ainda uma avaliação mais global, alternativa a esta, em

função das competências propostas para este programa. No entanto, tendo em atenção o carácter prático e aplicado desta disciplina pensamos que se deve dar muito mais peso à avaliação de competências experimentais, de trabalho de projecto e pesquisa, autonomia na aprendizagem e aplicação de conceitos na prática do que à simples memorização de conceitos. Neste contexto, os testes escritos não devem ter um peso superior aos das outras componentes da avaliação sumativa.

3. DESENVOLVIMENTO

Gestão dos Tempos Lectivos

Considerando o número de 33 semanas lectivas, o que corresponde a 66 aulas de 90 minutos (um total de 99 horas) e retirando cerca de 9/10 horas para avaliação sumativa (incluindo apresentação dos trabalhos de projecto), restam 89/90 horas lectivas, correspondentes a 60 períodos lectivos ou aulas de 90 minutos. A gestão dos tempos lectivos será distribuída da seguinte forma:

Módulo I	40 aulas	60 horas
Módulo II	14 aulas	21 horas
Módulo III	6 aulas	9 horas
TOTAL	60 aulas	90 horas

Módulo I – A luz e a cor

As competências a desenvolver pelos alunos neste módulo devem estar relacionadas com:

- A cor dos objectos
- Os ambientes luminosos através da intensidade luminosa e da cor
- A luz como uma forma de percepção visual específica associada à visão humana

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1. FONTES LUMINOSAS 1.1. O que é a luz? 1.1.1. Luz e energia 1.1.2. Espectro electromagnético	<p>Relacionar a luz com uma forma de energia emitida por diversos tipos de fontes luminosas</p> <p>Identificar o espectro electromagnético como um conjunto de radiações: raios γ, raios X, ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro-ondas e ondas de rádio</p>	<p>Duração: 1 aula T/P (T- Teórica; P- Prática)</p> <p>Mais do que dar uma resposta imediata a esta questão (que será completada no ponto 1.5), sugere-se que se orientem os alunos para alguns factos do conhecimento comum, isto é, coisas que podemos dizer sobre uma das principais características da luz e que é a energia a ela associada. Poderão realizar-se duas demonstrações: uma sobre o efeito fotoeléctrico (com uma lâmpada de 100 watt e uma pequena célula foto voltaica ligada a um galvanómetro ou lâmpada de 0,5 A) e outra com o radiómetro de Crookes. Debater com os alunos as observações efectuadas, de forma a que eles compreendam que, quer uma situação quer outra, só se podem explicar pelo facto da luz transportar energia. Exemplificar com a produção de energia eléctrica com células foto voltaicas e a célebre viagem do “Solar Challenger”, que voou sobre o Canal da Mancha usando a luz solar como “combustível”. As suas asas estavam cobertas de painéis solares que utilizavam a luz solar para produzir electricidade necessária ao movimento das hélices.</p> <p>Recorrendo a meios audiovisuais, mostrar o espectro electromagnético, de forma que os alunos o descrevam e identifiquem os vários tipos de radiações que o constituem, incluindo a luz visível.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1.1.3. A luz como forma de energia associada a uma radiação electromagnética</p> <p>Natureza ondulatória da luz (opcional).</p>	<p>Classificar as radiações electromagnéticas em função da sua frequência e comprimento de onda</p> <p>Reconhecer a importância e descrever aplicações das radiações electromagnéticas na sociedade</p> <p>Identificar a luz visível como uma forma de radiação electromagnética</p> <p>Identificar as grandezas características das ondas: comprimento de onda, amplitude, frequência, velocidade e energia das ondas</p> <p>Distinguir as ondas mecânicas das electromagnéticas</p> <p>Descrever características essenciais da radiação emitida por diversas fontes luminosas e seus iluminantes</p> <p>Reconhecer que a cor /espectros são meios de reconhecer e identificar substâncias e fontes luminosas</p> <p>Distinguir entre luz monocromática e policromática</p>	<p>Opcional: levar os alunos a pesquisar, em pequenos grupos, a importância de cada uma das radiações electromagnéticas na sociedade e suas consequências ambientais, dando exemplos de aplicações (no quotidiano, na medicina, na física, na química, no estudo de obras de arte) e sublinhando a natureza físico-química da interacção radiação/matéria.</p> <p>Iniciar este tema de forma que os alunos compreendam que a luz é uma radiação electromagnética e uma forma de energia emitida ou radiada pelos electrões que circulam à volta dos núcleos dos átomos e que se propaga com um movimento ondulatório. Realizar uma experiência demonstrativa, sobre o modelo de ondas com uma mola tipo “slinky” (ou tina de ondas se se preferir), relacionando as características da fonte com as da onda originada. Inquirir os alunos sobre as suas observações e permitir a existência de um espaço de discussão e debate para introduzir as noções sobre luz e ondas e distinguir ondas mecânicas de ondas electromagnéticas. Referir essencialmente os fenómenos de difracção e interferência e polarização da luz, exemplificando este último fenómeno papel polarizado, óculos de sol polaróides, vidros, etc. (opcional)</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1.2. Como se produz luz?</p> <p>1.2.1. Tipologia e características de diversas fontes luminosas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fontes incandescentes e luminescentes <p>1.2.2. O laser</p> <p>1.2.3. O Sol</p>	<p>Distinguir corpos luminosos de corpos iluminados</p> <p>Conhecer diversas tipologias de fontes luminosas</p> <p>Distinguir fontes incandescentes de fontes luminescentes e dar exemplos</p> <p>Saber o significado do processo LASER (<i>Light Amplification System Emmitting Radiation</i>): sua produção e características</p> <p>Identificar o laser como uma forma de luz monocromática</p> <p>Identificar o sol como a fonte primária de luz e energia, cuja origem está nas reacções nucleares</p> <p>Identificar o espectro solar</p>	<p>Duração: 3 aulas T e 1 aula P</p> <p>Mostrar que a luz se pode gerar por dois processos distintos: vibração térmica (incandescência) e excitação electrónica (luminescência) e que estes processos correspondem a dois tipos fundamentais de fontes luminosas, os quais diferem na forma como fornecem energia aos electrões, cujo movimento cria luz. Se essa energia provém do calor (vibrações térmicas dos átomos), as fontes chamam-se incandescentes. Se a energia provém de outra fonte, como a energia química ou eléctrica, as fontes chamam-se luminescentes. Chamar a atenção para o comportamento fluorescente e fosforescente de certas tintas e materiais (relógios de pulso, despertadores, sinalética de trânsito nas estradas, marcação das notas, etc.).</p> <p>Mostrar e/ou utilizar diapositivos para exemplificar cada tipo de fonte (lâmpadas de sódio, mercúrio, tungsténio, fluorescentes, televisão, <i>leds</i>, etc.).</p> <p>Recorrendo a diapositivos mostrar o princípio de funcionamento de um laser e as suas variadíssimas aplicações actuais.</p> <p>Com recurso a meios audiovisuais (filme). Mostrar a composição do Sol e a origem da luz solar.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1.3. Quais são as principais tecnologias dos sistemas de fontes luminosas? 1.3.1. Como se utilizam 1.3.2. Condições de segurança 1.3.3. Dispositivos de apoio 1.3.4. Consumos	<p>Distinguir diferentes tecnologias utilizadas nas fontes luminosas</p> <p>Saber como se utilizam algumas fontes luminosas em condições de segurança</p> <p>Identificar os dispositivos de apoio ao funcionamento e utilização das fontes luminosas</p> <p>Conhecer tabelas com características de fontes luminosas, para escolher a mais adequada à tarefa a realizar numa situação prática</p> <p>Aplicar os conceitos de potência e rendimento de uma lâmpada para calcular consumos energéticos de fontes luminosas</p> <p>Calcular o consumo e o rendimento de fontes luminosas</p>	<p>Duração: 4 aulas T e 1 aula P</p> <p>Recorrendo a diapositivos ou outros meios audiovisuais, levar os alunos a compreenderem os aspectos básicos dos sistemas de funcionamento das fontes luminosas e debater com eles a forma de utilização conforme a tarefa a que se destinam, dentro das condições de segurança prescritas para cada um dos tipos de fontes. Chamar a atenção dos alunos para a necessidade de algumas fontes luminosas necessitarem de dispositivos de apoio como transformadores ou fontes de alimentação especiais para poderem ser ligadas a computadores através de interfaces ou outros dispositivos, medir ou controlar a luz e a cor por elas emitidas ou radiadas (por ex. nos espectáculos, na iluminação das ruas, etc.).</p> <p>Analisar as fontes utilizadas/referidas no ponto 1.1. descrevendo as propriedades térmicas de cada uma e associadas aos dois grandes grupos – incandescentes e luminescentes – de forma a introduzir sucintamente as noções de calor (Joule), como uma forma de energia em trânsito, temperatura, potência (watt) e rendimento (%). Chamar a atenção para a diferença entre temperatura e energia interna, exemplificando com os fogos de artifício, velas de aniversário, etc.</p> <p>Realizar uma experiência para determinação do rendimento de uma lâmpada incandescente (ou fontes luminescentes e incandescentes), chamando a atenção para a necessidade de poupar energia, uma vez que a emissão de luz corresponde apenas a valores compreendidos entre 30% a 4% do total da radiação emitida; a restante radiação transfere-se para o ambiente</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1.4. Como se propaga a luz emitida por fontes luminosas?</p> <p>1.4.1. Propagação da luz emitida por uma fonte luminosa</p> <p>1.4.2. Objectos transparentes translúcidos e opacos</p> <p>1.4.3. Controlo direcciona da luz emitida por uma fonte luminosa</p>	<p>Explicar como a luz emitida por uma fonte luminosa se propaga em direcções rectilíneas</p> <p>Reconhecer que a propagação da luz depende do meio</p> <p>Distinguir entre meios transparentes, translúcidos e opacos</p> <p>Identificar e aplicar os processos de reflexão especular e difusa em superfícies opacas</p>	<p>sob a forma de calor, factor a considerar sobretudo em situações artísticas, como salas de museus, em espectáculos (palcos) e outras situações afins.</p> <p>Duração: 7 aulas T + 3 aulas P</p> <p>Retomar o tema do ponto 1.1. sobre a propagação da luz como onda e demonstrar aos alunos o princípio da propagação rectilínea das ondas luminosas (luz), emitida por fontes luminosas, através da realização de experiências simples, sobre luz, sombra e penumbra, câmara escura, etc. Ilustrar com fotografias artísticas em que esteja bem patente este princípio. Mostrar aos alunos que a velocidade de propagação da luz depende do meio no qual se propaga e que a mudança de direcção de propagação depende do meio com que interage no seu trajecto. Utilizar tabelas com a velocidade de propagação da luz no vazio e em meios como a água, o diamante, o vidro, as fibras ópticas, etc. e promover um debate sobre o comportamento da luz em meios tal como vidro fosco, papel vegetal, metal, madeira, etc. aproveitando para classificar os meios como transparentes, translúcidos e opacos. Evidenciar que este tipo de classificação depende do tipo de radiação (materiais podem ser transparentes para umas radiações e opacos para outras, conforme a iluminação).</p> <p>Explorar experimentalmente o facto da luz emitida por uma fonte luminosa poder mudar de direcção ao incidir sobre materiais diferentes e que estes podem ou não reflectir ou refractar a luz em determinadas condições (serem vistos ou não), utilizando sistemas de espelhos (paralelos e angulares), dando exemplos de aplicações no quotidiano (numa situação de palco, em estúdio,</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>- Reflexão especular e difusa. Leis da reflexão especular</p> <p>- Refracção. Leis da refração. Índice de refração absoluto</p> <p>- Reflexão interna total</p> <p>1.4.4. Outros fenómenos: - Difracção e interferência</p>	<p>Enunciar as leis da reflexão</p> <p>Caracterizar a imagem obtida num espelho plano</p> <p>Enunciar as leis da refração</p> <p>Reconhecer a refração como uma mudança de velocidade da luz em meios ópticos diferentes</p> <p>Definir e calcular o índice de refração de um meio, utilizando a lei de Snell</p> <p>Explicar o fenómeno da reflexão total</p> <p>Definir ângulo crítico</p> <p>Descrever o comportamento da luz ao atravessar uma fibra óptica</p> <p>Explicar como a difracção e interferência são fenómenos que mudam a direcção de propagação da luz</p>	<p>etc.). Inquirir os alunos sobre as suas observações e permitir a existência de um espaço de discussão e debate para desenvolver as noções de reflexão especular, difusa, refração e reflexão total da luz. Mostrar aplicações destes fenómenos, recorrendo a diferentes exemplos como miragens, fibras ópticas, trajecto da luz no vidro, diamante e quartzo, nos líquidos, etc.</p> <p>Introduzir o conceito de refringência, aplicando a lei de Snell para calcular o índice de refração de diversas substâncias ou simplesmente analisar tabelas com valores do I. de R. de materiais utilizados pelos alunos nas aulas de natureza técnico-artística.</p> <p>Realizar uma experiência demonstrativa sobre difracção/interferência com laser e redes de difracção ou simplesmente um cabelo, para evidenciar outros fenómenos de interacção luz – superfície que provocam mudança direccional da luz, como a difracção e a interferência (opcionalmente chamando a atenção que estes fenómenos evidenciam a natureza ondulatória da luz). Exemplificar também os fenómenos de difracção e interferência da luz com os vidros anti – reflexo, cores das bolas de sabão, das caudas dos pavões, manchas de óleo, cor do céu e do pôr-do-sol, etc.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1.5. Porque é que a luz do Sol é branca e a luz de uma lâmpada de Néon é vermelha?</p> <p>1.5.1. A cor e a decomposição espectral da luz branca</p> <p>1.5.2. Aspectos espectrais da luz emitida por fontes luminosas e temperatura da cor</p>	<p>Identificar que a luz branca é uma mistura de cores diferentes</p> <p>Saber que, tradicionalmente, a luz refere-se à banda de frequências que podem ser vistas pelos seres humanos</p> <p>Relacionar a cor das radiações com as frequências visíveis para o olho humano</p> <p>Descrever características essenciais da radiação emitida por diversas fontes luminosas e seus iluminantes</p> <p>Observar e interpretar espectros emitidos por fontes/fenómenos luminosos de fontes luminosas</p> <p>Identificar as características espectrais específicas de cada fonte luminosa (iluminante)</p>	<p>Duração: 6 aulas T / P</p> <p>Introduzir o tema com uma experiência demonstrativa, sobre a dispersão/decomposição da luz com um prisma (decomposição) e síntese com dois prismas (recomposição), utilizando diversas fontes de luz (luz branca, luzes de cores diferentes e luz monocromática - laser). Complementar as observações com a experiência com o disco de Newton e outros discos. Inquirir os alunos sobre as suas observações e permitir a existência de um espaço de discussão e debate em que surjam diversas explicações. Partir deste espaço de debate para explicar os vários tipos de luz (policromática e monocromática), a constituição do espectro visível da luz branca e o processo de dispersão da luz por um prisma.</p> <p>Fazer uma experiência, utilizando um espectroscópio de bolso e/ou redes de difracção, diferentes fontes luminosas (incluindo a luz do sol) e um termómetro. Inquirir os alunos sobre as suas observações (o tipo de espectro, temperatura da fonte, etc.). Se existir, poderá também usar um espectroscópio para os alunos observarem os espectros emitidos por descargas em tubos de gases rarefeitos (He, Ne, etc.). Retomar as fontes exemplificadas no ponto 1, evidenciando que entre as características relevantes aparecem a frequência (comprimento de onda) da radiação emitida e a forma de energia de alimentação de cada fonte. Levar os alunos a perceber que cada fonte (física) tem um iluminante (gráfico/tabela que traduz a energia relativa da luz emitida em função do comprimento de onda) específico que representa as características espectrais de uma fonte luminosa. Como simples</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1.5.3. Temperatura da cor	<p>Identificar o iluminante como um gráfico/tabela que representa a energia em função do comprimento de onda da luz (radiação) emitida pela fonte</p> <p>Reconhecer que a cor /espectros são meios de reconhecer e identificar substâncias e fontes luminosas</p> <p>Explicar o funcionamento do corpo negro</p> <p>Distinguir cores frias de cores quentes</p> <p>Relacionar a escala Kelvin com a de Mired</p>	<p>exercício prático, mostrar tabelas do mercado com os tipos de iluminantes mais característicos (A - incandescentes, C-Luz média diurna), D₆₅ – Luz do meio-dia, F₂ – Luz fria fluorescente e U₃₀ – <i>ultra lume</i>). Nota: fonte luminosa e iluminante aparecem também com o mesmo significado.</p> <p>Explicar o funcionamento do corpo negro. Relacionar a temperatura da cor com a temperatura do corpo negro e chamar a atenção que aquele termo é apenas um conceito colorimétrico e não calorimétrico, relacionado com a aparente cor da luz emitida por uma fonte luminosa e não com a sua temperatura. No entanto, a temperatura da cor de um corpo negro é igual à sua temperatura em Kelvin. A temperatura da cor mede-se com aparelhos constituídos por 2 foto células, um filtro vermelho e outro azul. Chamar a atenção dos alunos para o possível confusão na terminologia: quanto mais quente for a fonte (maior a sua temperatura em Kelvin e, portanto maior a sua energia) mais a cor emitida se afasta do vermelho e aproxima do azul. Mas diz-se que o vermelho é uma cor quente e o azul é uma cor fria. No entanto um corpo quente radia uma cor fria e um corpo frio radia cores quentes. Dar exemplos, chama da vela, Bico de Bunsen, ferro ao ser aquecido, etc.</p> <p>Utilizar diversos diagramas cromáticos e relacionar a escala de Kelvin com a escala de Mired.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
2. COMO VEMOS OS OBJECTOS? 2.1. A visão. Como funciona o olho humano? 2.2. Aspectos físicos da visão 2.2.1 .Aspectos básicos na formação de imagem O olho humano como um sistema de lentes: - Classificação das Lentes - Potência (Dioptrias)	Identificar as condições necessárias à visão de um objecto: luz-objecto-observador Descrever a anatomia do olho humano Classificar lentes em convexas que fazem convergir os feixes luminosos e côncavas que fazem divergir os feixes Caracterizar as lentes em função da potência expressa em dioptria (unidade SI - D) Classificar as lentes de acordo com a sua potência positiva (convexas) e negativa (côncavas)	Duração: 8 aulas T e 3 aulas P Através de questões, levar os alunos a compreenderem que para ver os objectos é necessário que exista um triângulo de visão (<i>Visual Observing Situation</i>), isto é, uma fonte de luz, um objecto e um observador, mostrando em seguida um modelo do olho humano, enunciando as suas partes constituintes (córnea, íris, cristalino, músculos ciliares, retina, humor vítreo e humor aquoso, fóvea, nervo óptico), bem como a sua ligação ao cérebro (córtex visual). Identificar o olho humano como um sistema de lentes e classificar as lentes em dois grupos: as que fazem convergir os feixes emitidos por fontes luminosas (convexas com potência positiva) e as que fazem divergir os feixes luminosos (côncavas com potência negativa), referindo a unidade de potência (dioptria). Descrever os seus elementos geométricos – foco, dupla distância focal e centro óptico da lente, bem como exemplificar a obtenção de imagens com lentes, de acordo suas características, localizando experimentalmente, o plano imagem.

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>- Obtenção de imagens em lentes</p> <p>- Amplificação da imagem (opcional).</p> <p>2.2.2. Como vemos a cor?</p> <p>O olho humano como um sensor cromático: captação/distinção das radiações cromáticas visíveis</p>	<p>Caracterizar os elementos geométricos das lentes</p> <p>Descrever as características das imagens obtidas em lentes convergentes e divergentes</p> <p>Estabelecer a relação entre o tamanho da imagem e o tamanho do objecto (opcional)</p> <p>Compreender que a percepção da cor depende da combinação das características de cada um dos três elementos – fonte luminosa – objecto – observador</p> <p>Saber que a luz é vista por reflexão especular e a cor por reflexão difusa nos objectos sobre os quais incide</p> <p>Descrever e identificar os constituintes sensoriais do olho humano – cones e bastonetes – responsáveis pela percepção da cor e da luminância</p> <p>Explicar a cor como uma interpretação da mente e que para a ver é necessário energia sob a forma de luz</p>	<p>Mostrar a importância do conceito de amplificação (A = altura da imagem/altura do objecto) no funcionamento de diversos aparelhos ópticos, nomeadamente a máquina fotográfica, o telescópio, o microscópio, etc., aparelhos que estendem as nossas capacidades visuais. (opcional).</p> <p>Tal como para ver os objectos, levar os alunos a compreenderem que para ver a cor também é necessário que exista um triângulo de visão (<i>Visual Observing Situation</i>), isto é, uma fonte de luz, um objecto e um observador, e que a percepção da cor depende das características de cada um dos três elementos. Identificar em seguida, num modelo do olho humano, os <i>cones</i> como sensores espectrais da cor (rgb- vermelhos, verdes e azuis) na visão diurna e os <i>bastonetes</i> como sensores de intensidade luminosa e visão nocturna. Realçar que a cor é uma interpretação da mente e que os objectos modificam a luz neles incidente, conforme os corantes que lhe dão cor (pigmentos e tintas). Referir que os diversos corantes absorvem selectivamente alguns comprimentos de onda da luz incidente e reflectem outros (interacção da luz com a matéria), relembando o que foi abordado no ponto 1.5.. Retomar aqui a distinção entre reflexão especular e difusa e o diferente comportamento dos corpos transparentes e opacos perante a percepção da cor.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>De que depende a cor dos objectos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cor da luz iluminante - Envolvência <p>- Filtros</p>	<p>Compreender que a sensação de cor é produzida por estímulos físicos associados a vários comprimentos de onda</p> <p>Identificar o processo de absorção selectiva da luz como gerador de cor dos objectos</p> <p>Identificar os processos físicos que geram a cor designadamente a refacção/dispersão, a interferência e a difracção</p> <p>Identificar a dependência da cor dos objectos da fonte luminosa e da envolvimento</p> <p>Definir filtro</p> <p>Caracterizar filtros em função da transmitância, absorvância e densidade</p> <p>Representar e interpretar curvas de transmissão e absorção de filtros</p>	<p>Através de uma experiência com fontes de luz diferentes e filtros, mostrar que a cor dos objectos varia com a luz incidente e com a envolvente, isto é, a cor de um objecto varia com a cor do iluminante (fonte luminosa) e a iluminação do meio envolvente.</p> <p>Realizar uma experiência para explicar o funcionamento de filtros (materiais com propriedades ópticas específicas, por ex. filtros para a fotografia) e outros materiais em termos da quantidade de luz (%) absorvida, transmitida e reflectida e da importância destes conhecimentos na escolha de materiais apropriados para as tarefas técnico-artísticas que os alunos têm de desenvolver.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>2.2.3. Defeitos de visão</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geométricos - Cromáticos 	<p>Identificar os defeitos geométricos de visão (miopia, hipermetropia e astigmatismo)</p> <p>Identificar os defeitos cromáticos da visão (defeitos de percepção da cor)</p>	<p>Comparar o olho humano com o sistema de lentes de uma máquina fotográfica e analisar com os alunos os defeitos geométricos de visão (miopia, hipermetropia, presbitia). Ilustrar os defeitos de percepção da cor (protanopia e deuteranopia; protanomalia e deuteranomalia) e conjuntamente com os alunos realizar os testes de despistagem do daltonismo e a “cegueira para a cor”, com cartões.</p>
2.3. Características da visão	Identificar características da visão e efeitos ópticos – ilusões de óptica	<p>Através de experiências simples, levar os alunos a compreender algumas funções inerentes à anatomia do olho humano, como o ponto cego, o ponto remoto, o ponto próximo, profundidade e relevo/estereoscopia (quando olhamos para um par de imagens estereoscópicas, o olho direito vê a imagem da esquerda e o olho esquerdo a da direita, e a imagem percebida é invertida em termos da relativa profundidade do objecto), visão tridimensional. Deixar os alunos estudar figuras com ilusões de óptica e associá-las às características da visão abordadas.</p>
2.4. Aspectos psicofísicos da visão		
2.4.1. Atributos da cor: brilho, matiz ou tonalidade e saturação	Caracterizar os atributos da cor: tonalidade ou matiz, saturação e brilho ou luminosidade, para representar e utilizar diagramas cromáticos de cores com diferente intensidade e saturação	Utilizando escalas de cor e até o próprio círculo de cores no computador, deixar os alunos explorar as diferentes percepções sobre atributos daquela, de forma a perceberem que os métodos visuais de especificação da cor são subjectivos e que uns atributos são mais subjectivos do que outros (a tonalidade mais do que a saturação e esta mais do que o brilho).

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
2.4.2. A visão das cores/atributos e as propriedades ópticas dos materiais que constituem os objectos (de superfície, de volume, de estrutura)	<p>Observar e descrever como as superfícies, o volume e a estrutura dos materiais que constituem um objecto influenciam a percepção dos atributos da cor</p> <p>Explicar como os objectos modificam a luz neles incidente, devido à absorção e à reflexão</p> <p>Relacionar a cor e seus atributos com a percentagem relativa de luz reflectida e difundida pelos objectos</p>	<p>Utilizando exemplos práticos na aula ou audiovisuais, mostrar aos alunos o efeito das superfícies dos materiais opacos e transparentes na variação quer da cor, quer dos seus atributos. Por ex., objectos da mesma cor com volume (% de dispersão, absorção e atenuação, etc.), superfícies (texturas, rugosidades, brilhante ou mate, etc.) e estrutura (porosidade - tecidos, cerâmicas, etc.) diferentes, aparentam cores diferentes.</p> <p>Apresentar a absorção como uma “perda de luz” quando esta atravessa um material, geralmente devida à sua conversão em outras formas de energia (tipicamente calor). Referir que apenas cerca de 4% da luz é reflectida especularmente e que a restante é absorvida e sobretudo difundida pelos objectos opacos. Explicar aos alunos a variação das % de reflexão especular e difusa para corpos opacos, transparentes sólidos e líquidos, etc., utilizando materiais que eles conhecem e utilizam nas aulas de natureza técnico—artística.</p> <p>Sugere-se uma visita de estudo a uma instituição que possua um espectrofotómetro.</p>
2.4.3. Limiares da sensibilidade/discriminação (fotométrica e cromática)	<p>Verificar que os limiares da sensibilidade e da discriminação fotométrica e cromática do olho humano variam de indivíduo para indivíduo</p> <p>Percepcionar a importância prática destes limiares na escolha de materiais e cores para as suas actividades artísticas e no controlo da qualidade</p> <p>Conhecer que os limiares da sensibilidade de visão:</p> <ul style="list-style-type: none"> – fotométrica (se situam aprox. entre os 400 nm e os 700 nm) – cromática (entre o vermelho e o violeta do espectro electromagnético) 	<p>Utilizar tabelas de valores dos limites de sensibilidade do olho humano à luz (visão fotométrica) e à cor (visão cromática), em termos de frequência e comprimentos de onda. Informar os alunos que todas as radiações para baixo dos 400 nm (5×10^{14} Hz) pertencem à região das infravermelhas (IV) e para cima dos 700 nm ($7,5 \times 10^{14}$ Hz) pertencem à região das ultravioletas (UV). A frequência mínima é 3×10^{11} Hz (correspondente às ondas de rádio) e a máxima é 3×10^{16} Hz (correspondente à radiação gama).</p> <p>Explicar aos alunos que, por exemplo, a diferença de cor aceitável na pintura está próxima do limiar de percepção mínima e para distinguir as cores de frutos secos, está próximo do limiar de percepção máxima aceitável e que estas diferenças são fundamentais no controlo da qualidade dos materiais, na escolha de tintas para a pintura, na construção de imagens digitais, nos meios de comunicação, publicidade, estudo do efeito de ambientes (cores e materiais) em escolas, casas e hospitais, etc.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
3. COMO SE MEDE A LUZ E A COR? 3.1. Medidas quantitativas da luz 3.1.1. Intensidade Luminosa <div>Aspectos básicos da fotometria e da radiometria</div> 3.1.2. Espectroscopia	Distinguir entre fotometria e radiometria Identificar as unidades SI radiométricas de irradiância e intensidade radiante de uma fonte luminosa Identificar as unidades SI fotométricas de intensidade luminosa, fluxo luminoso e iluminância Reconhecer que a cor /espectros além de serem meios de reconhecimento e identificação de substâncias, também se utilizam para medição da luz emitida pelas fontes luminosas Conhecer as unidades fotométricas da luz Utilizar na prática, aparelhos de medida como os luxímetros e os fotómetros	Duração: 3 aulas T /P Uma vez abordada a luz e a cor (fenómenos físicos), a forma como se produzem e as suas características é importante que os alunos sintam a necessidade de as “medir”, uma vez que trabalham diariamente com aqueles nas suas actividades artísticas. Para isso, devem debater-se com os alunos princípios muito simples de fotometria (medida da radiação visível do espectro, isto é, desde dos 400 nm até aos 700 nm) e radiometria (medida da radiação electromagnética visível e não visível, isto é abrangendo toda a gama de frequências desde os 3×10^{11} Hz até aos 3×10^{16} Hz). Referir as unidades mais comuns em <u>radiometria</u> : o watt/m^2 (mede a irradiância de uma fonte) e n° de fotões/estereoradiano (mede a intensidade radiante de uma fonte), as quais aparecem com frequência nas características das fontes luminosas cromáticas. Na <u>fotometria</u> as unidades mais comuns são o <i>lúmen</i> (fluxo luminoso ou a quantidade de energia luminosa radiado em todas as direcções por uma fonte luminosa) e a candela (intensidade luminosa ou brilho de uma fonte luminosa também pode ser medida em lúmen - numa determinada direcção), as quais aparecem também com frequência nas características das fontes luminosas. Na fotometria tudo é relativo/aferido com a resposta espectral do olho humano. Opcional: Referir também a luminância ou iluminação que se exprime em lm/m^2 ou $\text{cd/m}^2 = \text{nit}$, unidade mais utilizada para medir o “brilho” de superfícies planas ou reflectoras, (como, por exemplo o ecrã dum computador). Poderá fazer-se uma actividade experimental opcional para medir o brilho ou intensidade luminosa (luz) de uma fonte de luz com um luxímetro, uma lâmpada e uma fita métrica, para verificar a diminuição daquelas grandezas com o inverso do quadrado da distância. Deve exemplificar-se a importância destas unidades na arte, na iluminação, na engenharia, na construção e decoração de edifícios, nos hospitais, na conservação preventiva em museus e galerias, etc. Relembrar que o comprimento de onda das ondas luminosas se mede em metro, a velocidade de propagação em m/s e a frequência em Hertz.

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>3.2. Medidas quantitativas da cor</p> <p>3.2.1. Tridimensionalidade cromática</p> <p>3.2.2. A cor da luz e a cor dos objectos: síntese aditiva e síntese subtractiva</p> <p>3.2.3. Diagramas cromáticos</p> <p>3.2.4. Tabelas de cor</p> <p>3.2.5. Sistemas de representação da cor</p>	<p>Identificar as características tridimensionais dos processos de medição da cor por esta depender da fonte, do objecto e do observador, simultaneamente</p> <p>Interpretar e classificar as cores no sistema de Munsell, no triângulo de Maxwell e no modelo CIE-L, a, b.</p> <p>Interpretar a cor da luz e dos objectos utilizando os processos de síntese aditiva e síntese subtractiva</p> <p>Conhecer os sistemas de representação das cores primárias, secundárias e complementares da luz (rgb) e dos objectos (cmyk)</p>	<p>Dado que as medições visuais da cor e seus atributos são subjectivas, são necessárias medições instrumentais, quantificadas da cor, com base nas características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Espectrais das fontes luminosas (quantificadas por gráficos energia relativa da luz versus comprimento de onda /iluminante). - Objecto (quantificadas por gráficos % de luz reflectida ou transmitida versus comprimento de onda - curva espectrofotométrica). - Observador (quantificadas por curvas de sensibilidade relativa do olho humano aos vários comprimentos de onda - luminosidade). <p>Por isso, é um processo de medição tridimensional, colorimetria tristimulus (três estímulos), que pode ser feito por diversos aparelhos - colorímetros e espectrofotómetros - e outros processos como o sistema de Munsell, no triângulo de Maxwell e no modelo CIE-L, a, b, onde L (branco-preto), a (verde-vermelho) e b (azul-amarelo), etc.</p> <p>Com base em conhecimentos adquiridos nos pontos anteriores e recorrendo a diapositivos e diagramas cromáticos, ilustrar a síntese aditiva e a síntese subtractiva, os conceitos de cores primárias, secundárias, complementares e contrastantes.</p> <p>Deixar os alunos analisar tabelas de cor, por ex., tipo Pantone.</p>

MÓDULO II – O som e acústica

As competências a desenvolver pelos alunos neste módulo devem estar relacionadas com:

- A produção de sons e propagação destes
- Os ambientes sonoros e propriedades acústicas dos materiais
- Poluição sonora
- O som como uma forma de percepção sonora específica associada à audição humana

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1. FONTES SONORAS. COMO SE PRODUZ O SOM? 1.1. Tipologia e caracterização das fontes sonoras <ul style="list-style-type: none"> - Os instrumentos musicais - A voz humana - Sons naturais - Sons harmónicos e sons complexos 1.2. Características e natureza do som	<p>Explicar o som como resultado de uma vibração mecânica</p> <p>Caracterizar as fontes sonoras</p> <p>Compreender o mecanismo da voz</p> <p>Descrever a anatomia e o mecanismo da fala</p> <p>Distinguir sons harmónicos e sons complexos (ruído)</p> <p>Compreender a natureza ondulatória do som</p>	<p>Duração: 4 aulas T e 2 aulas P</p> <p>Deixar os alunos produzir sons com diversos instrumentos musicais e outros objectos para compreenderem a origem mecânica da produção de sons. Apresentar os instrumentos musicais de uma orquestra e classificar de acordo com o modo como se gera o som: aerofones, membranofones, idiofones e cordofones. Questionar os alunos sobre a natureza da voz humana. Mostrar, com recurso a meios audiovisuais, o funcionamento das cordas vocais (sistema fonador).</p> <p>Caso não se tenha feito a abordagem da natureza ondulatória da luz, deverá fazer-se aqui a experiência com a tina de ondas e molas “slinky” para evidenciar o carácter ondulatório do som.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1.2.1. Propriedades das ondas sonoras	<p>Interpretar o mecanismo de propagação do som como uma onda longitudinal, proveniente de sucessivas rarefações e compressões do meio</p> <p>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</p> <p>Distinguir entre a natureza do som e a da luz</p>	<p>Fazer uma experiência com osciloscópio e microfones, para “ver e ouvir” a forma das ondas sonoras.</p> <p>Realizar uma experiência demonstrativa, com uma campânula de vácuo, uma campainha e uma lâmpada. Permitir a existência de um espaço de discussão e debate em que surjam diversas explicações. Partir deste espaço de debate de forma a levar os alunos a compreender que os meios de transmissão da comunicação através do som e da “luz” são de natureza diferente.</p>
<p>1.3. Medidas quantitativas do som</p> <p>1.3.1. O espectro sonoro</p>	<p>Identificar o espectro sonoro e localizar nele as frequências audíveis e não audíveis ao ouvido humano</p> <p>Distinguir os sons com base nas características das ondas sonoras e do auditor</p> <p>Relacionar a intensidade de uma onda sonora com a amplitude das vibrações que lhe deram origem</p> <p>Associar a frequência de uma onda sonora recebida pelo receptor à frequência da vibração que lhe deu origem</p>	<p>Mantendo o osciloscópio e o microfone e colocando um altifalante ligado a um gerador de sinais, levar os alunos a distinguir as diversas bandas de frequências que constituem o espectro sonoro.</p> <p>Observar ondas sonoras com diferentes amplitudes e intensidades e mostrar como a análise espectral do som pode servir para medir a sua intensidade.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1.3.2. Intensidade sonora e nível de intensidade sonora</p> <p>- Sonómetros</p> <p>- Poluição sonora</p> <p>2. COMO SE PROPAGA O SOM? (Propriedades acústicas dos materiais)</p> <p>2.1. Velocidade de propagação do som</p> <p>2.2. Propagação do som em sólidos, líquidos e gases</p>	<p>Distinguir entre intensidade sonora e nível de intensidade sonora</p> <p>Conhecer a unidade decibel</p> <p>Medir níveis de intensidade sonora com sonómetros</p> <p>Conhecer a legislação específica sobre poluição sonora</p> <p>Reconhecer que o som demora um certo tempo a percorrer uma determinada distância e que, consequentemente, lhe pode ser atribuída uma velocidade de propagação</p> <p>Definir velocidade de propagação do som</p> <p>Reconhecer que o som necessita de um meio de propagação (gases, líquidos e sólidos) e que se transmite com velocidade diferente em meios diferentes</p>	<p>Com recurso a um sonómetro e uma aparelhagem HI-FI (ou auscultadores), medir os níveis de intensidade sonora. Pedir também aos alunos para medirem os níveis de intensidade sonora de vários locais da escola e nos espaços envolventes desta e alertar para os efeitos da poluição sonora e importância do seu controlo. Consultar a legislação sobre poluição sonora em espaços públicos (Dec. -lei nº 292/2000 - Regime geral sobre a poluição sonora). Utilizar tabelas com valores do nível sonoro em diferentes ambientes e situações.</p> <p>Duração: 4 aulas T e 1 aula P</p> <p>Realizar uma experiência de propagação do som em diferentes meios permitindo a existência de um espaço de discussão e debate em que surjam diversas explicações. Partir deste espaço de debate para explicar a propagação do som nos diferentes meios físicos.</p> <p>Classificar materiais isoladores e condutores sonoros, de acordo com a percentagem de energia sonora que são capazes de absorver, reflectir ou transmitir e com o maior ou menor coeficiente de absorção acústica. Utilizar tabelas de coeficientes de absorção acústica de diferentes materiais e a sua importância quer no controlo da poluição, quer no controlo da qualidade das salas de espectáculo: vidros duplos, materiais que “abafam o som”, que absorvem, que reflectem, que conduzem e transmitem, que amplificam, etc.</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>2.3. Isoladores e condutores sonoros</p>	<p>Identificar isoladores e condutores sonoros</p> <p>Reconhecer que todos os materiais reflectem, transmitem e absorvem o som em percentagens diferentes</p> <p>Definir coeficiente de absorção acústica</p>	
<p>3. A AUDIÇÃO – COMO OUVIMOS?</p>		<p>Duração: 3 aulas T / P</p>
<p>3.1. Anatomia e funcionamento do ouvido humano</p> <p>3.1.1. Aspectos físicos</p>	<p>Descrever a anatomia do ouvido e o mecanismo de audição</p>	<p>Com recurso a um modelo do ouvido e a meios audiovisuais mostrar a constituição e funcionamento do aparelho auditivo.</p>
<p>- Reflexão, refacção, difracção e interferência das ondas sonoras</p>	<p>Reconhecer a reflexão e as leis de reflexão nas ondas sonoras</p> <p>Explicar o eco através da reflexão</p> <p>Descrever a refacção, a difracção, a interferência das ondas sonoras</p>	<p>Realizar com os alunos uma sessão de investigação, sobre a reflexão, difracção, interferência e ressonância e reverberação de sons e debater a importância destes fenómenos no dia-a-dia</p>

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<ul style="list-style-type: none"> - Ressonância e reverberação - Efeito de Doppler 	<p>Compreender o efeito de ressonância das ondas sonoras</p> <p>Compreender o efeito de reverberação das ondas sonoras</p> <p>Descrever o efeito de Doppler</p> <p>Identificar o efeito de Doppler em diferentes situações do quotidiano</p>	<p>Com recurso a animações explicar o efeito de Doppler.</p>
<p>3.1.2. Aspectos psicofísicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variáveis psicofísicas ou atributos do som – altura, intensidade e timbre - Limiares da sensibilidade/discriminação - Estereofonia 	<p>Definir os atributos do som: altura, intensidade e timbre</p> <p>Indicar os limites mínimos e máximos de audibilidade tendo em conta possíveis danos fisiológicos</p> <p>Caracterizar a audição estereofónica</p>	<p>Retomando a experiência proposta nas sugestões metodológicas relativas ao ponto 1.2.1. e, mantendo o osciloscópio e o microfone, colocar um altifalante ligado a um gerador de sinais, para levar os alunos a distinguir os atributos do som – sons graves e agudos, fortes e fracos. Utilizar diferentes instrumentos musicais para distinguir o timbre.</p> <p>Com recurso a meios audiovisuais, comparar o espectro audível do homem com os de diferentes animais.</p> <p>Realizar uma experiência com os alunos para perceberem a importância de ter dois ouvidos.</p>

MÓDULO III – A comunicação e as imagens digitais

As competências a desenvolver pelos alunos neste módulo devem estar relacionadas com:

- O papel da imagem e do som nos meios de comunicação
- Os princípios básicos da digitalização
- Tipos de *displays* de imagens

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>1. O QUE É A COMUNICAÇÃO?</p> <p>1.1. O que é um sinal?</p> <p>Emissor, meio de propagação e receptor de sinais</p> <p>1.2. Meios de comunicação</p>	<p>Identificar um sinal como uma perturbação de qualquer espécie que é usada para comunicar (transmitir) uma mensagem ou parte dela</p> <p>Identificar diferentes tipos de sinais</p> <p>Identificar os princípios físicos e os processos inerentes aos diversos meios de comunicação</p>	<p>Duração: 2 aulas T / P</p> <p>Os professores devem iniciar este tema referindo que para comunicar é necessário um emissor, um receptor e um meio de propagação de um sinal, sintetizando os conceitos introduzidos até aqui, sobre luz e som e aplicações em diversos contextos da comunicação. Abordar com os alunos os diversos meios e sistemas de comunicação identificando os princípios físicos e os processos inerentes a cada um. Deste espaço de debate levar os alunos a concluir que os princípios do electromagnetismo e da electrónica estão presentes na maioria das tecnologias de comunicação e que a moderna tecnologia tornou possível manipular sinais multi-dimensionais, para obtenção de imagens digitais, com sistemas que vão desde simples circuitos eléctricos e electrónicos (digitais) até avançados computadores. Esta manipulação de sinais compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtenção e o processamento de imagens (imagem <i>in</i>-imagem <i>out</i>) ▪ Análise de imagens (imagem <i>in</i> - medida <i>out</i>) ▪ Compreensão da imagem (imagem <i>in</i> - alto nível de descrição <i>out</i>)

TEMAS / CONTEÚDOS	OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
<p>2. O QUE É UMA IMAGEM DIGITAL?</p> <p>2.1. Imagens analógicas e digitais</p>	<p>Distinguir sistemas analógicos de sistemas digitais</p>	<p>Duração: 2 aulas T/P</p> <p>Utilizando meios audiovisuais, iniciar este tema referindo a importância da gravação e transmissão das imagens luminosas e do som nos diversos aparelhos de uso doméstico, nos <i>media</i> e nos espectáculos e que por exemplo, um gravador e uma cassete (áudio, VHS, etc.) são sistemas electrónicos analógicos e um CD, um aparelho de leitura CD e um computador são sistemas electrónicos digitais.</p> <p>Um sistema de alta-fidelidade ou um aparelho de televisão são exemplos muito completos para analisar os diversos componentes dum sistema de comunicação e fazer a distinção entre os sistemas analógicos e digitais. Uma introdução simples ao processamento da digitalização de imagens analógicas em duas dimensões (2D), (x-y). - A transformação do sinal ondulatório contínuo num sinal binário descontínuo codificado. Sugere-se uma visita de estudo a um estúdio de gravação com processos analógico e digital.</p>
<p>3. TIPOS DE <i>DISPLAYS</i></p> <p>3.1. Tubo de raios catódicos (CRT), monitor de cristais líquidos (LCD), de matriz activa e de matriz passiva e monitor de plasma (GPD)</p>	<p>Identificar os principais tipos de monitores utilizados nos meios de comunicação (CRT, LCD e GPD)</p> <p>Distinguir os vários tipos de monitores de acordo com as suas características: tamanho, resolução, <i>dot pitch</i>, taxa de actualização, profundidade de cor, consumo de energia</p>	<p>Duração: 2 aulas T/P</p> <p>Com recurso a diapositivos ou meios audiovisuais, exemplificar os princípios de funcionamento dos vários tipos de <i>displays</i>: cristais líquidos, plasma, tubos <i>vidicom</i>, etc. Descrever os critérios inerentes à escolha de um monitor designadamente: tamanho, resolução, <i>dot pitch</i>, taxa de actualização, profundidade de cor, consumo de energia. Elaborar um mapa comparativo com os alunos recorrendo a fichas técnicas de diversos <i>displays</i> e a artigos de revistas de informática.</p>

4. FONTES

4.1.BIBLIOGRAFIA GERAL DE FÍSICA

Essencial (os livros, indicados nesta secção, abordam conceitos gerais de Física em todas as áreas dos programas e destinam-se essencialmente aos professores).

BENSON, H. (1996). *University Physics*. NY: John Wiley & Sons, Inc., USA.

Livro base, em língua inglesa, de nível secundário, com uma abordagem da Física muito clara, exercícios resolvidos, sobre todas as áreas deste programa.

BLOOMFIELD, L.A. (2004). *How Things Work: The Physics of Everyday Life*. 2nd Edition, NY: John Willey & Sons.

Uma excelente e simplificada abordagem dos princípios físicos que explicam o funcionamento e os componentes de gravadores de som, leitores de som e imagem, DVDs e CDs, fotografia, películas fotográficas, fibras ópticas, fotocopiadoras xerox a preto e branco, laser e a cores, etc.

BREITHAUPT, J. (1983). *Understanding Physics*. London : Stanley Thornes Publishers, LTD. UK.

Um livro base de Física, de nível secundário e 3º ciclo do ensino básico, com actividades experimentais muito simples e originais.

BUTTLIN, C.; MAYBANK, M. (1997). *Supported Learning in Physics Project*. London: Heinemann. G.B.

Projecto de nível secundário, com variadíssimas actividades experimentais no domínio do som e da música, da luz, etc.

CARVALHO, R. (1995). *A Física no dia-a-dia*. Lisboa: Relógio d'Água.

Um livro intitulado “Física para o Povo”, que dispensa comentários, extremamente importante para os alunos.

GIBBS, K. (1988). *Advanced Physics*. Cambridge: Cambridge University Press, UK.

Um livro base de Física, de nível secundário, com actividades experimentais muito simples e originais e exemplos de questões teórico-práticas.

HECHT, E. (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Tradução de José Manuel Rebordão de um excelente livro sobre óptica, que pode ser utilizado quer por alunos, quer por professores, pois é constituído com abordagens matemáticas e não matemáticas. Livro de base.

JONG, E.; ARMITAGE, F.; BROWN, M.; BUTTLER, P.; HAYES, J. (1992). *Heinemann Physics in Context: One and Two*. Melbourne: Heinemann Educational Australia.

Uma excelente abordagem de conceitos físicos básicos do som, sob o ponto de vista analógico, numa perspectiva prática, não matematizada, e também sobre música, espaços de audição, microfones e altifalantes e todos os fenómenos acústicos ligados ao som.

MILLAR, R. (1990). *Understanding Physics*. London: Collins Educational.

Um livro base de Física, a nível do 3º ciclo do ensino básico, para os alunos, apesar de escrito em inglês.

YOUNG, D. H.; FRIEDMAN, R. A. (1998). *University Physics*. 9th edition, NY: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Livro base, em língua inglesa, de nível secundário, com uma abordagem da Física muito clara, exercícios resolvidos, sobre todas as áreas deste programa, muito semelhante a Benson, H. (1996).

YOUNG, D. H.; FRIEDMAN, R. A. (2003). *Física*. Vol. 1, São Paulo: Addison-Wesley.

Livro base, em língua inglesa, de nível secundário, com uma abordagem da Física muito clara, exercícios resolvidos, sobre todas as áreas deste programa, muito semelhante a Benson, H.(1996).

4.2. BIBLIOGRAFIA GERAL DE QUÍMICA

Essencial (os livros, indicados nesta secção, abordam conceitos gerais de Química em todas as áreas dos programas e destinam-se essencialmente aos professores).

CHANG, R. (1994). *Química*. 5ª Edição, NY: McGraw-Hill.

Livro de química geral para o ensino universitário aborda várias temáticas da química desde estrutura atómica, ligação química, reactividade, termodinâmica e cinética, etc.

ROGER, D.; GOODE, S.; MERCER, E. (1997). *Química: Princípios e Aplicações*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Livro de química geral para o ensino universitário foca as várias temáticas da química apresentando numerosos exemplos concretos e problemas resolvidos.

SIMÕES, J. A. M.; CASTANHO, M. A. R. B.; LAMPREIA, I. M. S.; SANTOS, F. J. V.; CASTRO, C. A. N.; NOBERTO, M. F.; PAMPLONA, M. T.; MIRA, L.; MEIRELES, M. M. (2000). *Guia do Laboratório de Química e Bioquímica*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas.

Livro que, tal como o nome indica, é um guia de laboratório com informações sobre regras de segurança de laboratórios, preparação de relatórios e tratamento de resultados.

Secundária (que serviu de apoio à elaboração do programa)

ATKINS, P. W.; BERAN, J. A. (1992). *General Chemistry*. 2nd Edition, NY: Scientific American Books.

Livro de química geral para o ensino universitário aborda de forma transversal várias temáticas da química desde estrutura atómica, ligação química, reactividade, termodinâmica e cinética, etc. Possui em cada capítulo problemas resolvidos que ajudam na sistematização da resolução dos mesmos.

JONES, L.; ATKINS, P. W. (1999). *Chemistry: Molecules, Matter and Change*. NY: Macmillan.

Livro de química geral para o ensino universitário aborda de forma transversal várias temáticas da química desde estrutura atómica, ligação química, reactividade, termodinâmica e cinética,

etc. Possui em cada capítulo problemas resolvidos que ajudam na sistematização da resolução dos mesmos.

SELINGER, B. (1998). *Chemistry in the Marketplace*, 5th Edition, NY: Harcourt Brace & Company.

Explica e explora a química por detrás dos objectos do dia-a-dia (no quarto, na cozinha, no supermercado, no jardim, no automóvel, etc.). Escrito numa linguagem fácil mas cientificamente rigorosa é um livro de referência sobre as aplicações da química.

ZUMDAHL, S. S. (2002). *Chemical Principles*. 4th Edition, London: Houghton Mifflin.

Livro de química geral para o ensino universitário, é um bom manual de química possuindo um largo conjunto de problemas resolvidos.

4.3. BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

MÓDULO I - A Luz e a Cor

FRANÇOIS, B.; DELAMARE, G. (2000). *Colors: The Story of Dyes and Pigments*. London: Harry N Abrams Pubs.

Livro de divulgação, muito interessante e com inúmeras ilustrações, apresenta uma história da utilização de pigmentos e corantes desde a pré-história até ao século XX.

LYNCH, D. K.; LIVINGSTON, W. (2001). *Color and Light In Nature*. 2nd Edition, Cambridge: Cambridge University Press.

Este livro de divulgação descreve a física dos fenómenos naturais que envolvem a luz e a cor (sombras, cor do céu, nuvens, miragens, arco-íris, etc.)

NASSAU, K. (1983). *The Physics and Chemistry of Color: The Fifteen Causes of Color*. NY: John Wiley & Sons Inc.

Este livro apresenta e discute de uma forma muito organizada as causas da cor como por exemplo, incandescência, fluorescência, fosforescência, etc. É um excelente livro para os professores.

SCHAFFER, J. P.; SAXENA, A.; ANTOLOVICH, S. D.; SANDERS, Jr, T. H.; WARNER, S. B. (1999). *The Science and Design of Engineering Materials*. 2nd Ed. , Wcb: Mcgraw-Hill. (Part III - Properties, Cap. 11, §11.5 a §11.7, 494-517).

Livro introdutório sobre ciência e engenharia de materiais apresenta de forma integrada as propriedades, aplicações e desenvolvimento dos materiais.

TILLEY, R. J. D. (1999). *Colour and Optical Properties of Materials: An Exploration of the Relationship Between Light, the Optical Properties of Materials and Colour*. NY: John Wiley & Sons Inc.

Este livro aborda a cor nas suas várias vertentes possibilitando aos alunos obter uma sólida formação científica sobre o assunto.

WILLIAMSON, S. J.; CUMMINS, H. Z. (1983). *Light and Color in Nature and Art*. NY: John Wiley & Sons Inc.

Explora e explica os fenómenos mais comuns na natureza e na arte, sem grande formalismo matemático, evidenciando os aspectos físicos e fisiológicos. Cobre o efeito da mistura de cores, a natureza atômica e molecular, lentes e muitos outros tópicos.

WALDMAN, G. (2002). *Introduction to Light: The Physics of Light, Vision, and Color*. London: Dover Publications.

Escrito para alunos universitários de cursos artísticos, sem formalismo matemático, está dividido em 4 partes. A primeira discute a natureza da luz e da cor, a segunda os aspectos ópticos e geométricos, a terceira a visão e a quarta a cor na natureza e a ciência da cor.

WHITE, M. A. (1999). *Properties of Materials*. Oxford: Oxford University Press, Inc. (Part II - Color and other Optical Properties of Matter, Cap. 2, 4 e 5, 11-31 e 48-89).

Este livro apresenta uma revisão abrangente e introdutória sobre as propriedades dos materiais. Usa uma abordagem atômica e molecular para introduzir os princípios básicos de ciência de materiais na perspectiva das várias propriedades. Apresenta ainda tutoriais únicos que permitem aplicar os princípios estudados para perceber os princípios físicos e químicos que sustentam importantes avanços tecnológicos com aplicação na formação dos alunos de artes.

MÓDULO II - O som e a acústica

SKELDING, R. ; BETHEL, M. (1996). *Physics, Jazz & Pop*. Col. Supported Learning In Physics Project., London: Heinemann Educational Publishers.

Projecto com variadíssimas actividades experimentais no domínio do som e da música, de nível secundário.

BERG, R. E. ; STORK, D.G. (2004). *The Physics of Sound*. 3rd Edition, NY: Prentice Hall.

Um livro com uma abordagem de nível secundário, com os principais princípios físicos sobre ondas sonoras, sons e música, não muito matematizado, mais teórico do que sugerindo aplicações práticas.

MÓDULO III – A Comunicação e as Imagens Digitais

BLOOMFIELD, L.A. (2004). *How Things Work: The Physics of Everyday Life*. 2nd Edition, NY: John Willey & Sons.

Uma excelente e simplificada abordagem dos princípios físicos que explicam o funcionamento e os componentes de gravadores de som, leitores de som e imagem, DVDs e CDs, fotografia, películas fotográficas, fibras ópticas, fotocopiadoras xerox a preto e branco, laser e a cores, etc.

4.4. WEBOGRAFIA ESPECÍFICA

MÓDULO I - A Luz e a cor

Sobre luz e fontes de luz

<http://www.zephyrus.co.uk/lightfacts.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://search.msn.com.br/> (acedido em Janeiro de 2005). Utilizar o pesquisador “What is light?”= O que é a luz.

<http://encarta.msn.com.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://search.msn.com/> (acedido Janeiro de 2005)

<http://www.oceanoptics.com/products/lightsources.asp> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.mywebsearch.com/jsp/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://computer.howstuffworks.com/search.php> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://micro.magnet.fsu.edu/optics/index.html> (acedido em Janeiro de 2005)

[http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/opt/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/home.rxml) (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.lightandmatter.com/> (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.Thetech.org/exhibits_events/online/color/ (acedido em Janeiro de 2005)

<http://csep10.phys.utk.edu/astr162/lect/index.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://webexhibits.org/causesofcolor/index.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.handprint.com/HP/WCL/wcolor.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://webvision.med.utah.edu/> (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/lightcolor/ (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/chemistry/atomic/ (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.learn.londonmet.ac.uk/> (acedido em Janeiro de 2005). Utilizar os pesquisadores “Packages”/ “Synthlight”.

<http://www.cox-internet.com/ast305/color.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.olympusmicro.com/primer/lightandcolor/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://electro.sau.edu/Homepage/SLResources.html> (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.colorado.edu/physics/2000/waves_particles/wavpart4.html (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.colorado.edu/physics/2000/waves_particles/ (acedido em Janeiro de 2005)

<http://imagers.gsfc.nasa.gov/ems/ems.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/emWave/emWave.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa/> (acedido em Janeiro de 2005)

http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/known_l1/emspectrum.html (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.upf.edu/bib/english/ccaa/ccaa.htm> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://home.howstuffworks.com/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://howthingswork.virginia.edu/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.short-distance.com> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.audiopack.com/bluetooth.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.calling-plans.com/opex/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Radio> (acedido em Janeiro de 2005)

Sobre Medição da luz e da cor

<http://www.optics.arizona.edu/Palmer/rpfaq/rpfaq.htm> (acedido em Janeiro de 2005). Princípios simples de radiometria e fotometria.

<http://www.specialchem4coatings.com/tc/color/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.thefreedictionary.com/illuminant> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.lovibond.com/index02.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.wpi.edu/Academics/Depts/HUA/TT/TTHandbook/lighting/basicdesign.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://search.msn.com/> (acedido em Janeiro de 2005). Utilizar os pesquisadores “Lux” e “Unidades de luz”.

www.uv.es/vista/vistavalencia/software/software.html (acedido em Janeiro de 2005)

[COLORLAB: Color Science in Matlab](#) (acedido em Janeiro de 2005) Excelente abordagem das cores no espaço tridimensional (triestímulos) do diagrama cromático de qualquer cor básica... uma série de comprimentos de onda (no CIE XYZ diagrama cromático e como medir a cor e os defeitos cromáticos da visão).

MÓDULO II - O som e a acústica

<http://www.physicsclassroom.com/Class/sound/soundtoc.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://library.thinkquest.org/19537/Physics2.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.kettering.edu/~drussell/Demos.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.safetyline.wa.gov.au/institute/level2/course18/lecture53/index.asp> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/index.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://electro.sau.edu/Homepage/SLResources.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.physicsclassroom.com/Class/sound/soundtoc.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.phys.unsw.edu.au/music/basics.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://electronics.howstuffworks.com/speaker.htm> (acedido em Janeiro de 2005)

MÓDULO III – A comunicação e as imagens digitais

<http://portal.acm.org/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://home.howstuffworks.com/> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.msp.umb.edu/LocHistoryTemplates/MSPImages.html> (acedido em Janeiro de 2005).

Função da imagem na pintura e fotografia.

http://dmoz.org/Science/Educational_Resources/ (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.astr.ua.edu/keel/techniques/eye.html> (acedido em Janeiro de 2005)

http://landsat.gsfc.nasa.gov/education/compositor/compositor_pf.pdf (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.microscopy.fsu.edu/primer/digitalimaging/digitalimagebasics.html> (acedido em Janeiro de 2005)

www.amol.org.au/capture/course/glossary.html (acedido em Janeiro de 2005)

www.geology.usgs.gov/tools/metadata/standard/glossary.html (acedido em Janeiro de 2005)

http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_image (acedido em Janeiro de 2005)

Para professores

[Teachers Teaching Teachers](#) (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.ed.gov/Technology/Futures/honey.html> (acedido em Janeiro de 2005)

www.princetonol.com/groups/iad/lessons/middle/arted.htm (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.princetonol.com/groups/iad/links/artgames.html> (acedido em Janeiro de 2005)

OPCIONAL sobre Electricidade e Electromagnetismo

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/conins.html> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.scienceproject.com/projects/intro/elementary/EE001.asp> (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.icteachers.co.uk/children/sats/conductors.htm> (acedido em Janeiro de 2005)

[Http://ed.org/EducationResources/HighSchool/Electricity/conductorsinsulators.htm](http://ed.org/EducationResources/HighSchool/Electricity/conductorsinsulators.htm) (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.angelfire.com/scifi/dschlott/coninsulab.html> (acedido em Janeiro de 2005). Experiência recomendada.

http://www.reprise.com/host/electricity/conductors_notes.asp (acedido em Janeiro de 2005)

http://www.allaboutcircuits.com/vol_6/chpt_2/9.html (acedido em Janeiro de 2005)

http://public.juniata.edu/physicsdemos/elec_induction.htm (acedido em Janeiro de 2005)

<http://www.infoplease.com/ce6/sci/A0816998.html> (acedido em Janeiro de 2005)

http://spazioinwind.libero.it/gabinetto_di_fisica/elmag/electromagnetismca.htm (acedido em Janeiro de 2005)