



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências

Desenvolvimento de Conceitos sobre Luz ao Nível do Ensino Secundário

Susana Isabel da Cruz Breda

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em
**Ensino de Física e Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no
Ensino Secundário**
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Amoreira
Co-orientador: Prof.^a Doutora Lurdes Ciríaco

Covilhã, Junho de 2013

Agradecimentos

A atividade desenvolvida no âmbito do Estágio Pedagógico na Escola Secundária com 3.º Ciclo do Fundão, não pode considerar-se um trabalho isolado. Efetivamente, ele beneficiou de inúmeras ajudas e sugestões. Justifica-se, por isso, que apresente os meus agradecimentos a todos quantos me deram a sua colaboração e estímulo, sem a qual não teria sido possível realizar esta etapa da minha formação profissional.

Deste modo agradeço sentidamente:

À Mestre Cristina Guedes, minha orientadora pedagógica, por todos os ensinamentos e numerosos encorajamentos, bem como pela amizade, rigor e competência com que coordenou as atividades do Estágio.

Ao Doutor José Amoreira e à Doutora Lurdes Ciríaco, Orientadores Científicos da Universidade da Beira Interior, pelas observações pertinentes e sugestões apresentadas.

Aos colegas estagiários António Silva, Anabela Antunes, Maria Alice Diogo, Maria João Martins, Margarida Loureço e Sónia Costa, pela amizade, colaboração e estímulo permanentes.

À Direção da Escola, todo o Corpo Docente e aos funcionários, de que sempre recebi provas de amizade e colaboração.

Aos alunos com os quais também aprendi e com quem me deu tanto prazer trabalhar.

Finalmente à minha família que, diariamente, me ajudam a ultrapassar as dificuldades com a sua força e incentivo, tornando esta fase da minha vida mais agradável e sustentável.

Resumo

O Relatório de Estágio apresenta-se como o passo final do Estágio Pedagógico englobado no Mestrado em Ensino da Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Pretende integrar uma pesquisa sob um tema lecionado e a descrição de todas as atividades desenvolvidas pelo Professor Estagiário e intervenções na comunidade escolar em que participou, bem como sua reflexão sobre elas.

Este Relatório de Estágio é composto por cinco capítulos, referências bibliográficas e anexos.

Na Introdução é apresentada uma reflexão sobre a prática educativa, referidos alguns objetivos do estágio e o conteúdo de cada capítulo.

O trabalho de pesquisa efetuado na preparação das aulas referentes ao tema “Luz e Fontes de luz” lecionado no âmbito da disciplina de Física e Química do Curso Profissional de Técnicos de Análise Laboratorial é apresentado detalhadamente no Capítulo 1.

No capítulo 2, são relatadas de forma sucinta todas as atividades curriculares desenvolvidas no decorrer do ano letivo 2012/2013. São descritos os domínios lecionados, sua planificação, estratégias desenvolvidas, material didático elaborado e reflexão sobre as atividades pedagógicas.

As atividades desenvolvidas na componente de enriquecimento e complemento curricular são descritas no Capítulo 3.

Por fim, apresenta-se a Conclusão na qual se reflete sobre o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio pedagógico e implicações para atividades futuras.

Palavras-chave

Estágio Pedagógico, Ensino de Física, Ensino de Química, Luz, Ótica, conceções alternativas.

Abstract

This Training Report is presented as the final step of the supervised teaching practice encompassed in the Master in Teaching of Physics and Chemistry in the 3rd Cycle of Primary Education and Secondary Education. It aims to integrate a description of all the activities developed by the Trainee Teacher and interventions in the school community in which she has participated, as well as her reflection about them.

This Report has five chapters, bibliographic references and annexes.

In the Introduction a reflection on the educational practice is presented. Some training objectives and the content of each chapter are also referred to.

The research work carried out in preparing the classes on "Light and Light Sources" taught within the discipline of Physical Chemistry on a Professional Course of Technics of Laboratorial Analysis is presented in detail in Chapter 1.

In Chapter 2, are reported in summary form all curricular activities developed in the course of the school year 2012/2013. It also describes the domains taught, their planning, used strategies, educational material developed and reflection on the pedagogical activities.

The activities developed in the enrichment and extra-curricular component are described in Chapter 3

Finally, the Conclusion chapter presents a reflection concerning the work developed during the teaching practice and implications for future activities

Keywords

Teacher training, Physics at the High School, Chemistry at the High School, Light, optic, conceptual understanding.

Índice

Lista de Figuras	Xi
Lista de Tabelas	Xiii
Lista de Acrónimos	XV
Introdução	1
Capítulo 1 - Desenvolvimento do conceito de luz: evolução histórica, leis fundamentais da ótica, concepções alternativas e metodologias	5
1.1 Evolução histórica do conceito de luz	5
1.2 Leis fundamentais da ótica	11
1.2.1 Constância da velocidade e propagação da luz no vázio	11
1.2.2 Velocidade de propagação da luz e índice de refração de meios transparentes	11
1.2.3 Ondas eletromagnéticas	12
1.2.4 Princípio da propagação retilínea da luz	12
1.2.5 Reflexão e refração	13
1.2.6 Dispersão	14
1.2.7 Difração e interferência	15
1.2.8 Polarização	16
1.3 Origem microscópica da luz	18
1.3.1 Emissão de radiação por átomos e moléculas	18
1.3.2 Absorção de radiação por átomos e moléculas	18
1.3.3 Estados estacionários	18
1.4 Ensino de conceitos relacionados com luz no nível secundário	20
1.5 Concepções alternativas e metodologias	29
1.5.1 Concepções alternativas e metodologias em conceitos relacionados com natureza da luz e ótica geométrica	31
Capítulo 2 - Atividades Curriculares	35
2.1 Física e Química (Curso Profissional de Nível Secundário)	35
2.1.1 Luz e Fontes de Luz.	35
2.1.2 Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo.	51
2.2 Análise Química (Curso Profissional de Nível Secundário)	66
2.2.1 Relatório do Teste Diagnóstico	66
2.2.2 Fichas de Segurança de Compostos Químicos	66
2.3 Ciências Naturais e Físico-químicas 9.º Ano	67
2.3.1 Movimentos e Forças	67
2.3.2 Ligação Química e Compostos de Carbono	69
Capítulo 3 - Atividades de Enriquecimento e Complemento Curricular	71
3.1 Planificação e organização de atividades	71

3.1.1 Dia Comemorativo da Semana da Ciência e Tecnologia	71
3.1.2 Palestra “Métodos de Análise de Água, Solo, Folhas e Qualidade do Ar”	72
3.1.3 Palestra “Da Indústria Farmacêutica à Investigação - a realidade do Técnico de Análise Laboratorial”	73
3.1.4 Visita de Estudo ao Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental	74
3.1.5 Visita de Estudo à RENOVA	74
3.2 Publicações no Jornal Escolar “Olho Vivo”	76
3.3 Colaboração em atividades	76
3.3.1 Exposição “A Física no dia-a-dia”	76
3.3.2 Fórum Fundão Educa	77
3.4 Assessoria prestada ao Diretor de Turma	77
Conclusão	79
Referências Bibliográficas	81
Anexos	
Anexo 1 - Caracterização da Escola	I
Anexo 2 - Caracterização da turma PTAL12	VII
Anexo 3 - Relatório do teste diagnóstico da disciplina de Análise Química	IX
Anexo 4 - Ficha de Segurança de Compostos Químicos	XV
Anexo 5 - Caracterização da turma 9.º	XVII

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Refração.

Figura 1.2 - Refração explicada pela teoria ondulatória.

Figura 1.3 - Representação esquemática da experiência das duas fendas de Young.

Figura 1.4 - Representação de uma onda eletromagnética.

Figura 1.5 - Efeito fotoelétrico: a) Um raio de luz ($h\nu$) incide sobre a superfície de um metal. Parte da energia incidente é absorvida pelo metal para ejetar o elétron e a restante é usada pelo elétron como energia cinética T . b) A energia cinética dos elétrons ejetados, varia linearmente com a frequência da luz incidente, ν .

Figura 1.6 - Efeito de Compton. Um raio X (fotão) colide com um elétron, dando origem a um raio X com uma frequência menor e desviando o elétron da sua trajetória.

Figura 1.7 - Modelo da partícula/relógio em fase com a onda de propagação.

Figura 1.8 - Espectro eletromagnético.

Figura 1.9 - Composição do espectro da luz visível em comprimentos de onda.

Figura 1.10- Reflexão e refração da luz na superfície de contato de dois meios homogêneos.

Figura 1.11 - Representação da variação dos raios incidente, refletido e refratado no caso de a luz passar de um meio com índice de refração maior para um com índice de refração menor.

Figura 1.12 - Representação da propagação de ondas planas através de um orifício com dimensão pontual.

Figura 1.13 - Representação da propagação de ondas planas através de orifícios, a), e obstáculos, b), com dimensão da ordem de grandeza do comprimento de onda (λ), e, c), através de fendas com dimensão (d) superior ao comprimento de onda ($d \gg \lambda$).

Figura 1.14 - Representação de luz não polarizada: um raio de luz propaga-se na direção horizontal e várias vibrações ocorrem em direções transversais. As vibrações, representadas por setas duplas, mostram o campo elétrico associado às ondas de luz.

Figura 1.15 - Representação de uma onda polarizada por absorção.

Figura 1.16 - Polarização por reflexão.

Figura 1.17 - Excitação por absorção de radiação

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Sugestões de estratégias a desenvolver para aquisição de competências no domínio do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes.

Tabela 1.2 - Planificação do módulo “Luz e fontes de luz”.

Tabela 2.1 - Planificação do módulo “Reações Químicas e Equilíbrio Homogéneo”.

Tabela 2.2 - Planificação do subdomínio “Movimentos e Forças”.

Tabela 2.3 - Planificação do subdomínio “Ligação Química e Compostos de Carbono”.

Lista de Acrónimos

DEB-ME	Departamento de Ensino Básico do Ministério da Educação
DES-ME	Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação
DGFV-ME	Direção Geral de Formação Vocacional do Ministério da Educação
DGIDC-ME	Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular do Ministério da Educação
MAEB	Metas de Aprendizagem para o Ensino Básico
PTAL12	Turma do 10.º ano do curso Profissional de Técnico de Análise Laboratorial
PTAS11	Turma do 11.º ano do curso Profissional de Técnico Auxiliar de Saúde
UBI	Universidade da Beira Interior
LABMIA	Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental

Introdução

O Estágio Pedagógico no âmbito do curso de Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Universidade da Beira Interior, visa o desenvolvimento das competências científicas e a aquisição das necessárias competências educativas e pedagógico-didáticas para o adequado exercício da docência, em regime de orientação pedagógica e científica.

As práticas de supervisão em contexto escolar baseiam-se no estudo de situações reais e recorrem à observação para analisar padrões no comportamento em sala de aula e melhorar o ensino através da reflexão e ação sobre a prática, centradas na resolução de problemas concretos, implicando uma colaboração estreita entre os observadores e o observado (Alarcão, 2002; Sá-Chaves, 2001; Cockburn, 2005). O processo de avaliação de desempenho do docente é ainda reforçado através de informações provenientes de planos de aula, discussões realizadas nas reuniões pós-observação, trabalho e desempenho dos alunos, materiais didáticos desenvolvidos pelo docente estagiário e documentos de autoavaliação (Peterson, *et al.*, 1998; Sá-Chaves, 2001).

Os docentes deverão *“refletir sobre a sua prática docente de forma sistemática; efetuar estudos ou investigação com base na sua prática docente; integrar na sua prática docente os resultados dos estudos realizados, tanto de carácter académico como baseados na prática docente; avaliar a eficácia das suas estratégias de ensino e modificá-las em conformidade; e realizar uma avaliação das suas próprias necessidades de formação”* (Comissão Europeia, 2007, p.14). Desta forma, a formação de professores pode ser entendida como um instrumento de inovação, onde se aprende a mudar. A formação pela investigação é o eixo metodológico que procura ir ao encontro e dar resposta ao crescimento profissional dos professores, que cada vez mais têm de se assumir como produtores da sua própria formação, chamando a si a responsabilidade de investigação, ou seja, devem de ser investigadores do seu próprio ensino (Cachapuz, *et al.*, 2002).

A pesquisa é um modo de descrever a investigação dos professores nos seus ambientes de ensino e aprendizagem e implica o sentido de descoberta, a curiosidade e uma abertura à exploração de diferentes aspetos observados na sala de aula. Embora nem sempre façam investigação formalizada, os professores avaliam e modificam constantemente as suas ações e os seus comportamentos de forma a tornar a aprendizagem dos alunos mais significativa, tendo a responsabilidade de os motivar, fomentando o desenvolvimento pessoal e social dos jovens num contexto. A pesquisa valida o trabalho de sala de aula do professor e considera importante a interação professor aluno como fonte de informação da aprendizagem e do ensino (Serrazina & Oliveira, 2002).

Introdução

“Ensinar é mais que uma arte. É uma procura constante com o objetivo de criar condições para que aconteçam as aprendizagens” (Oliveira & Serrazina, 2002, pp.7).

No presente trabalho relatam-se as atividades desenvolvidas pela proponente, ao longo do ano letivo de 2012/2013, no Agrupamento de Escolas do Fundão, cuja caracterização se encontra no Anexo 1. Esta instituição acolheu dois núcleos de estágio, que trabalharam em conjunto na implementação e desenvolvimento de atividades realizadas para a comunidade escolar. Contudo, na prática do ensino supervisionado, cada núcleo trabalhou independentemente. O núcleo de estágio da autora deste relatório contempla dois estagiários (a própria e António Silva), tendo como Orientadora Pedagógica a Professora Cristina Guedes e Orientadores Científicos o Doutor José Amoreira, do Departamento de Física e a Doutora Lurdes Ciríaco, do Departamento de Química, ambos docentes e investigadores da Universidade da Beira Interior.

Foram desenvolvidas atividades curriculares na disciplina de Ciências Físico-químicas do Ensino Básico sob o Tema Organizador “Viver Melhor na Terra” (9.º ano), e nas disciplinas de Física e Química e Análise Química do Curso Profissional de Nível Secundário, de acordo com as Metas de Aprendizagem estipuladas para cada um dos níveis de ensino pelo Ministério da Educação. Para cada domínio lecionado foi realizada, pela proponente, uma revisão científica dos conteúdos a abordar, de forma a manter-se atualizada, quer em relação a avanços científicos, quer em relação a avanços pedagógicos e estratégias de ensino de forma a possibilitar aos seus alunos não só a aprendizagem de conhecimentos científicos mas também, o desenvolvimento de competências necessárias para enfrentar e resolver os problemas com que serão confrontados ao longo da sua vida profissional, social e pessoal. Posteriormente à pesquisa e estudo aprofundado dos conteúdos a lecionar e da consciencialização das conceções alternativas mais comuns em cada domínio, foi elaborada a planificação dos conteúdos e objetivos de aprendizagem, a elaboração do material didático necessário a ser utilizado em sala de aula, a planificação de cada aula com as estratégias a desenvolver de forma a se atingir os objetivos propostos e posteriormente, a reflexão sobre o seu desempenho profissional, discussão e reformulação de estratégias que permitam melhorar a sua prática.

No capítulo 1, é apresentado, detalhadamente, o trabalho de pesquisa efetuado, na preparação das aulas referentes ao tema “Luz e Fontes de Luz” lecionado no âmbito da disciplina de Física e Química do Curso Profissional de Técnicos de Análise Laboratorial (módulo 3 - F3), no que diz respeito, ao desenvolvimento histórico do conceito de “Luz”, às leis fundamentais da ótica, origem microscópica da luz, planificação dos conteúdos, conceções alternativas e metodologias.

No capítulo 2, são relatadas de forma sucinta todas as atividades curriculares desenvolvidas, no decorrer do ano letivo 2012/2013, em todas as disciplinas, em que a proponente esteve

envolvida. São assim descritos os domínios lecionados pela proponente, em cada disciplina, sua planificação, estratégias desenvolvidas, material didático elaborado e reflexão sobre as atividades pedagógicas desenvolvidas.

No capítulo 3, são apresentadas todas as atividades de enriquecimento e complemento curricular desenvolvidas, nomeadamente: planificação e organização do Dia Comemorativo da Semana da Ciência, Palestras e Visitas de Estudo; participação nas atividades da exposição itinerante “ A Física no dia-dia” e do “Fórum Fundão Educa” e assessoria prestada ao Diretor de Turma.

Segue-se a Conclusão, na qual se reflete sobre o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio pedagógico e implicações para atividades futuras e as Referências Bibliográficas utilizadas na elaboração deste trabalho.

Em anexo encontram-se a caracterização da escola e das turmas onde foram lecionados os temas abordados, o relatório do teste diagnóstico elaborado na disciplina de Análise Química e a Ficha de Segurança de compostos químicos elaborada para compilação de uma base de dados de reagentes do Laboratório de Química.

Capítulo 1 - Desenvolvimento do conceito de luz: evolução histórica, leis fundamentais da ótica, concepções alternativas e metodologias

1.1 Evolução histórica do conceito de luz

A luz é um fenômeno primordial. Todos nos damos conta da sua existência já ao nascer. A formação de sombras e penumbras ocorre no dia-a-dia de todos os seres humanos. Os eclipses já eram utilizados alguns séculos antes de Cristo como um meio de determinar a distância da Terra até a Lua. Tales de Mileto, seis séculos antes de Cristo, já aprendera o método de triangulação para medir distâncias, inferindo a altura da Pirâmide de Gizé a partir da sombra projetada no solo pela pirâmide. Eratóstenes utilizou a sombra de uma haste fincada no solo (um gnomon) para determinar o raio da Terra. As sombras podem ser explicadas pelo Princípio da Propagação Retilínea da Luz. Princípio esse já enunciado pelos gregos e aparece na obra de Euclides (300 a.C.). Outros fenômenos associados à luz, como a reflexão, eram já eram conhecidos na Antiguidade (Andreou & Raftopoulos, 2011). No entanto, não há sinal de uma tentativa de determinar estes fenômenos quantitativamente, a primeira característica de um estudo objetivo. Na verdade, é particularmente difícil dissociar a sensação subjetiva da luz do fenômeno físico e torná-lo mensurável.

A obra “*Dioptriques*” de René Descartes (1638) (Born, 1962), contém já as leis fundamentais da propagação da luz, as leis da reflexão e as leis da refração. Esta última tinha sido descoberta empiricamente por Willebrord Snell, cerca de 1618, apenas alguns anos antes da obra de Descartes. Descartes desenvolveu a ideia de Éter (meio material elástico e incompressível, constituído por uma substância imponderável que ocupa todo o espaço astronômico) como o portador de luz, sendo este o precursor de toda a teoria ondulatória (estabelece a propagação de luz de forma análoga à propagação de ondas mecânicas, evocando uma perturbação num meio material contínuo), iniciada por Robert Hooke (1667) e claramente formulada por Christian Huygens (1678).

A propagação em linha reta sugere a existência de pequenas partículas luminosas, e este fator levou Isaac Newton a rejeitar a teoria ondulatória aparecendo como o defensor da doutrina contrária, a teoria corpuscular. Nesta teoria, a luz é entendida como um feixe de partículas (sendo a partícula um objeto com massa e posição bem definidas), disparadas pela fonte emissora, que se movem de acordo com as leis da mecânica e produzem a sensação de luz quando atingem o olho. As leis da reflexão são consistentes com a teoria das colisões elásticas de partículas sólidas e a refração era explicada atribuindo velocidades diferentes às

partículas, consoante o meio em que movem. Na sua teoria, porém, a velocidade seria maior nos meios mais densos!

Sabe-se que um raio de luz que atravessa o ar e atinge obliquamente a superfície delimitadora de um meio mais denso, como o vidro ou a água, é desviado ou refratado aproximando-se da normal com a superfície (Lei de Snell) (Figura 1.1).

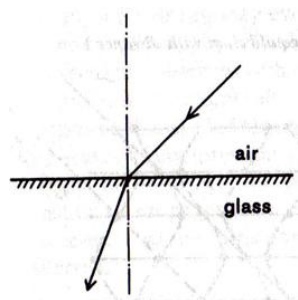


Figura 1.1 - Refração. (Adaptada, Born, 1962, pp.89)

A teoria corpuscular explica este fenómeno, assumindo que as partículas de luz experienciam uma atração maior pelo meio mais denso no momento em que entram nele, sendo aceleradas por um impulso perpendicular à superfície delimitadora, defletindo na direção da normal. Newton concluiu assim, que a luz se propagaria com maior velocidade nos meios mais densos do que nos menos densos.

Na mesma altura Francesco Grimaldi (1662) descobria o fenómeno da difração da luz, relatando a observação de pontos escuros e claros nos limites de sombras de objetos afilados e explicando-o com base no efeito produzido pela combinação de duas ondas que se propagam no mesmo meio, simultaneamente. Foi esta descoberta em particular que fez de Huygens um pioneiro zeloso da teoria ondulatória. Huygens conseguiu explicar a reflexão e a refração da luz com base na teoria ondulatória, fazendo uso do princípio, agora chamado Princípio de Huygens, de acordo com o qual, quando uma onda se propaga, cada ponto do meio ao vibrar pode considerar-se como uma nova fonte de ondas circulares ou esféricas (conforme se trate de propagação a duas ou três dimensões). Estas ondas elementares (ondículas) interferem umas com as outras e o resultado de todas estas interferências é uma nova frente de onda num instante posterior (Costa & Almeida, 1993).

Desta forma, a teoria ondulatória de Huygens explica o fenómeno da refração assumindo que quando as ondas de luz atingem a superfície delimitadora esta excita ondas elementares em cada ponto (Figura 1.2). Se estas se propagarem mais lentamente no meio mais denso, então o plano que toca em todas estas novas ondas esféricas, que, de acordo com Huygens, representa a onda refratada, é defletida no sentido certo.

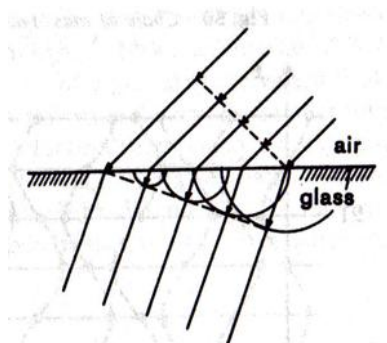


Figura 1.2 - Refração explicada pela teoria ondulatória. (Adaptada, Born, 1962, pp.89)

No início do século XIX, a natureza ondulatória da luz ficou estabelecida (e.g., fenômenos de interferência e difração), tendo sido reforçada pela experiência das duas fendas de Thomas Young (1803) que consiste em criar um padrão de interferência, fazendo passar um feixe de luz por duas fendas F_1 e F_2 (Figura 1.3). Quando só uma das fendas F_1 ou F_2 está aberta, gera-se no alvo um padrão com intensidade I_1 ou I_2 , respetivamente, e quando ambas estão abertas, a intensidade I_{12} observada é um padrão com máximos e mínimos devidos à interferência das ondas geradas em F_1 e F_2 (Figura 1.3).

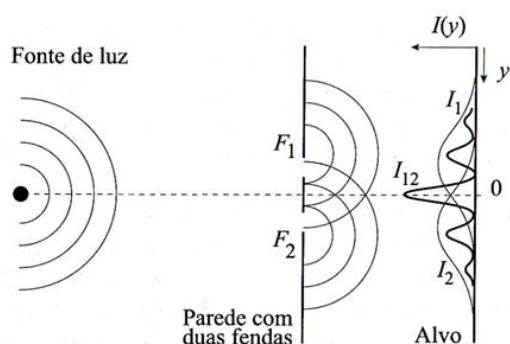


Figura 1.3 - Representação esquemática da experiência das duas fendas de Young. (Adaptada, Alcácer, 2007, pp.9)

Em meados do século XIX, com a teoria do campo eletromagnético de James Maxwell, ficou também assente que a luz consiste numa onda transversal (onda que se propaga na direção perpendicular à direção da oscilação) com duas componentes perpendiculares, um campo elétrico e um campo magnético, designando-se por onda eletromagnética (Alcácer, 2007) (Figura 1.4). Esta hipótese foi confirmada experimentalmente por Heinrich Hertz (1889) através da produção e deteção de ondas eletromagnéticas que possuíam propriedades similares às da luz tais como reflexão, difração e polarização (Buchwald, 1994).

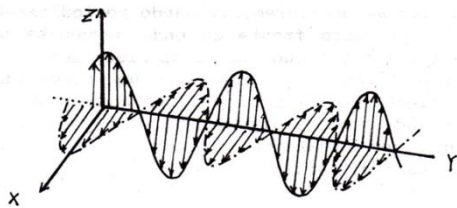


Figura 1.4 - Representação de uma onda eletromagnética. (Adaptada, Costa & Almeida, 1993, pp.608)

Contudo, a natureza ondulatória da luz e a teoria eletromagnética não explicava muitos dos fenômenos observados nas experiências de espectroscopia. Um deles era a forma do espectro da radiação do corpo negro (objeto ideal que não reflete a radiação, só absorve ou emite). Foi o seu estudo que levou Max Planck (1900) a sugerir a hipótese de quantização de energia, segundo a qual a energia da radiação eletromagnética é emitida ou absorvida em quantidades discretas (*quantum* de energia), múltiplas de uma quantidade proporcional à frequência da onda, ν :

$$E = nh\nu,$$

em que n é um número inteiro e $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s (constante de Planck).

Em 1905, Albert Einstein, baseado na investigação experimental do efeito fotoelétrico desenvolvida por Robert Millikan, mostrou como podiam explicar-se vários fenômenos, inexplicáveis até então, assumindo que a luz consiste num número finito de *quanta* de energia, localizados em pontos do espaço, que se movem sem se dividir e, podem ser absorvidos ou gerados apenas como unidades completas (Einstein, 1905a). Explicou assim o efeito fotoelétrico (Figura 1.5), no qual há ejeção de elétrons de um metal quando a frequência da luz que sobre ele incide atinge um valor característico do metal, designado frequência limiar, calculado como W/h , onde W é a função de trabalho cuja interpretação é a de uma energia de ligação (ao metal). A restante energia da luz incidente é utilizada como energia cinética dos elétrons ejetados e varia linearmente com a frequência da luz incidente. Verificou ainda que número de elétrons ejetados era proporcional à intensidade da luz.

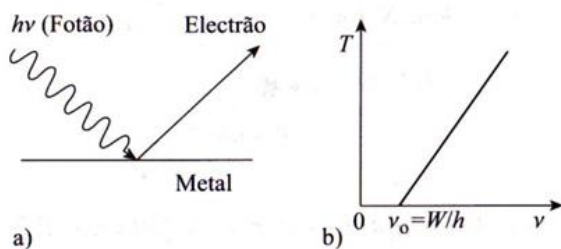


Figura 1.5 - Efeito fotoelétrico: a) Um raio de luz ($h\nu$) incide sobre a superfície de um metal. Parte da energia incidente é absorvida pelo metal para ejetar o elétron e a restante é usada pelo elétron como energia cinética T . b) A energia cinética dos elétrons ejetados, varia linearmente com a frequência da luz incidente, ν . (Adaptada, Alcácer, 2007, pp. 25)

O *quantum* de energia era assim equiparado a uma partícula que transfere energia e momento para os eletrões do metal (Compton, 1929). O nome fóton para este tipo de partículas foi apresentado por Gilbert Lewis em 1926 (Alcácer, 2007).

Entre 1922 e 1924, Arthur Compton, desenvolve experiências envolvendo o efeito fotoelétrico, difração de raios X e interações individuais entre radiação e eletrões, mostrando que o fóton existe como uma entidade individualizada. De facto, verifica-se que quando um feixe de raios X de frequência ν colide com um eletrão, o feixe é desviado e a sua frequência diminui. O eletrão é desviado noutra direção (Figura 1.6), havendo transferência de energia e de momento linear.

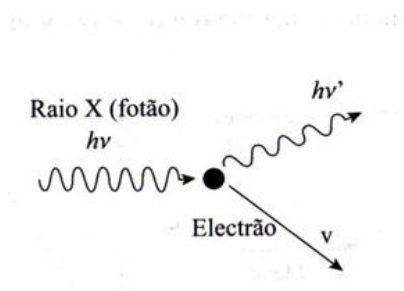


Figura 1.6 - Efeito de Compton. Um raio X (fóton) colide com um eletrão, dando origem a um raio X com uma frequência menor e desviando o eletrão da sua trajetória. (Adaptada, Alcácer, 2007, pp. 26)

Conclui então, que o fóton se propaga como uma onda eletromagnética e se comporta, na interação com o eletrão, como se fosse uma partícula.

Na mesma altura, Louis De Broglie (1923), colocou a questão de que se uma onda eletromagnética pode ter características corpusculares, porque não poderia uma partícula, como o eletrão, também ter comportamento ondulatório? Assim, após um estudo profundo das propriedades da representação relativista de uma onda em propagação, considerou uma partícula que se comportava como um pequeno relógio em movimento que se desloca na sua onda de modo a que a sua fase interna permaneça constantemente igual à da própria onda (Figura 1.7).

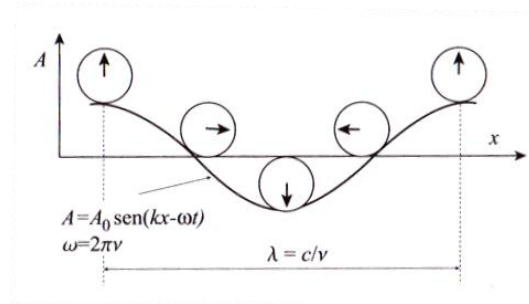


Figura 1.7 - Modelo da partícula/relógio em fase com a onda de propagação. (Adaptada, Alcácer, pp.32)

Capítulo 1

Aplicando esta ideia, ao caso simples de uma onda plana monocromática, relacionou o momento da partícula, p , com o comprimento de uma onda, λ , pela relação: $p = h/\lambda$, onde h é a constante de Planck.

Foram assim encontradas as duas equações fundamentais da mecânica ondulatória, que relacionam os parâmetros que caracterizam o fóton como partícula (energia E e momento p) com os que caracterizam a onda (frequência ν e comprimento de onda λ):

$$E = h\nu$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Este comportamento dual deu origem à designação dualidade onda-partícula, característica da luz e das partículas microscópicas.

Em 1940, foi desenvolvida por Richard Feynman, Julian Schwinger e Shin'ichiro Tomonaga, a teoria da eletrodinâmica quântica, que descreve e prevê de uma forma rigorosa as características de propagação da luz no espaço e a sua interação com a matéria (Bernardo, 2010). Neste trabalho distinguiu-se ainda Roy Glauber, que estabeleceu os fundamentos teóricos que conduziram aos desenvolvimentos de um novo ramo da ótica a partir de 1963 - a ótica quântica. De acordo com esta teoria, a luz não pode ser simplesmente reduzida a qualquer forma de matéria ou a uma onda eletromagnética, como entidade quântica, possui uma natureza particular. A dualidade da sua natureza, corpuscular e ondulatória, é determinada pelo arranjo experimental. Detetores particularmente posicionados para detetar um simples fóton registam, efetivamente, a presença de uma partícula. Porém, uma tira de filme fotográfico convenientemente disposta para detetar fenómenos de interferência igualmente mostrará que a luz tem um comportamento ondulatório (Bernardo, 2010).

1.2 Leis fundamentais da ótica

1.2.1 Constância da velocidade de propagação da luz no vázio

A velocidade a que as ondas de luz se propagam no vázio é independente tanto do movimento da fonte quanto do referencial inercial do observador, de modo que a velocidade da luz emitida por uma fonte em alta velocidade é a mesma que a de outra fonte estacionária. Esta invariância da velocidade da luz foi postulada por Einstein em 1905, motivado pela teoria de Maxwell do eletromagnetismo e a falta de evidências para suportar o éter luminífero (Einstein, 1905b).

O valor da velocidade da luz no vázio, c , foi calculado independentemente da controvérsia entre as duas hipóteses sobre a natureza da luz ao logo dos séculos.

Olaf Römer (1676) foi o primeiro a calcular a velocidade da luz, c , a partir da observação de eclipses dos satélites de Júpiter obtendo o valor de 299793 km/s. Em 1727, James Bradley também a partir de observações astronómicas chegou a um valor de 300000 km/s (Born, 1962).

No século XIX, foram efetuadas medidas terrestres, utilizando um dispositivo que permitia que os tempos extremamente curtos que a luz necessita para percorrer poucos km terrestres, ou mesmo alguns metros, fossem medidos com exatidão. Hippolyte Fizeau e Léon Foucault, 1850, confirmaram o valor numérico de c obtido pelos métodos astronómicos (Baierlein, 2001). As medições foram posteriormente repetidas com métodos mais sofisticados e com maior precisão. Por volta de 1907, Albert Michelson, utilizando sucessivas reflexões em espelhos, obteve para a velocidade de propagação da luz no vázio o valor de $c = 299792458$ m/s. Correntemente utiliza-se o valor 3×10^8 m/s (Costa & Almeida, 1993).

1.2.2 Velocidade de propagação da luz e índice de refração de meios transparentes

Nos meios materiais transparentes, a velocidade de propagação da luz está relacionada com uma característica desse meio a que se chama índice de refração (Costa & Almeida, 1993).

O índice de refração, n , de determinado meio é definido pela equação $n = c/v$, em que c é a velocidade de propagação da luz no vázio e v é a velocidade de propagação da luz nesse meio.

Como a velocidade de propagação de um movimento ondulatório num meio é uma função do comprimento de onda, $v(\lambda)$, podemos concluir que o índice de refração de um meio é diferente para cada comprimento de onda da luz que nele se propaga.

1.2.3 Ondas eletromagnéticas

No vácuo, as ondas eletromagnéticas propagam-se com a mesma rapidez e diferem entre si nas suas frequências. Conhecem-se ondas eletromagnéticas com frequências entre cerca de 10^{22} Hz (ou ciclos/segundo) e cerca de 10^2 Hz, correspondendo este intervalo a uma gama de comprimentos de onda compreendida entre 10^{-13} m (para radiação γ , muito energética, emitida por materiais radioativos) e 10^7 m (Costa & Almeida, 1993). A classificação das ondas eletromagnéticas, baseada na frequência, constitui o espectro eletromagnético (Figura 1.8).

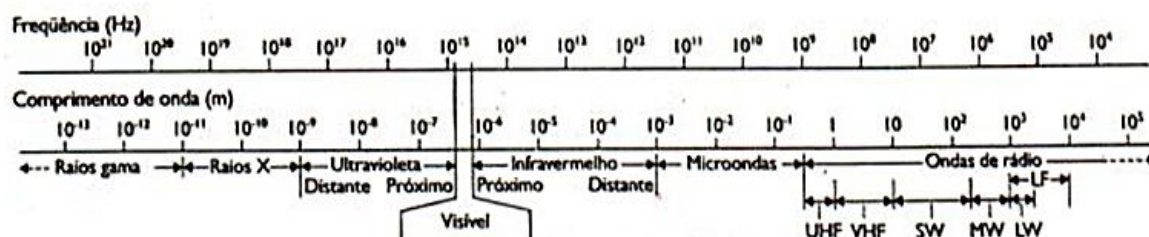


Figura 1.8 - Espectro eletromagnético. (Adaptada, http://www.scb.org.br/fc/FC58_19.htm Página visitada em 2013-04-23)

Neste largo espectro de ondas eletromagnéticas, existe uma pequena gama compreendida entre os 380 nm e os 780 nm, que constitui o espectro da luz visível, dentro da qual encontramos os correspondentes às diversas cores, como está ilustrado na Figura 1.9.

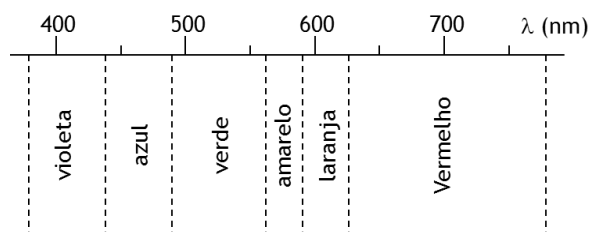


Figura 1.9 - Composição do espectro da luz visível em comprimentos de onda. (Adaptada, Costa & Almeida, 1993, pp.606)

1.2.4 Princípio da propagação retilínea da luz

Vimos já na secção 1.1, que o princípio de que a luz se propaga em linha reta foi enunciado na Antiguidade para explicar as sombras. Em 1657, Pierre de Fermat ao estudar a trajetória dos raios luminosos baseou-se na ideia de que a natureza atua sempre pelo caminho temporalmente mais curto, ou seja, de todos os caminhos possíveis para ir de um ponto ao outro, a luz segue aquele que é percorrido no tempo mínimo. Como a velocidade da luz é uma constante, decorre que o tempo mínimo equivale ao caminho ótico mínimo e, portanto, à distância mínima (válido para meios homogêneos), ou seja, à propagação retilínea da luz.

O princípio da propagação retilínea da luz verifica-se na ausência de difração, nas situações comuns em que o comprimento de onda das radiações visíveis é muito menor que as dimensões dos objetos ou fendas que os nossos olhos conseguem ver.

1.2.5 Reflexão e refração

A luz propaga-se em linha reta num meio homogéneo. Porém se existirem dois meios homogéneos transparentes, separados por uma superfície de contato bem definida, há uma perturbação no feixe de luz em questão: parte da luz incidente é refletida e continua a propagar-se no meio de onde vem, havendo uma inversão do sentido de propagação, e outra parte é refratada, isto é penetra no segundo meio, mudando em geral de direção (Figura 1.10)

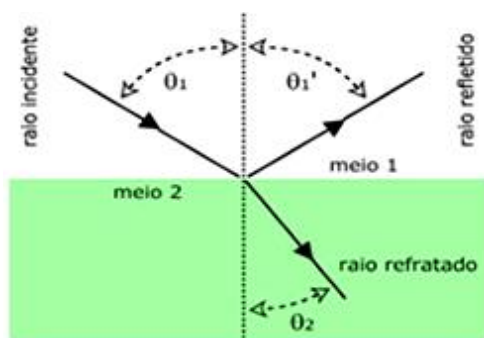


Figura 1.10 - Reflexão e refração da luz na superfície de contato de dois meios homogéneos. (Adaptada, <http://www.alunosonline.com.br/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.html>, página visitada em 2013-04-26)

A descrição destes fenómenos pode ser feita através de duas leis físicas:

Leis da Reflexão:

1.^a Lei - o raio incidente, a normal à superfície de separação no ponto de incidência e o raio refletido estão no mesmo plano.

2.^a Lei - o módulo do ângulo de incidência é igual ao módulo do ângulo de reflexão,

$$|\theta_1| = |\theta_1'|.$$

Leis da Refração ou leis de Snell:

1.^a Lei - o raio incidente numa superfície de separação de dois meios óticos, a normal à superfície de separação no ponto de incidência e o raio refratado estão no mesmo plano.

2.^a Lei - a razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração é constante e depende das características óticas dos dois meios (índice de refração),

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2.$$

Podemos concluir que quando a luz passa de um meio com índice de refração menor para um com índice de refração maior, o raio refratado aproxima-se da normal. Como os percursos dos

raios luminosos são reversíveis, quando a luz passa de um meio com índice de refração maior para outro com índice de refração menor, o raio refratado afasta-se da normal (Figura 1.11). Quando o ângulo do raio refratado atinge o valor de 90° , o raio refratado segue ao longo da superfície de separação dos meios e ao ângulo do raio incidente a que corresponde esta situação chama-se ângulo limite. Para ângulos de incidência de módulos superiores ao ângulo limite não há refração mas apenas reflexão. Nestas circunstâncias diz-se que há reflexão total.

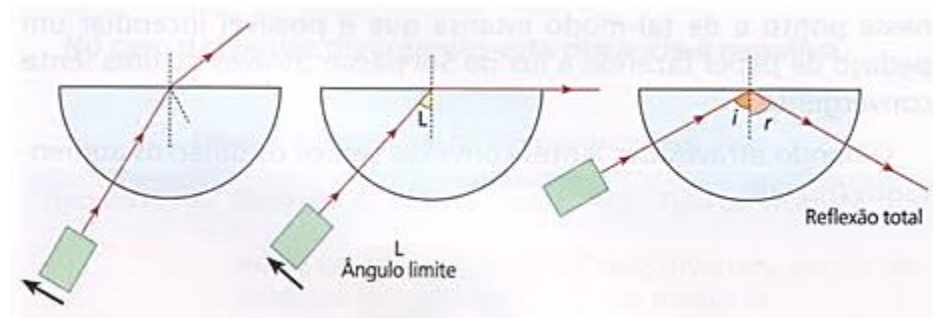


Figura 1.11 - Representação da variação dos raios incidente, refletido e refratado no caso de a luz passar de um meio com índice de refração maior para um com índice de refração menor. (Adaptada, <http://bruno-cruz-cfq-8c.blogspot.pt/2011/06/refracao-da-luz.html>, página visitada em 2013-04-26)

1.2.6 Dispersão

A dispersão na ótica é o fenómeno que causa a separação de uma onda policromática em várias componentes espectrais com diferentes frequências. Ao mudar-se de meio de propagação da onda e devido à dependência da velocidade da onda com o comprimento de onda, ondas de diferentes frequências refratam com ângulos diferentes.

O efeito mais frequentemente observado de dispersão é a separação da luz branca (radiação visível policromática) por um prisma. Como a luz branca é uma composição de cores ou a sobreposição de várias ondas de diferentes frequências, dá-se a dispersão separando cada uma dessas frequências por um ângulo de refração diferente.

Sendo o prisma mais denso que o ar, na interface de tal material com o ar ou vazio ($n_{ar} = 1$), a Lei de Snell prevê que a luz incidente com ângulo θ_1 será refratada por um ângulo $\theta_2 = \arcsin(\sin(\theta_1)/n)$. Tendo as radiações monocromáticas comprimento de onda específicos, representados na Figura 1.9, e variando o índice de refração como descrito na secção 1.2.2 (n diminui com o aumento do comprimento de onda), a luz violeta será mais inclinada que a azul, a azul mais inclinada do que a verde e assim sucessivamente, sendo a vermelha a menos inclinada, resultando no efeito de arco-íris.

1.2.7 Difração e interferência

Segundo o princípio de Huygens descrito na secção 1.1, se colocarmos na direção de propagação da onda um anteparo com um orifício tão pequeno que possa considerar-se pontual, pode observar-se que a partir dele se formam ondas esféricas (Figura 1.12).

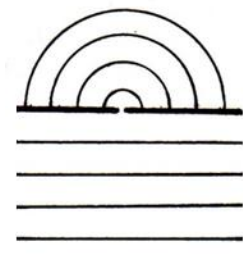


Figura 1.12 - Representação da propagação de ondas planas através de um orifício com dimensão pontual. (Adaptada, Costa& Almeida, pp.590)

Se a dimensão do orifício for um pouco maior, mas da grandeza do comprimento de onda (Figura 1.13), espera-se que a porção da onda plana em frente ao orifício continue a propagar-se como onda plana, sendo a porção restante absorvida ou refletida pelo obstáculo. Contudo, junto dos bordos da fenda a frente da onda encurva, como se a onda contornasse os bordos do orifício (Figura 1.13-a). De acordo com o princípio de Huygens (secção 1.1), a partir do orifício faltam às novas frentes de onda, em cada instante, as contribuições dos pontos do meio impedidos de vibrar devido ao obstáculo.

Na Figura 1.13-b) observa-se um efeito semelhante, devido a um obstáculo cujas dimensões são da ordem de grandeza do comprimento de onda. Nestes dois exemplos, a onda parece contornar a fenda ou os bordos do obstáculo, deixando de se propagar retilineamente. A este efeito dá-se o nome de difração.

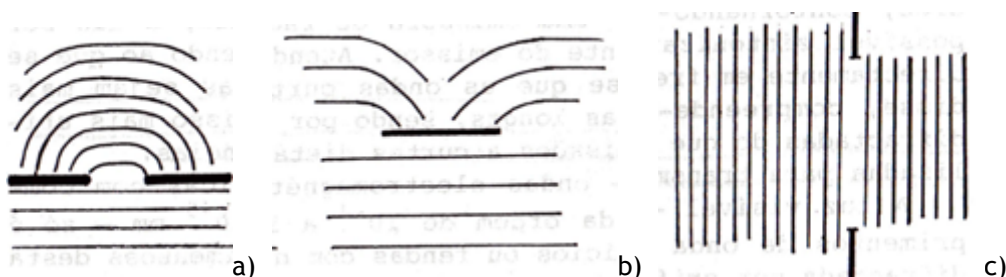


Figura 1.13 - Representação da propagação de ondas planas através de orifícios, a), e obstáculos, b), com dimensão da ordem de grandeza do comprimento de onda (λ), e, c), através de fendas com dimensão (d) superior ao comprimento de onda ($d > \lambda$). (Adaptada, Costa& Almeida, pp.591)

Se aumentarmos as dimensões (d) do orifício ou da fenda de modo a que passe a ser $d \gg \lambda$ o efeito da difração praticamente não se observa e a onda plana continua a propagar-se para lá

do obstáculo com as características que tinha antes de o atingir, apenas limitada na sua distribuição espacial (Figura 1.13-c).

A luz visível, ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda da ordem de 10^{-4} e 10^{-5} mm, só é difratada por orifícios ou objetos com dimensões desta ordem de grandeza. Encontrando orifícios ou objetos com dimensões muito maiores, como é o caso da maioria dos objetos que conseguimos observar, continua a propagar-se em linha reta.

A interferência e a difração são dois fenómenos que caracterizam qualquer movimento ondulatório. A experiência das duas fendas de Young, descrita sucintamente na secção 1.1 e ilustrada na Figura 1.3, mostra claramente o carácter ondulatório da luz, evidenciando a interferência das ondas geradas fazendo passar um feixe de luz por duas fendas.

De facto, para que ocorra interferência, é necessário que as duas fontes que produzem as ondas as originem em fase, ou com uma relação de fase e/ou diferença de fase, bem determinadas e constantes, ou seja, é necessário que as fontes sejam coerentes. Na experiência de Young, a simetria do dispositivo (as duas fendas F_1 e F_2 estão equidistantes da fonte de luz) permite que cada frente de onda originada pela fonte de luz atinja ao mesmo tempo F_1 e F_2 . Nestas fendas, que se comportam como fontes pontuais em fase, ocorre de novo difração, funcionando como duas fontes coerentes que produzem figuras de interferência, observando-se alternância de zonas claras e escuras no alvo.

1.2.8 Polarização

A luz é uma onda transversal. Isso significa que quando a luz se propaga numa dada direção, ocorrem vibrações perpendiculares a essa direção, formadas por campos elétricos e magnéticos oscilantes.

Contudo, a luz emitida por uma fonte propaga-se em todas as direções e em cada direção existe uma infinidade de ondas eletromagnéticas cujos planos de vibração, sendo perpendiculares à direção da propagação têm orientação diferentes entre si (luz não polarizada) (Figura 1.14).

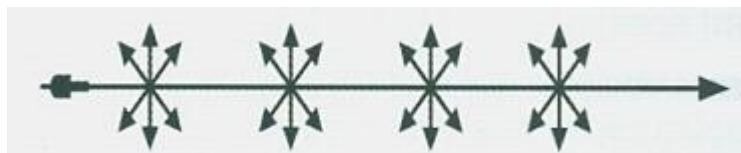


Figura 1.14 - Representação de luz não polarizada: um raio de luz propaga-se na direção horizontal e várias vibrações ocorrem em direções transversais. As vibrações, representadas por setas duplas, mostram o campo elétrico associado às ondas de luz (Adaptada de <http://www.proenc.iq.unesp.br/index.php/section-blog/53-otica/327-polarluz>, página visitada em 05/06/2013).

A polarização traduz-se no alinhamento das vibrações de uma onda transversal, geralmente obtido por meio de eliminação das ondas que vibram noutras direções, dando origem a uma onda planopolarizada.

Existem diversas formas de polarizar a radiação: por absorção, espalhamento (processo que ocorre quando uma onda eletromagnética passa por um átomo ou molécula), reflexão e birrefringência, sendo as mais comuns a polarização por absorção e a polarização por reflexão.

Na polarização por absorção a onda planopolarizada é obtida a partir de um filtro polarizador, cujo material é construído especialmente para transmitir apenas uma direção de vibração do campo elétrico, paralelo ao seu eixo de transmissão. No plano do filtro existe uma direção característica chamada direção de polarização (Figura 1.15).

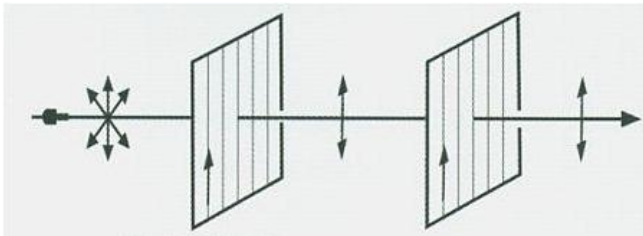


Figura 1.15 - Representação de uma onda polarizada por absorção (Adaptada de <http://www.proenc.iq.unesp.br/index.php/section-blog/53-otica/327-polarluz>, Página visitada em 05/06/2013).

A polarização por reflexão ocorre quando o raio refletido e o raio refratado por um plano de incidência são perpendiculares. Neste caso, a onda refletida está totalmente polarizada com o campo elétrico perpendicular ao plano de incidência, independentemente da polarização da onda incidente (Figura 1.16) (Alonso & Finn, 2012).

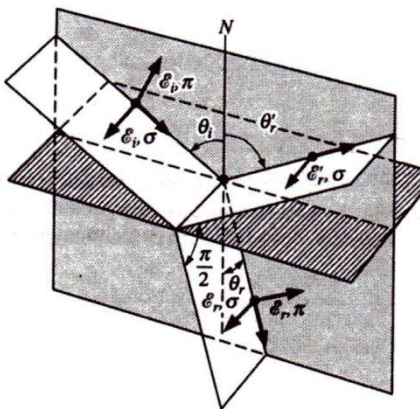


Figura 1.16 - Polarização por reflexão (Adaptada, Alonso & Finn, 2012, pp.702)

1.3 Origem microscópica da luz

Os átomos e moléculas encontram-se normalmente no estado de menor energia, ou estado fundamental, podendo excitar-se a um estado de maior energia que o estado fundamental através de diferentes meios (e.g. colisões inelásticas, aquecimento, absorção de radiação) (Alonso & Finn, 2012).

1.3.1 Emissão de radiação por átomos e moléculas

Um facto experimental é que os átomos e as moléculas libertam o seu excesso de energia na forma de radiação eletromagnética. Sendo a radiação emitida por cada substância formada por frequências bem definidas ν_1, ν_2, \dots , que são características dessas mesmas substâncias. O conjunto de frequências características de uma substância designa-se espectro de emissão da substância.

Os espectros atômico são, na sua maioria, das regiões visível e ultravioleta e são formados por frequências suficientemente espaçadas que aparecem como linhas separadas, por esta razão, são também designados espectro de linhas.

Os espectros moleculares estendem-se desde o infravermelho até ao ultravioleta (Alonso & Finn, 2012) e são compostos por grupos de frequências com valores semelhantes, motivo pelo qual aparecem como bandas, designando-se por espectros de banda.

1.3.2 Absorção de radiação por átomos e moléculas

Quando uma onda eletromagnética atua sobre um sistema de cargas, como um átomo ou uma molécula, os campos elétrico e magnético da onda perturbam o movimento das cargas, imprimindo uma oscilação forçada sobre o movimento natural das cargas traduzindo-se numa absorção de energia por parte do sistema.

Verificou-se experimentalmente que em geral qualquer conjunto de partículas eletricamente carregadas (e.g. átomos e moléculas) tem uma série de frequências de ressonância (frequência natural de um oscilador é igual à frequência das oscilações forçadas) para as quais a absorção de radiação eletromagnética é apreciável. Em todas as restantes frequências, a absorção é desprezável (Alonso & Finn, 2012). As frequências de ressonância constituem o espectro de absorção da substância.

1.3.3 Estados estacionários

Niels Bohr (1913) supôs que a energia de um sistema ligado de cargas está quantizada. Os estados correspondentes a tais energias são designados de estados estacionários e os valores possíveis da energia, níveis de energia. O estado de menor energia possível é o estado fundamental (Alonso & Finn, 2012).

A transição entre dois estados de energia específicos está associada a uma quantidade de energia bem definida. Assim, um resultado direto da quantização dos níveis de energia é de que para cada espécie individual apenas energias específicas, e conseqüentemente frequências específicas, de radiação podem ser absorvidas ou emitidas (Wayne & Wayne, 1996).

Os processos de absorção e emissão podem ser explicados usando um modelo no qual uma espécie química possui dois estados quantizados, m e l , de energia, E_l e E_m , onde l é um nível de energia mais baixo do que m . Para alcançar o estado m , a espécie inicialmente no estado l tem de ganhar energia, e fá-lo absorvendo energia da radiação eletromagnética (Figura 1.17).

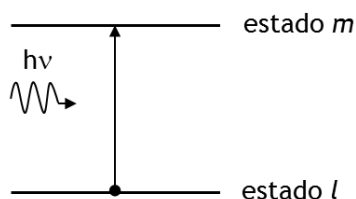


Figura 1.17 - Excitação por absorção de radiação. (Adaptado de Wayne & Wayne, 1996, pp.3)

Normalmente a absorção ocorre num só processo, e por isso a diferença de energia entre os estados m e l corresponde exatamente à energia de um fóton da radiação incidente. A esta condição, em que a absorção só ocorre se $E_m - E_l = h\nu$, designa-se por condição de Bohr.

O inverso da absorção, quando uma espécie química transita de um estado de energia mais alto, m , para um estado de energia mais baixo, l , constitui a emissão.

No caso de partículas hidrogenóides (um átomo com apenas um eletrão e carga nuclear $+Ze$, e.g. H, $Z=1$; He^+ , $Z=2$; Li^{2+} , $Z=3$; etc), verificou-se que a energia dos estados estacionários obedece a uma equação da forma:

$$E = -\frac{2,179 \times 10^{-18} Z^2}{n^2} \text{ J},$$

onde n é um número inteiro.

O espectro de hidrogénio ($Z=1$) (e analogamente para os espectros de outros átomos) classifica-se em termos de séries, onde cada série é formada por transições que têm em comum o estado de menor energia.

Série de Lyman: transições de $n \geq 2$ para $n = 1$, emitem radiação UV.

Série de Balmer: transições de $n \geq 3$ para $n = 2$, emitem radiação visível.

Série de Paschen: transições de $n \geq 4$ para $n = 3$, emitem radiação IV.

1.4 Ensino de conceitos relacionados com luz no nível secundário

As orientações do DES-ME, para o ensino da física e da química, defendem que a finalidade da educação científica dos jovens deve ter como objetivo a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objetos de estudo da Ciência e da Tecnologia, privilegiando o conhecimento em ação por oposição ao conhecimento disciplinar. Escolhem-se assim situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão refletir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da Ciência e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a Sociedade, proporcionando o desenvolvimento de atitudes e valores. A aprendizagem de conceitos e processos é de importância fundamental mas torna-se o ponto de chegada, não o ponto de partida. A ordem de apresentação dos conceitos passa a ser a da sua relevância e ligação com a situação-problema em discussão.

De acordo com os programas curriculares desenvolvidos pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação (DES-ME, 2001), a formação específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional. O ensino secundário assume assim uma dupla função: a de uma via para prosseguimento de estudos e a de um ciclo escolar para início da atividade profissional. Devem ser desenvolvidas competências específicas no domínio do conhecimento (substantivo, processual ou metodológico e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes, exigindo o envolvimento dos alunos na aprendizagem, através das várias experiências educativas.

Na Tabela 1.1, são apresentadas algumas sugestões de estratégias a desenvolver para a aquisição destas competências, não devendo estas ser entendidas cada uma por si, mas sim em conjunto. Desenvolvem-se em simultâneo e de uma forma transversal, no decorrer das experiências educativas, com graus de profundidade diferenciados nos diferentes ciclos de escolaridade.

Tabela 1.1 - Sugestões de estratégias a desenvolver para aquisição de competências no domínio do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes.

Conhecimento	Substantivo	Sugere-se a análise e discussão de evidências, situações problemáticas que permitam ao aluno adquirir conhecimentos científicos apropriados, de modo a interpretar e compreender as leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da ciência e da tecnologia na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais.
	Processual	Realização de pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências, individualmente ou em grupo, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizem dados matemáticos e estatísticos.
	Epistemológico	Propõe-se a análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência e forma de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as do senso comum.
Raciocínio	Sugerem-se, sempre que possível, situações de aprendizagem centrada na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução. Tais situações devem promover o pensamento de uma forma criativa e crítica, relacionando evidências e explicações, confrontando diferentes perspetivas de interpretação científica, construindo e/ou analisando situações alternativas que exijam a proposta e a utilização de estratégias cognitivas diversificadas.	
Comunicação	Propõem-se experiências educativas que incluem o uso da linguagem científica, mediante a interpretação de fontes de informação diversas com distinção entre o essencial e o acessório, a utilização de modos diferentes de representar essa informação, a vivência de situações de debate que permitam o desenvolvimento das capacidades de exposição de ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e a produção de textos escritos e/ou orais onde se evidencie a estrutura lógica do texto em função da abordagem do assunto. Sugere-se que estas experiências educativas contemplem também a cooperação na partilha de informação, a apresentação dos resultados de pesquisa, utilizando, para o efeito, meios diversos, incluindo as novas tecnologias de informação e comunicação.	

Atitudes	<p>Apela-se para a concretização de experiências educativas onde o aluno desenvolva atitudes inerentes ao trabalho científico, como a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho (respeitando e questionando os resultados obtidos), a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, a reformulação do trabalho, o desenvolvimento do sentido estético (de modo a apreciar a beleza dos objetos e dos fenómenos físico-naturais), respeito pela ética e a sensibilidade para trabalhar em ciência, avaliando sempre o seu impacto no ambiente e na sociedade.</p>
----------	---

A compreensão do mundo que nos rodeia exige noções físicas e estas nem sempre se adquirem subordinando-as a uma qualquer aplicação tecnológica. Pelo contrário, a sua apreensão requer, quase sempre, um nível de abstração que é preciso assumir sem complexos. O ensino da física exige, por isso, um equilíbrio entre, a abstração e a formalização necessárias à formulação clara de ideias, conceitos e leis e, por outro lado, a sua ilustração com situações do quotidiano e aplicações tecnológicas. A sempre desejável contextualização quando se ensinam assuntos de física não deve ser um fim em si mesma mas sobretudo um meio pedagógico, sendo necessária uma intervenção planeada do professor, a quem cabe a responsabilidade de sistematizar os conhecimentos, de acordo com o nível etário dos alunos e o contexto da escola.

Assim o conceito de radiação eletromagnética é introduzido, no ensino secundário, nos cursos científico humanístico de ciências e tecnologia (Físico-química B) e nos cursos tecnológicos (Físico-química B) no 10.º ano, na componente de química, sob o contexto “Das estrelas ao átomo”, subdomínio “Espetros, radiação e energia”, a partir da radiação emanada pelas estrelas, radiação cuja energia está contida no espetro eletromagnético, aqui caracterizado apenas pelas energias associadas a cada gama das radiações que o compõem não se fazendo alusão, neste momento, à frequência ou ao comprimento de onda. Os conceitos relacionados com a origem microscópica da luz são também introduzidos nestes cursos, na componente de química, sob o contexto “Átomo de hidrogénio e estrutura atómica”. Os alunos devem assim, na componente de química de 10.º ano (DES-ME,2001):

- Interpretar o espetro eletromagnético de radiações associando cada radiação a um determinado valor de energia (sem referência à sua frequência e ao seu comprimento de onda);
- Comparar radiações (UV, VIS e IV) quanto à sua energia e efeito térmico;
- Situar a zona visível do espetro no espetro eletromagnético;
- Identificar equipamentos diversos que utilizam diferentes radiações (por exemplo, instrumentos LASER, fornos microondas, fornos tradicionais, aparelhos de radar e aparelhos de raios X);

- Estabelecer a relação entre a energia de radiação incidente, a energia mínima de remoção de um elétron e a energia cinética do elétron emitido quando há interação entre a radiação e um metal (efeito fotoelétrico).
- Explicar a existência de níveis de energia quantizados;
- Descrever o espectro do átomo de hidrogênio;
- Associar, no átomo de hidrogênio, cada série espectral a transições eletrônicas e respectivas radiações Ultra Violeta, Visível e Infra Vermelho.

As leis da ótica são introduzidas, nos mesmos cursos, no 11.º ano, na componente de física, sob o contexto “Comunicações” sendo desenvolvidos no subdomínio “Comunicações a longas distâncias”, proporcionando a oportunidade da compreensão de como se realiza a transmissão de informação na forma de radiação eletromagnética, enquadrada no modelo geral da propagação ondulatória. Pretende-se, neste nível (DES-ME, 2003), que os alunos saibam:

- Reconhecer que parte da energia de uma onda incidente na superfície de separação de dois meios é refletida, parte transmitida e parte é absorvida;
- Reconhecer que a repartição da energia refletida, transmitida e absorvida depende da frequência da onda incidente, da inclinação do feixe e das propriedades dos materiais;
- Enunciar as leis da reflexão e da refração;
- Relacionar o índice de refração da radiação relativo entre dois meios com a relação entre as velocidades de propagação da radiação nesses meios;
- Explicitar as condições para que ocorra reflexão total da luz, exprimindo-as quer em termos de índice de refração, quer em termos de velocidade de propagação;
- Reconhecer as propriedades da fibra ótica para guiar a luz no interior da fibra (transparência e elevado valor do índice de refração);
- Explicar em que consiste o fenómeno da difração e as condições em que pode ocorrer;
- Explicar com base nos fenómenos de reflexão, refração e absorção da radiação na atmosfera e junto à superfície da Terra, as bandas de frequência adequadas às comunicações por telemóvel e transmissão por satélite;
- Reconhecer a utilização de bandas de frequência diferentes nas estações de rádio, estações de televisão, telefones sem fios, radioamadores, estações espaciais, satélites, telemóveis, controlo aéreo por radar e GPS e a respetiva necessidade e conveniência.

A introdução à ótica quântica inicia-se no 12.º ano, nos cursos científico humanístico de ciências e tecnologia (DGIDC-ME, 2004), onde se pretende:

Capítulo 1

- Indicar as teorias clássicas da luz e reconhecer o papel predominante da teoria ondulatória;
- Relacionar a insuficiência da teoria ondulatória da luz na explicação do efeito fotoelétrico com a formulação da teoria dos fótons de Einstein;
- Associar a teoria dos fótons à natureza corpuscular da radiação eletromagnética, cuja energia é definida pela relação de Planck;
- Associar o comportamento corpuscular da luz ao efeito fotoelétrico e o comportamento ondulatório a fenômenos de difração e interferência;
- Interpretar a dualidade onda-partícula para a luz;
- Reconhecer que a radiação interage com a matéria, podendo ser mais ou menos absorvida por esta;
- Definir radiação ionizante;
- Distinguir radiação eletromagnética ionizante da não ionizante;
- Indicar efeitos da interação da radiação não ionizante com a matéria;
- Caracterizar qualitativamente a interação da radiação com a matéria no efeito fotoelétrico, no efeito de Compton e na produção e aniquilação de pares de partículas;
- Explicar o efeito fotoelétrico com base na teoria dos fótons de Einstein;
- Interpretar e aplicar a expressão do efeito fotoelétrico;
- Indicar aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico;
- Indicar a importância dos efeitos da interação da radiação com a matéria na obtenção de imagens para diagnósticos na medicina;
- Identificar os raios X como radiação ionizante, identificar que um mecanismo de produção de raios X se baseia no processo inverso do efeito fotoelétrico;
- Indicar aplicações dos raios X.

Nos cursos profissionais de nível secundário, porém, o programa curricular é estruturado por módulos, aos quais se podem acrescentar extensões possibilitando a diversificação dos conteúdos, em função das saídas profissionais a que os cursos dão acesso (DGFV-ME, 2007). Neste caso os conceitos de luz são introduzidos em módulo próprio, cujos objetos de estudo são, a natureza da luz (evolução histórica dos conhecimentos sobre a luz e espectro eletromagnético) e a radiação e fontes de luz visível (origem microscópica da luz e tipos de fontes luminosas), pretendendo-se que os alunos saibam:

- Conhecer que a ótica trata da origem, propagação e interação da luz com a matéria;
- Identificar a luz visível como uma pequena fração da energia emitida por um corpo luminoso ou da energia refletida por um corpo iluminado;
- Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenômeno corpuscular;
- Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenômeno ondulatório;
- Identificar as etapas essenciais da história do conhecimento da luz;

- Reconhecer que todas as radiações do espectro eletromagnético têm características ondulatórias;
- Diferenciar vários tipos de radiação eletromagnética, as fontes que lhes dão origem e os respectivos detetores;
- Identificar as zonas do espectro eletromagnético correspondentes ao visível, infravermelho e ultravioleta;
- Conhecer a importância das radiações infravermelha e ultravioleta para os seres vivos;
- Identificar o ozono como um composto existente nas altas camadas da atmosfera, que absorve fortemente a radiação ultravioleta, e que a sua destruição acarreta efeitos nocivos para o homem;
- Reconhecer que os corpos aquecidos podem emitir radiação infravermelha, visível e ultravioleta, consoante a sua temperatura;
- Caracterizar os níveis de energia dos elétrons nos átomos;
- Atribuir a origem microscópica da luz, à transição de um elétron de um nível de maior energia E_2 para um nível de menor energia E_1 .
- Associar a esta transição, uma variação de energia do átomo: $\Delta E = E_2 - E_1$;
- Reconhecer que a frequência ν da luz radiada pelo átomo é igual a $\Delta E = h\nu$, em que h é a constante de Planck;
- Reconhecer que, para emitir luz, o átomo tem de ser previamente excitado, absorvendo energia;
- Reconhecer que um átomo excitado tende a regressar a um estado de energia mais baixa, podendo emitir radiação, em particular luz visível;
- Reconhecer que se pode fornecer energia ao átomo por diferentes processos;
- Associar a cada fonte luminosa uma forma particular de excitação de átomos e características precisas da radiação emitida;
- Descrever os tipos mais correntes de fontes luminosas, devido a vários mecanismos por: aquecimento de átomos ou moléculas (sol, estrelas, lâmpadas de filamento), descarga elétrica (trovoadas, monitores de T.V.), excitação ótica de certas substâncias (lâmpada fluorescente, laser), excitação atômica por reação química (eletroluminescência, pirilampo, fósforo), díodo emissor de luz (LED);
- Interpretar com base em diagramas esquemáticos simples os mecanismos de excitação e decaimento em cada uma destas fontes;
- Localizar no espectro eletromagnético as cores dominantes para cada um dos processos indicados.

São duas as extensões associadas a este módulo. A primeira refere-se à ótica geométrica, visando o aprofundamento e consolidação das competências essenciais para a compreensão de fenómenos naturais descritos utilizando o modelo da propagação retilínea da luz, em que os alunos devem ser capazes de descrever e interpretar os fenómenos da reflexão, da

refração e da dispersão da luz. A segunda refere-se à ótica ondulatória e à ótica quântica, onde são introduzidos os conceitos ondulatório e quântico da luz permitindo a descrição de alguns fenômenos luminosos tais como o de interferência, polarização e efeito fotoelétrico.

Na sua atividade profissional, os professores que lecionam Física nos Ensino Básico e Secundário necessitam de adaptar os conteúdos da física que aprenderam no Ensino Superior, de modo a poder ensiná-los aos seus estudantes. Este ensino tem de ser organizado de acordo com os níveis etários, os conhecimentos prévios e a capacidade de despertar o interesse destes estudantes. É de realçar que apesar de a Física ter começado a ser explorada em secções aparentemente dispersas (Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade, ótica, Magnetismo, ...) tem-se progressivamente reduzido a um único corpo de conhecimentos aplicável a todos os comportamentos da Natureza (Almeida, 2004). Um bom exemplo é o dado por Maxwell quando unificou sob as mesmas leis o comportamento elétrico, magnético e ótico.

No decorrer deste estágio profissional, a proponente lecionou os conceitos relacionados com luz e fontes de luz a uma turma de 10.º ano do curso profissional de Técnico de Análise Laboratorial, cuja caracterização se encontra no Anexo 2, tendo em conta os objetivos de aprendizagem descritos no plano curricular desenvolvido pela Direção Geral de Formação Vocacional do Ministério da Educação (DGFV-ME, 2007), a idade dos estudantes, as conceções prévias mais comuns sobre o tema e os conteúdos programáticos já abordados. A proposta de abordagem foi desenvolvida numa perspetiva de utilizar os conhecimentos mais ou menos intuitivos dos alunos, de lhes chamar a atenção para alguns comportamentos da luz, sempre com a preocupação da sua ligação a fenômenos com os quais contactam no dia-a-dia, e tentar corrigir, sempre que necessário, algumas noções cientificamente incorretas. No que diz respeito à introdução da característica dual da luz optou-se por uma construção do conhecimento científico revelado pelo contexto histórico no qual ele foi desenvolvido, uma vez que história da ciência é reconhecida como um recurso pedagógico eficaz, permitindo conhecer não apenas os conteúdos científicos, mas também os seus pressupostos, limites de validade e influências contextuais, além de permitir uma reflexão crítica sobre a ciência como um produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em dado contexto cultural e histórico, revelando a face humana da ciência, trazendo inúmeros benefícios educacionais (Lederman, 2007). Na lecionação das leis fundamentais da ótica, entendeu-se que o conceito de onda eletromagnética é demasiado abstrato para ser apreendido por estes alunos, pois a maioria ainda não desenvolveu capacidades nem adquiriu conhecimentos suficientes para a sua compreensão, pelo que quase todas as considerações se fazem com base na ótica geométrica. A Tabela 1.2 contém a planificação dos conteúdos e objetivos de aprendizagem relativos ao tema “Luz e fontes de luz”.

Tabela 1.2 - Planificação do módulo “Luz e fontes de luz”.

CONTEÚDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1- Natureza da Luz	
<p>1.1- Luz visível e visão</p> <p>1.2- Evolução histórica dos conhecimentos sobre luz</p> <p>1.3- Espectro eletromagnético</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar as condições essenciais à visão de um objeto pelo ser humano; • Conhecer que a ótica trata da origem, propagação e interação da luz com a matéria; • Identificar a luz visível como uma pequena fração da radiação emitida por um corpo luminoso ou da radiação refletida por um corpo iluminado. • Identificar as etapas essenciais da história do conhecimento da luz; • Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenómeno corpuscular; • Reconhecer que a luz pode ser interpretada como um fenómeno ondulatório. • Reconhecer que todas as radiações do espectro eletromagnético têm características ondulatórias; • Diferenciar vários tipos de radiação eletromagnética; • Identificar as zonas do espectro eletromagnético correspondentes ao visível, infravermelho e ultravioleta; • Conhecer a importância das radiações infravermelha e ultravioleta para os seres vivos; • Identificar o ozono como um composto existente nas altas camadas da atmosfera, que absorve fortemente a radiação ultravioleta, e que a sua destruição acarreta efeitos nocivos para o homem.
2- Radiação e fontes de luz	
<p>2.1- Origem microscópica da luz</p> <p>2.2- Tipos de fontes de luz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar os níveis de energia dos eletrões nos átomos; • Atribuir a origem microscópica da luz, à transição de um eletrão de um nível de maior energia E_2 para um nível de menor energia E_1; • Associar a esta transição, uma variação de energia do átomo: $\Delta E = E_2 - E_1$; • Reconhecer que a frequência ν da luz radiada pelo átomo é igual a $\Delta E = h\nu$, em que h é a constante de Planck; • Reconhecer que, para emitir luz, o átomo tem de ser previamente excitado, absorvendo energia; • Reconhecer que um átomo excitado tende a regressar a um estado de energia mais baixa, podendo emitir radiação, em particular luz visível; • Reconhecer que se pode fornecer energia ao átomo por diferentes processos. • Associar a cada fonte luminosa uma forma particular de excitação de átomos e características precisas da radiação emitida; • Descrever os tipos mais correntes de fontes luminosas, devido a vários mecanismos por: aquecimento de átomos ou moléculas (sol, estrelas, lâmpadas de filamento), descarga elétrica (trovoadas, monitores de T.V.), excitação ótica de certas substâncias (lâmpada fluorescente, laser), excitação atômica por reação química (eletroluminescência, pirilampo, fósforo), díodo emissor de luz (LED);

	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar com base em diagramas esquemáticos simples os mecanismos de excitação e decaimento em cada uma destas fontes.
3- Ótica geométrica	
3- Introdução à ótica geométrica	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a ótica geométrica como a parte da ótica que estuda os fenômenos luminosos em que se pode considerar não ocorrer interferência ou difração. • Reconhecer os três princípios base da ótica geométrica. • Representar esquematicamente o fenômeno ótico em termos do trajeto dos raios luminosos.
3.1- Reflexão da luz	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que a luz muda de direção quando encontra uma superfície polida; • Definir reflexão da luz; • Caracterizar a normal à superfície polida, o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão; • Verificar experimentalmente as leis da reflexão; • Desenhar num diagrama a normal à superfície polida e as direções dos raios incidente e refletido.
3.2- Espelhos planos	<ul style="list-style-type: none"> • Construir geometricamente a imagem de um ponto dada por um espelho plano; • Construir geometricamente a imagem de um objeto extenso dada por um espelho plano; • Interpretar as características das imagens dadas por um espelho plano.
3.3- Refração da luz	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer que a velocidade da luz depende do meio em que se propaga; • Definir índice de refração absoluto n, como sendo o quociente entre a velocidade da luz no vácuo c e a velocidade da luz no meio v: $n = c/v$; • Desenhar num diagrama a normal à superfície de separação de dois meios e as direções dos raios incidente, refletido e refratado; • Aplicar a lei de Snell numa interface de separação de dois meios de índices de refração diferentes; • Identificar a condição em que pode ocorrer reflexão interna total; • Conhecer o significado de ângulo limite; • Calcular o ângulo limite recorrendo à lei de Snell; • Reconhecer que a energia associada ao raio luminoso incidente é igual à soma da energia associada ao raio refletido e da energia associada ao raio transmitido; • Reconhecer que o percurso da luz no interior de binóculos e a transmissão de luz através de fibras óticas são exemplos de aplicação do fenómeno da reflexão interna total.
3.4- Dispersão da luz	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar, através da dispersão da luz branca por um prisma, que esta é uma mistura de radiações com diferentes comprimentos de onda; • Reconhecer que o índice de refração para um meio transparente é maior para radiação de menor comprimento de onda (violeta) do que para radiação de maior comprimento de onda (vermelho).

1.5 Concepções alternativas e metodologias

Luz

*Como deve estar cansada,
darei mesmo extenuada,
sempre, sempre a viajar,
e sem poder descansar,
mudando de direção,
reflexão e refração...
Por vezes até nos finta,
viajando pelo Mundo
a três vezes dez à quinta
quilómetros por segundo.
Viaja há quanto tempo,
Perscrutando o firmamento?
Terá muito que contar
Se alguém a quiser escutar.
Os físicos e os poetas,
os amantes e os profetas
escutam-na à sua maneira,
mas em toda esta viagem
ela traz uma mensagem
para a humanidade inteira.
Da forma que as coisas vão
poderá acontecer
que ela deixe de correr
e fique tudo em escuridão.*

Regina Gouveia (Gouveia, 2002, pp.55)

A partir dos resultados da investigação educacional sabe-se que os alunos têm modos mais ou menos ingénúos de explicar os acontecimentos do dia-a-dia, mesmo antes do primeiro contato formal com o ensino das ciências na escola. Tais concepções são, normalmente, construídas pelos alunos na sua interação com o mundo físico, isto é, para dar sentido a eventos do mundo em que vivem. Mas é possível também que tais concepções sejam reforçadas ou construídas em sala de aula, por exemplo, pelo uso de metáforas inadequadas ou pouco esclarecidas. Nesse sentido, o surgimento de uma concepção alternativa pode ocorrer devido à falta de compreensão do aluno sobre o conteúdo apresentado. Se essa dificuldade não for identificada pelo professor durante as aulas ou na avaliação do desempenho do aluno, pode tornar-se um verdadeiro obstáculo pedagógico no futuro. Assim, é necessário que, no início

de qualquer atividade letiva, o professor organize processos de ter acesso ao nível de conhecimentos prévios dos alunos. Um modo de o fazer é disponibilizar algum tempo para que os alunos indiquem perante a turma o que pensam já conhecer sobre o assunto cujo estudo se vai iniciar. Outra forma de ter acesso à informação pretendida é fazer uma avaliação de pré-conhecimentos através de respostas escritas.

Vygotsky, na sua defesa de um construtivismo social como fundamento para o processo de ensino e aprendizagem, atribui um papel fundamental aos professores, e, de um modo geral à sociedade, na construção do conhecimento pelos jovens. Reconhecendo que os obreiros fundamentais dos seus esquemas de conhecimento são os próprios jovens, concluindo que não se consegue ensinar a quem não colabora ativamente na construção da sua aprendizagem (Woolfolk, 2000).

No entanto, o papel do professor é fundamental como mediador de compreensões quando se pretende que os alunos passem dos seus esquemas conceptuais simples, desenvolvidos sem demasiadas preocupações de rigor e validade, para os esquemas conceptuais científicos da Física, extremamente exigentes em termos de rigor, ao ponto de se exprimirem através de relações matemáticas e utilizando frequentemente conceitos abstratos, aos quais os alunos só podem aceder através de analogias apropriadas.

Os variados estudos de investigação educacional concluem que os esquemas conceptuais que os alunos têm antes de frequentar uma disciplina são arraigados, o que significa que os alunos não vão facilmente substituí-los por outros. Ao professor cabe contribuir para o desenvolvimento das capacidades dos alunos, disponibilizando-lhes os conceitos e as teorias da comunidade científica, organizando demonstrações elucidativas de conteúdos de leis e conceitos, desafiando-os para que expliquem o que pensam estar a perceber, forçando-os a aplicar conceitos e leis em causa a contextos diferentes, encorajando-os a discutir situações físicas diferentes, guiando-os desta forma na utilização da Física para a compreensão dos fenómenos do dia-a-dia.

Para ajudar os alunos a desenvolverem, simultaneamente, as capacidades de análise conceptual e de resolução de problemas, conduzimo-los à seguinte sequência de experiências educativas:

- Explorar as suas noções preexistentes, para que estas não interfiram com os conceitos científicos.
- Fortalecer e interrelacionar conceitos, criando uma rede de ideias que os ajudam a compreendê-los e lembrá-los.
- Aprender a utilizar conceitos para analisar e raciocinar sobre situações comuns, o que lhes facilita a resolução de problemas complexos.

- Desenvolver a capacidade de resolver problemas através de estratégias, alicerçadas em princípios, em vez de abordagens simples, usando recursos superficiais.
- Aprender a organizar e hierarquizar os seus conhecimentos, o que se revela muito útil na análise e resolução de problemas.

1.5.1 Concepções alternativas e metodologias em conceitos relacionados com a natureza da luz e ótica geométrica

Os resultados da investigação educacional no que diz respeito às concepções alternativas em conceitos relacionados com a natureza da luz e ótica indicam que a concepção alternativa que mais influencia a descrição e explicação de vários fenómenos é o não reconhecimento, por parte de um grande número de alunos, da propagação da luz (Almeida, Cruz & Soave, 2007; Heywood, 2005; Gircoreano & Pacca, 2001; Galili & Hazan, 2000).

Quando a propagação é reconhecida, ela é feita, muitas vezes, com propriedades diferentes daquelas propostas pela ciência. Como consequência, é comum os alunos referirem que o alcance de uma fonte depende da sua intensidade luminosa ou que a sua propagação pode não ser de forma retilínea, além de ainda considerarem de modo inadequado a velocidade da luz.

Na descrição e explicação do processo da visão identificam-se muitos problemas que decorrem da dificuldade em reconhecer e aplicar corretamente as propriedades da propagação da luz. O maior desses problemas é a dissociação entre o processo da visão e a propagação da luz. É comum os alunos suporem que, para ver um objeto, não é necessário que venha luz do objeto até aos nossos olhos. Alguns alunos apresentam de modo muito enraizado o modelo dos raios visuais, proposto por autores da Antiguidade (Andreou & Raftopoulos, 2011), para explicar o processo da visão. Outras vezes, a qualidade da visão está associada à claridade que a tudo envolve (Gircoreano & Pacca, 2001). E mais, muitos consideram possível visualizar a luz a propagar-se no espaço numa direção não incidente ao olho da pessoa (Almeida, Cruz & Soave, 2007).

Para levar os alunos a ficarem convencidos de que a luz é algo que vem de fora e entra nos nossos olhos (trazendo informação sobre o exterior) pode desenvolver-se o seguinte raciocínio: “se a luz saísse dos nossos olhos para ir tocar nas coisas e voltar, trazendo informações sobre elas, poderíamos ver os objetos colocados num quarto escuro, sem qualquer outra luz. Abríamos os olhos, a luz saia deles e iria tocar nos objetos, permitindo-nos que os víssemos”.

Todos os alunos sabem que, num quarto escuro, mesmo com os olhos abertos, não vemos nada. Para podermos ver temos de abrir uma janela ou acender um candeeiro, para que a luz proveniente destas fontes ilumine os objetos á nossa volta. Terão assim de aceitar que é necessário que haja luz (com origem em qualquer tipo de fonte exterior ao observador) para

que os vários objetos enviem, através dela, informação variada para os nossos olhos. Depois de a luz entrar nos olhos de um observador, a informação transportada vai ser comunicada ao seu cérebro através de sensores e terminações nervosas existentes nos olhos. Assim, ver os corpos significa receber no cérebro informação sobre eles, transportada através da luz que vem dos corpos e entra nos olhos do observador. Podemos portanto ver corpos luminosos (fontes de luz, i.e. corpos que emitem luz própria) e corpos iluminados (corpos que têm de receber luz dos corpos luminosos e a difundem para os nossos olhos, para que os possamos ver).

O conceito de propagação retilínea da luz é fundamental para se compreenderem muitos dos fenómenos luminosos do nosso dia-a-dia, explicáveis pela ótica geométrica, nas situações comuns em que o comprimento de onda das radiações visíveis é muito menor que as dimensões dos objetos ou fendas que os nossos olhos conseguem ver, e fácil de demonstrar experimentalmente. Basta, para tal, ter vários cartões opacos com um orifício e, olhando através deles, tentar ver o corpo que se encontra do outro lado do conjunto dos cartões. Quando é possível desenhar uma linha reta através de todos os orifícios dos cartões, e a linha que toca no corpo, colocando os olhos no prolongamento dessa linha, vê-se o corpo. Do mesmo modo, se imaginarmos uma circunferência desenhada à volta do corpo observado em que este se encontra no centro da circunferência, sabemos que a partir do corpo se propaga luz em todas as direções, caso contrário nem todos os observadores à sua volta poderiam vê-lo. Verifica-se assim empiricamente que a luz se propaga a partir dos corpos luminosos ou iluminados, em todas as direções e em linha reta.

No que diz respeito à formação de imagens e sombras as concepções alternativas mais frequentes são de que estas são determinadas somente pelo tamanho e forma dos orifícios e obstáculos, desprezando que existem relações entre as características e dimensões do sistema ótico (distância objeto-orifício, orifício-alvo, tamanho do orifício, etc).

Convém assim definir a sombra como uma zona não iluminada (escura, porque não sendo luminosa e não estando a ser iluminada, não difunde luz para os nossos olhos) colocada atrás de um corpo opaco que está a ser iluminado. Compreendendo a origem das sombras é fácil perceber que, para que uma sombra de um determinado corpo seja bem definida, é conveniente que exista apenas uma fonte de luz, mais ou menos pontual, a iluminá-lo. Se existirem outras fontes de luz colocadas em vários sítios, a luz que vem de algumas delas irá iluminar (parcialmente) a zona que estaria na sombra originada pelo corpo opaco, no caminho dos raios luminosos vindos da primeira fonte.

A observação de objetos e imagens está intimamente ligada aos processos de reflexão e refração da luz. Uma das concepções detetadas nos estudos de investigação educacional sobre o conceito de reflexão é a de que esta ocorre somente na forma especular, sendo só admitida para espelhos ou superfícies lisas similares. Os alunos não consideram o processo de interação entre a luz e os objetos, quando a palavra reflexão não aparece explicitamente.

Desta forma torna-se imprescindível distinguir reflexão especular de reflexão difusa. A reflexão especular ocorre quando a luz incidente encontra uma superfície polida, sendo o feixe refletido numa direção bem definida, continuando a transportar informação sobre (a imagem do) o objeto de onde veio. A reflexão difusa ocorre quando a luz incidente encontra uma superfície rugosa, em que cada porção da superfície reflete a luz incidente numa determinada direção, observando-se o espalhamento da luz em várias direções.

Outro resultado da investigação educacional relativa às leis da reflexão é a de que os alunos não relacionam, ou relacionam erroneamente, o ângulo de reflexão com o ângulo de incidência (Heywood, 2005; Gircoreano & Pacca, 2001; Galili & Hazan, 2000). Como consequência de todas estas concepções, as imagens em espelhos planos também apontam para uma grande variedade de concepções alternativas. Em primeiro lugar, já acarreta dificuldade o reconhecimento de que a imagem se forma para lá do espelho. Mesmo que esse “para lá do espelho” que caracteriza a observação de uma imagem virtual, não exista. A imagem é localizada na superfície do espelho ou até mesmo em frente dele (Heywood, 2005). Uma concepção muito comum é a de que um objeto que não estiver na frente do espelho não formará uma imagem. A dependência da posição do observador (e não da posição do objeto) também é muito comum. Com isso, a igualdade da distância entre o objeto e o espelho com a distância entre a imagem e o espelho fica também prejudicada. Outra concepção muito marcante, encontrada na revisão da literatura, relaciona-se com a ideia de que o tamanho da imagem depende da posição do objeto em relação ao espelho. Em geral, os alunos afirmam que, à medida que um objeto se afasta de um espelho, a sua imagem diminui de tamanho. Para a grande maioria dos indivíduos investigados, é possível, afastando-se de um espelho plano, ver uma parte maior do seu próprio corpo (Heywood, 2005).

No que diz respeito às concepções relacionadas com o conceito de refração, os estudos de investigação educacional indicam que os alunos consideram que:

- quando há reflexão não há refração e vice-versa, independentemente de onde ocorre o fenómeno;
- a refração ocorre somente do ar para outro meio, descartando a possibilidade de ocorrer entre meios distintos, sem haver, necessariamente a existência de ar;
- refração e dispersão são fenómenos distintos, não considerando a dispersão uma consequência da refração da luz no prisma.

Um outro conceito relacionado com os fenómenos de reflexão e refração é o conceito de cor. A concepção alternativa mais frequente para este conceito é o facto de a cor de um objeto ser uma propriedade desse objeto e não uma característica da radiação refletida ou absorvida por este.

Podemos levar os alunos a compreender que a luz branca é uma sobreposição de todas as cores, realizando pequenas demonstrações. Por exemplo, utilizando um disco de Newton,

Capítulo 1

realizando experiências de sobreposição de feixes luminosos correspondentes às cores fundamentais, complementando com a demonstração da dispersão da luz por um prisma, devendo informá-los que a sequência de cores obtidas se designa por espectro visível e que a cada cor está associada uma gama de frequências. A forma como os objetos refletem e refratam a luz, depende das características do objeto. Contudo, a cor dos objetos depende da capacidade do nosso cérebro de interpretar de forma particular a luz de diferentes frequências que é difundida ou absorvida por cada objeto.

Capítulo 2 - Atividades Curriculares

2.1 Física e Química (Curso Profissional de Nível Secundário)

A proponente assistiu à maioria das aulas lecionadas pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes na disciplina de Física e Química do 10.º ano do curso profissional de Técnico de Análise Laboratorial (PTAL12), cuja caracterização se encontra no Anexo 2. Lecionou dois módulos, um da componente de química “Reações Químicas e Equilíbrio Homogéneo” e outro da componente de física “Luz e Fontes de Luz”.

2.1.1 Luz e Fontes de Luz

A planificação de conteúdos referentes a este tema e respetivos objetivos de aprendizagem encontram-se descritos na secção 1.4 deste trabalho, Tabela 1.2.

A escola não adota manual escolar para o ensino profissional, motivo pelo qual todo o material didático deve ser elaborado e fornecido pelo professor. Foi elaborado pela proponente o texto de apoio, fichas de exercícios, provas de avaliação e critérios de correção de todas as atividades desenvolvidas para a leção deste tema, com o apoio a livros técnicos, artigos científicos de revistas internacionais, manuais escolares e páginas de internet devidamente referenciados nos planos de aula realizados.

Os documentos relativos à preparação e realização das aulas tiveram como base uma abordagem histórica permitindo aos alunos contactar com a evolução do tema. Para atingir os objetivos definidos propôs-se a introdução de conceitos e a prática dos conteúdos científicos quer sob a forma de exploração de exemplos do dia-a-dia, quer sob a forma de demonstrações experimentais, em aulas de exposição e discussão de situações físicas. Recorreu-se também à resolução de problemas, na aula e em casa, no sentido de desenvolver o raciocínio e capacidade de esquematizar situações problemáticas.

Uma perspetiva histórica permitiu que os alunos olhassem para os conceitos relacionados com a natureza da luz e fontes de luz como algo que foi evoluindo com os avanços científicos, reconhecendo marcos importantes na história como os trabalhos de Snell, Descartes, Newton, Huygens, Young, Maxwell, Planck, Einstein e Compton, no que diz respeito às propriedades da luz, e de Davy, Edison e seus colaboradores e Tesla, no que diz respeito ao desenvolvimento das fontes de luz.

Neste âmbito, a exploração dos avanços científicos permitiu interligar os trabalhos realizados por estes cientistas com os conteúdos e objetivos de aprendizagem requeridos na leção deste tema.

Capítulo 2

Uma das estratégias que foi sistematicamente utilizada foi o iniciar as aulas como uma breve revisão dos conteúdos lecionados na aula anterior. Esta estratégia revelou-se bastante eficaz pois permitiu não só diagnosticar as aprendizagens efetuadas pelos alunos nas aulas anteriores, como ajustar o plano de aula, esclarecer dúvidas e promover alterações conceptuais visando melhorar as aprendizagens. Na primeira aula, contudo, antes de se introduzir qualquer conceito foi elaborado um pequeno teste de conceções alternativas composto por duas questões, uma relativa à distinção de corpos luminosos e corpos iluminados e outra relativa à propagação retilínea da luz. Os alunos demonstraram não ter qualquer dúvida relativa à primeira, tendo todos respondido bem à questão. Relativamente à segunda verificou-se que 15% dos alunos demonstraram dificuldade, pelo que foram realizadas as demonstrações descritas na secção 1.5.1 do capítulo anterior relativas a este tema.

A apresentação de imagens e esquemas, interpretados pelo professor, seguido de exemplos que se pretendia que fossem interpretados pelos alunos, permitiu detetar algumas falhas na sua análise. Estes exemplos fazem parte do texto de apoio e proporcionam a oportunidade de os alunos aplicarem os seus conhecimentos na resolução de exercícios de compreensão e aplicação. A seleção de exercícios propostos proporciona aos alunos material de trabalho e de estudo de forma a complementar as suas aprendizagens. A resolução de exercícios, quer numéricos quer conceptuais, no decorrer da aula revelou ser uma estratégia de maior proximidade com os alunos e um método de avaliação formativo e diagnóstico que permite detetar erros e conceções alternativas, motivando alterações de estratégias e métodos de ensino.

Foram ainda utilizados, em algumas aulas, vídeos explicativos e/ ou demonstrações experimentais, permitindo aos alunos uma melhor perceção dos conceitos lecionados, relacioná-los com aplicações do dia-a-dia, observando o carácter experimental da Física. Espera-se com estas estratégias que os alunos adquiram um espírito crítico e científico percorrendo os processos cognitivos necessários para compreender os fenómenos apresentados.

As aulas foram todas lecionadas com utilização de quadro iterativo e o programa *ActivInspire*. Todas as aulas foram iniciadas com a escrita do sumário e marcação de faltas em *software* apropriado.

As aulas foram lecionadas com o apoio do texto elaborado pela proponente em que se procurou sempre dar ênfase aos aspetos essenciais.

De uma forma geral, todas as estratégias foram cumpridas pela proponente revelando-se todas elas importantes nas aprendizagens realizadas pelos alunos. Todavia, na prática, a proponente frequentemente centrou em si as atividades, por exemplo a interpretação de gráficos e figuras, centrando-as menos do que o desejável nos alunos e interagindo menos

com estes do que seria de esperar. Ainda assim, verificou-se que a variedade de estratégias permitiu que a maioria dos alunos se tenha mantido motivada, tendo contribuído para promover aprendizagens significativas.

Os conteúdos expostos na Tabela 1.2 (secção 1.4) foram abordados no decorrer de 14 blocos de 45 minutos. Todos os blocos lecionados foram assistidos pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes tendo o Professor Orientador Científico José Amoreira estado também presente em quatro deles.

Para todas as aulas foram elaborados planos e posteriormente realizadas reflexões sobre o desempenho profissional, avaliação, discussão e reformulação de estratégias.

Apresenta-se de seguida o plano de uma das aulas lecionada no âmbito do tema de física “Luz e Fontes de Luz”, regidas pelos dois orientadores:



Agrupamento de Escolas do Fundão
Curso Profissional de Análise Laboratorial



Plano de Aula - PTAL12

Susana Isabel da Cruz Breda	M5070
Professor Orientador Pedagógico: Cristina Guedes	
Professor Orientador Científico: José Amoreira / Lurdes Ciríaco	

Módulo 3: Luz e Fontes de Luz	
Sumário 124 e 125:	Data: 23/05/2013
Origem microscópica da luz. Tipos de fontes de luz.	Duração: 90 min.

Conteúdos:
<ul style="list-style-type: none"> • Espetros de emissão e absorção de riscas. • Quantização de energia. • Modelo atómico de Bohr. • Condição de Bohr. • Níveis energéticos no átomo de hidrogénio. • Séries de Lyman, Balmer e Paschen do espetro de emissão. • Tipos de fontes incandescentes e luminescentes.

Recursos didáticos:
<ul style="list-style-type: none"> • Texto de apoio - Apêndice 1. • Ficha de exercícios - Apêndice 2. • Resolução dos exercícios propostos - Apêndice 3. • Quadro interativo e ActivInspire. • Extratos da série do canal Odisseia “Ciência Curiosa: Luz” disponível em, http://www.dailymotion.com/video/xuq1v7_ciencia-curiosa-luz-odisseia_tech#.UXclPhRdbMw

Avaliação:
<ul style="list-style-type: none"> • Pontualidade. • Empenho, interesse e participação demonstrados pelos(as) alunos(as) nas atividades desenvolvidas na sala de aula. • Compreensão dos conteúdos, apreciação crítica dos resultados e autonomia na resolução de problemas.

Objetivos	Estratégias
Caracterizar os níveis de energia dos elétrons nos átomos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mencionar que os átomos e as moléculas se encontram normalmente no estado de menor energia, ou estado fundamental, podendo excitar-se a um estado de maior energia que o estado fundamental através de diferentes meios (e.g. colisões inelásticas, aquecimento, absorção de radiação).
Reconhecer que, para emitir luz, o átomo tem de ser previamente excitado, absorvendo energia. E que um átomo excitado tende a regressar a um estado de energia mais baixa, podendo emitir radiação.	<ul style="list-style-type: none"> • Referir que a excitação envolve absorção de energia pelos elétrons nos átomos. E que estes libertam o seu excesso de energia na forma de radiação eletromagnética, e que ao conjunto de frequências características que uma substância absorve ou emite designa-se por espectro de absorção ou emissão, respetivamente (Figura 15 - apêndice 1). • Explicitar que os espectros atômicos são geralmente formados por frequências, das regiões IV, visível e UV. • Distinguir os espectros de absorção e emissão atômicos, mostrando a figura 16 do texto de apoio (Apêndice 1).
Atribuir a origem microscópica da luz, à transição de um elétron de um nível de maior energia E_m para um nível de menor energia E_i .	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir o modelo atômico de Bohr para explicar os espectros de emissão e de absorção atômicos. • Referir a hipótese de quantização de energia proposta por Planck, reconhecendo que a frequência da luz emitida ou absorvida pelo átomo é igual a $\Delta E = h\nu$, em que h é a constante de Planck. • Associar às transições, uma variação de energia do átomo,

	$\Delta E = E_f - E_i$, e apresentar a condição de Bohr.
Consolidação de conhecimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Exemplificar com o caso do hidrogénio, introduzindo a equação que permite calcular a energia em cada nível nestes casos, esquematizando com diagrama de energias para o átomo de hidrogénio (Figura 17 texto de apoio- Apêndice 1) e identificando as séries de transições obtidas no espetro de hidrogénio, associando-lhes uma gama de radiação (Figura 18, texto de apoio- Apêndice 1). Resolver os exercícios propostos no texto de apoio (Exemplo 4 e Exercício 3 - Apêndice 1 e exercício 1 da ficha de exercícios - Apêndice 2)
Descrever os tipos mais correntes de fontes luminosas e associar a cada fonte luminosa uma forma particular de excitação de átomos e características precisas da radiação emitida.	<ul style="list-style-type: none"> Indicar que as fontes luminosas podem ser de dois tipos, incandescentes e luminescentes, distinguindo-as e exemplificando (Figura 19-22 do texto de apoio - Apêndice 1).
Interpretar com base em diagramas esquemáticos simples os mecanismos de excitação e decaimento das fontes de luz.	<ul style="list-style-type: none"> Introduzir uma breve história sobre o desenvolvimento das fontes de luz dando especial relevo às descobertas de Humphry Davy, Thomas Edison e seus colaboradores e Nikola Tesla, interpretando-as com o auxílio de extratos da serie “Ciência Curiosa” do canal Odisseia.
Consolidação de conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> Pedir aos alunos para realizar em casa os exercícios propostos na ficha de exercícios (Apêndice 2).

Referências:
[1] Alonso, M. e Finn, E. J.; <i>Física</i> ; 2012; Lisboa: Escolar Editora.
[2] Morais A. M. e Parente, F. C.; . <i>Física - Física e Química - Módulos F3/F6 - Extensões E1.F3/E2.F3/E.F6 - Ensino Profissional - Nível 3</i> ; 2009; Porto: Porto Editora.
[3] Hewitt, P. G.; <i>Física Conceitual</i> ; 2002; Porto legre: ARTMED Editora, S. A.
[4] Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; <i>Química 10 - Física e Química A - 10.º ano - Ensino Secundário</i> ; 2008; Porto: Areal Editores, S. A
[5] Simões, T. S., Queirós M. A. e Simões, M. O.; <i>Química em Contexto - Física e Química A - Química 10.º Ano</i> ; 2008; Porto: Porto Editora, SA.
[6] Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M. e Fiolhais, C.; <i>10Q - Física e Química A - 10.º Ano</i> ; 2007; Lisboa: Texto Editores, Lda.

Referências online:

DGFV-ME (2007). *Programa componente de formação científica - Disciplina de Física e Química - Cursos profissionais de nível secundário*. <http://www.anqep.gov.pt/default.aspx/i007506.pdf>

http://www.dailymotion.com/video/xuq1v7_ciencia-curiosa-luz-odisseia_tech#.UXcIPhRdbMw

Apêndice 1: Texto de apoio

2. Radiação e Fontes de luz visível

2.1 Origem microscópica da luz

Os átomos e moléculas encontram-se normalmente no estado de menor energia, ou estado fundamental, podendo excitar-se a um estado de maior energia que o estado fundamental através de diferentes meios (e.g. colisões inelásticas, aquecimento, absorção de radiação).

A excitação envolve absorção de energia pelos eletrões nos átomos (Figura 15a). Os átomos após a excitação voltam ao estado de menor energia através de desexcitação, emitindo energia na forma de radiação eletromagnética (Figura 15b).

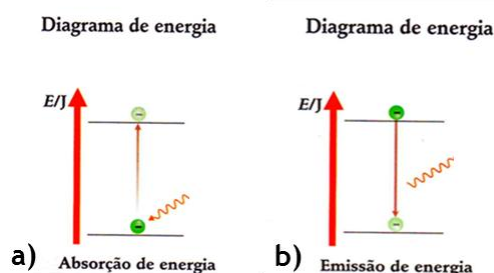


Figura 15- a) Excitação por absorção de radiação; b) Relaxação com emissão de radiação.

O conjunto de frequências características que uma substância absorve designa-se espectro de absorção. E o conjunto de frequências características que uma substância emite designa-se espectro de emissão.

Os espectros atômicos são geralmente formados por frequências, das regiões IV, visível e UV, que são suficientemente espaçadas aparecendo como linhas separadas, por esta razão, são também designados espectro de linhas ou de riscas. O espectro de absorção envolve sempre um espectro de emissão contínuo, de fundo, ao qual são subtraídas algumas radiações. As riscas pretas correspondem à absorção de radiação que é provocada pela excitação de átomos. As riscas coloridas no espectro de emissão correspondem à emissão atômica provocada pela desexcitação de átomos (Figura 16).

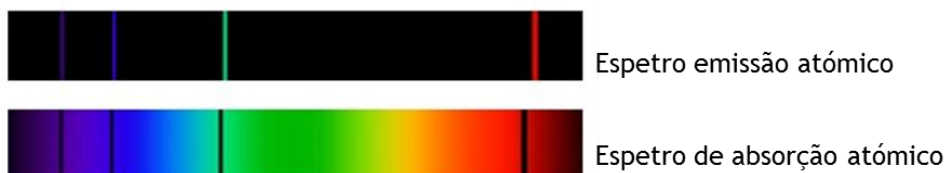


Figura 16. Exemplo de espectros de riscas.

Niels Bohr (1913), para explicar os espectros de emissão e de absorção observados experimentalmente, supôs que a energia de um sistema ligado de cargas pode ter apenas certos valores, significando que a **energia está quantizada**. Os estados correspondentes a tais energias são designados de estados estacionários e os valores possíveis da energia, níveis de energia.

Sendo os níveis de energia na matéria quantizados. A transição entre dois estados de energia específicos está associada a uma quantidade de energia bem definida. Assim, um resultado direto da quantização dos níveis de energia é de que **para cada espécie individual apenas energias específicas de radiação pode ser absorvida ou emitida**.

Os processos de absorção e emissão podem ser explicados usando um modelo no qual uma espécie química possui dois estados quantizados, f e i , de energia, E_f e E_i , onde i é um nível de menor energia do que f . Para alcançar o estado f , a espécie inicialmente no estado i tem de ganhar energia, e fá-lo absorvendo energia da radiação eletromagnética.

Normalmente a absorção ocorre num só processo, e por isso a diferença de energia entre os estados de maior (f) e menor (i) energia corresponde exatamente à energia de um fóton da radiação incidente. A esta condição, em que a absorção só ocorre se $E_f - E_i = h\nu$, designa-se por **condição de Bohr**.

Como já referimos, a emissão de radiação ocorre quando uma espécie química transita de um estado de maior energia, f , para um estado de menor energia, i . Pode ocorrer emissão de luz visível ou de outra radiação eletromagnética.

No caso do hidrogénio, verificou-se que a energia dos estados estacionários (Figura 17) obedece a uma equação da forma:

$$E_n = -\frac{2,179 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J},$$

onde n é um número inteiro.

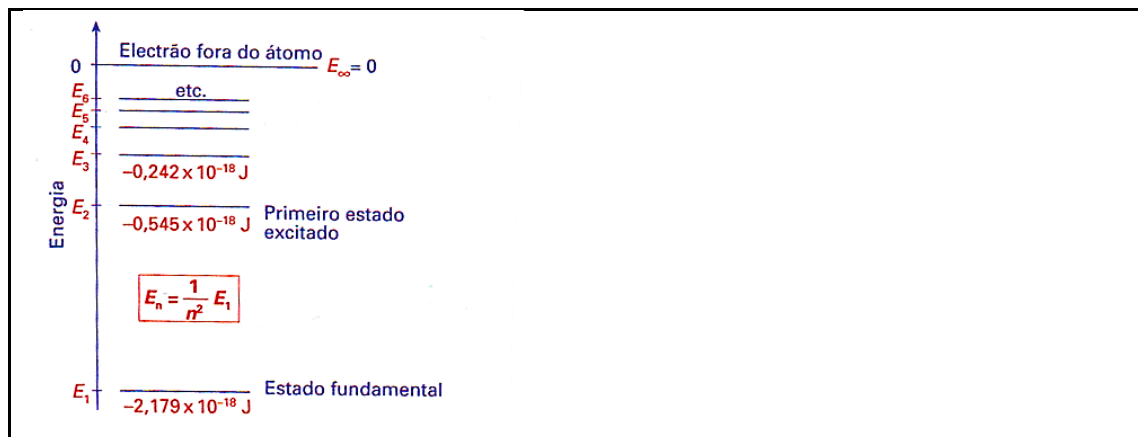


Figura 17- Níveis energéticos no átomo de Hidrogénio, calculados a partir da expressa deduzida por Bohr.

O espectro de hidrogénio ($Z=1$) (e analogamente para os espectros de outros átomos) classifica-se em termos de séries, onde cada série é formada por transições que têm em comum o estado de menor energia (Figura 18).

Série de Lyman: transições de $n \geq 2$ para $n = 1$, emitem radiação UV.

Série de Balmer: transições de $n \geq 3$ para $n = 2$, emitem radiação visível.

Série de Paschen: transições de $n \geq 4$ para $n = 3$, emitem radiação IV.

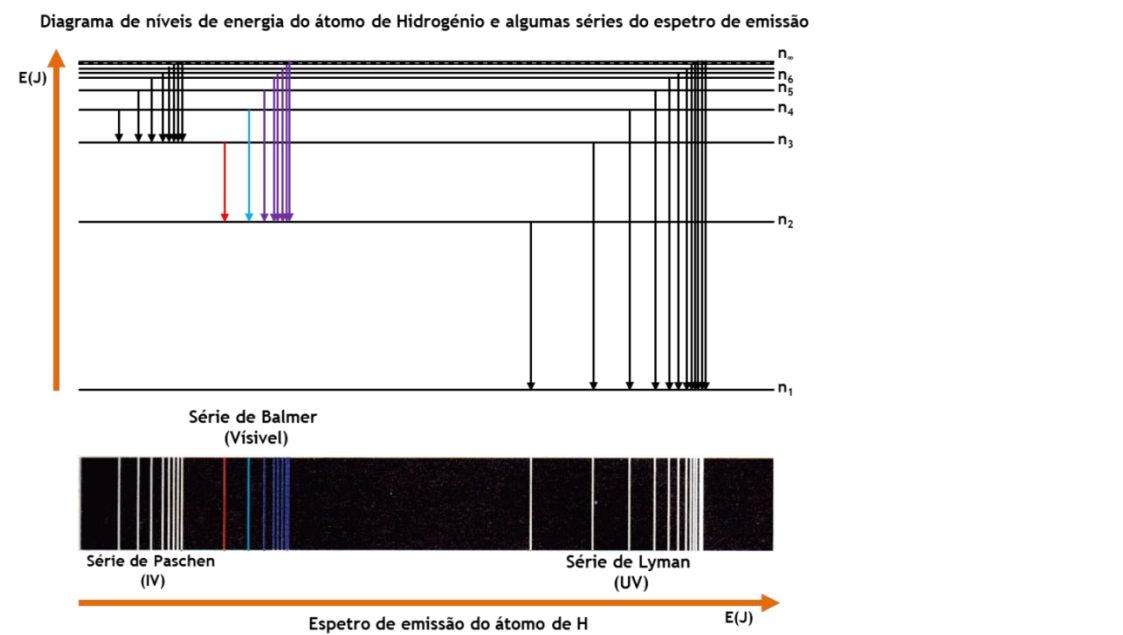


Figura 18- Diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogénio e algumas séries do espectro de emissão.

EXEMPLO 4: A figura 18 representa o diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogénio:

- a) Calcule a energia correspondente à segunda risca da série de Balmer.
- b) Uma radiação visível seria capaz de provocar a excitação do átomo H a partir do

seu estado fundamental? Justifique.

Resposta:

a) A segunda risca de Balmer corresponde à transição do nível 4 para o nível 2 e a sua energia será dada pela Condição de Bohr: $E = E_4 - E_2$.

No caso do H ($Z=1$) a energia em cada nível obedece à equação $E_n = -\frac{2,179 \times 10^{-18}}{n^2}$ J

Logo, a energia da segunda risca de Balmer é

$$E = E_4 - E_2 = -\frac{2,179 \times 10^{-18}}{4^2} - \left(-\frac{2,179 \times 10^{-18}}{2^2}\right) = 4,08 \times 10^{-19} \text{ J}$$

b) Não, no caso do átomo de H é necessária radiação UV para provocar a excitação do átomo H a partir do seu estado fundamental.

EXERCICIO 3: Indique para que nível é excitado o elétron de um átomo de hidrogênio que absorve a energia de um fóton cuja frequência é $2,92 \times 10^{15}$ Hz.

2.2 Tipos de fontes de luz visível

As fontes de luz visível podem ser de dois tipos: **incandescentes** e **luminescentes**.

2.2.1 Fontes Incandescentes

Incandescente significa brilhar com calor intenso. Fontes de luz que **emitem radiação visível e calor** são denominadas de fontes incandescentes.

São exemplos de fontes incandescentes, as estrelas, as chamas e as lâmpadas incandescentes.



Figura 19- Exemplos de fontes de radiação visível incandescentes (Sol, vela, lâmpada de halogênio).

2.2.2 Fontes Luminescentes

A luminescência por oposição à incandescência, é a propriedade de algumas substâncias que **emitem radiação visível a baixas temperaturas**.

São exemplos de fontes luminescentes, descargas elétricas na atmosfera, bioluminescência (emissão de luz por um organismo vivo), lâmpadas fluorescentes, Díodo Emissor de Luz (LED) e LASER.



Figura 20- Exemplos de descargas elétricas da atmosfera, fontes de luz visível: relâmpagos e aurora boreal.



Figura 21- Exemplos de organismos vivos bioluminescentes: pirlampo, anêmonas, corais e peixe lanterna.



Figura 22- Exemplos de lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas, LED e LASER.

2.2.3 História do desenvolvimento das fontes de luz de origem elétrica

O ser humano usa diferentes fontes de luz desde sempre. Afinal, sem luz, o pôr-do-sol punha fim a todas as atividades. Na época anterior às lâmpadas, o homem tinha duas opções: ou ficava sentado, às escuras, a ansiar por uma Lua cheia, ou queimava qualquer coisa.

Ao longo da História houve muitos tipos de iluminação: archotes, candeeiros a óleo e velas. Durante bastante tempo, o homem dependeu da luz trémula e fraca de algo que ardia. As velas existem há milhares de anos, mas só emitem um centésimo da luz de uma lâmpada incandescente. Além disso, não são seguras.

Com o início da Revolução Industrial, a procura de carvão intensificou-se. Contudo, a extração de carvão revelava-se perigosa e mortal, pela simples razão de os mineiros precisarem de luz para trabalhar. A luz implicava chamas e archotes que em contato com gases explosivos que se acumulavam frequentemente nas minas, como o metano, se revelavam mortais. Humphry Davy (1815) descobriu que, ao envolver uma chama com uma rede metálica fina, os gases explosivos podiam entrar na lâmpada e alimentar a chama, mas não podiam sair da rede para inflamarem os gases, no ar, desde que a rede fosse suficientemente fina, criando assim a lâmpada Davy (Figura 23a).

O conceito da lâmpada de Davy, apesar dos seus duzentos anos, ainda pode ser vista hoje

pois é a base da lâmpada de segurança moderna, usada a cada quatro anos, para transportar a chama olímpica (Figura 23b).

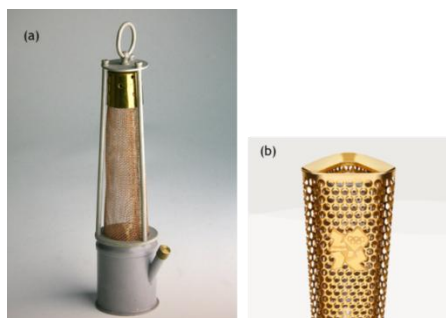


Figura 23- a) Lâmpada de Davy, b) Tocha Olímpica

Em 1800, Alessandro Volta apresenta a primeira bateria e Davy começa a concentrar a sua atenção na captação do poder da eletricidade, em vez do fogo, iniciando a história da lâmpada elétrica.

Davy ligou um pedaço de fio de platina a uma bateria e fez atravessar por ele, uma corrente elétrica. **Ao fluir pelo filamento sólido, os elétrons da corrente elétrica colidem com os átomos da platina que resistem à corrente. Quando colidem, a energia dos elétrons, na corrente elétrica, é transmitida para os elétrons da platina. Esses elétrons excitam-se e, ao passarem para um nível de menor energia, emitem radiação na forma de luz visível.** Quanto mais fino for o fio, mais resistente é, pois menos partículas podem atravessá-lo ao mesmo tempo, mais luz emite.

Infelizmente para Davy, a luz emitida não era suficientemente intensa (emissão avermelhada, como a da luz emitida por uma resistência de aquecimento de uma torradeira elétrica), nem duradouro para ser prático, além da platina ser dispendiosa.

Cerca de oito anos depois, inventou a Luz de Arco, fazendo passar uma corrente elétrica através de duas hastes de carvão que se tocavam o que criava uma faísca, que se deslocava para a outra haste de carvão. À medida que as duas hastes se afastam a corrente elétrica mantém o arco no intervalo entre ambas. Porém, as hastes de carvão ardem lentamente, durante o uso, e têm de ser continuamente ajustadas para manter a distância correta. Mais uma vez, a invenção de Davy não se tornou de uso comum.

Só em 1879 é que Thomas Edison e os seus colaboradores reformularam o filamento de Davy, ao alterar o seu tamanho e o material de que era feito para bambu carbonizado. Este pequeno fio ardia durante 1200 a 1500 horas! Depois adquiriu uma patente dos investigadores Henry Woodward e Matthew Evans, na qual, também eles tinham usado um filamento e eletricidade, mas numa ampola de vidro. **Edison construiu assim a primeira lâmpada incandescente comercial (Figura 24), constituída por um filamento de bambu**

carbonizado ligado à corrente elétrica, inserido num bolbo de vidro sob vazio. A ausência de oxigênio no seu interior evita que o filamento arda, enquanto a eletricidade o mantém aceso. Quanto maior for o vazio no bolbo, menos partículas se movem dentro dele, havendo menos pressão provocada pelo movimento e colisão das partículas gasosas, e o filamento dura mais tempo.

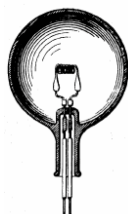


Figura 24- Lâmpada de Edison.

A primeira lâmpada comercial de Edison só durava 13,5 horas. Desde então a lâmpada de Edison tem vindo a ser melhorada e uma boa lâmpada incandescente moderna pode durar 60 000 horas. São baratas, eficazes e fáceis de usar.

Porém, uma lâmpada incandescente só converte 5% da energia que capta em luz visível e 95 % é desperdiçada ao ser transformada em calor. Por este motivo, a União Europeia decidiu abolir as lâmpadas incandescentes a partir de 2012.

Uma lâmpada não precisa de aquecer para produzir luz. E pouco mais de uma década depois de Edison ter criado a sua lâmpada, Julius Plucker e Heinrich Geissler já tinham dado involuntariamente o primeiro passo na criação de uma lâmpada energeticamente eficiente, ao fazerem experiências com eletricidade e gases.

Na década de 1890, fizeram uma corrente atravessar uma série de tubos de vidro, com pequenas quantidades de gases, observando uma surpreendente quantidade de luz, que os deixou temporariamente cegos. Os tubos cintilantes eram uma novidade científica que, décadas mais tarde, se tornariam luzes de néon.

Com o tempo, a tecnologia subjacente às lâmpadas de gases melhorou e Nikola Tesla criou a lâmpada fluorescente (Figura 25), que foi introduzida no mercado consumidor em 1938.



Figura 25- Nikola Tesla e a lâmpada fluorescente.

O processo envolvido neste tipo de lâmpada é muito simples. Quando uma corrente

elétrica atravessa um tubo ou ampola, cheio de gás, os gases desempenham o papel de filamento. As partículas da eletricidade excitam os elétrons dos átomos do gás o que, por sua vez, os faz emitir luz. A luz emitida pelo gás é ultravioleta, que não podemos ver.

Para a tornar visível tem de se acrescentar fósforo. Sem a presença de fosforo, chama-se luz negra, como as luzes UV das discotecas.

Quando luz ultravioleta emitida pelo gás encontra o fósforo, excita os elétrons deste, e quando os elétrons do fósforo retomam o seu estado fundamental, emitem luz visível. Este processo (materiais que são excitados com luz ultravioleta emitem luz visível sob relaxação) designa-se fluorescência e é por isso que estas lâmpadas se designam fluorescentes.

As lâmpadas fluorescentes têm uma duração até 20 000 horas de radiação continua, e geram uma economia de 80% em relação às lâmpadas incandescentes por emitirem mais energia eletromagnética em forma de luz do que calor. São por esta razão designadas de fontes frias.

Por outro lado as luzes LED podem durar décadas. Os díodos emissores de luz ou LEDs como se designam, foram inventados em 1962 por Nick Holonyak, hoje podem encontrar-se praticamente em todo o lado, desde o comando à distância, ou televisor, aos relógios de pulso e semáforos.

O filamento desta pequena lâmpada é iluminado pelas partículas móveis num material durável como o silício, que não se desgasta nem aquece muito. Os LEDs não podem produzir luz branca, em vez disso, modificam-se LEDs azuis para emitirem uma luz azul-clara, fria e agressiva para a vista.

Em 2005, uma descoberta acidental elevou o LED a um novo nível. Michael Bowers, ao realizar experiências com pontos quânticos (cristais apenas com alguns nanómetros), verificou que ao incidir uma luz sobre um aglomerado de pontos estes emitem uma luz branca, suave.

A descoberta de Bowers significa que LEDs cobertos de pontos quânticos podem, no futuro, ser usados para emitirem um belo brilho branco.

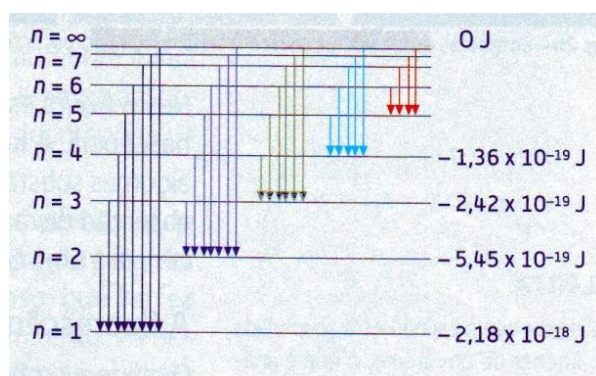
De facto, as fontes de luz modernas são extraordinárias e algumas nem conseguimos ver a olho nu. A luz em feixes está em todo o lado sob a forma de raios LASER. Está dentro dos leitores de DVD, dos discos rígidos dos computadores. Pode soldar metais ou ser utilizado em exames médicos.

As origens do LASER remontam ao início do séc. XX., e devem o seu nome “amplificação da luz por emissão de radiação estimulada” a Einstein que foi quem sugeriu a sua possibilidade, em teoria, com o conceito de emissão estimulada.

Muitos cientistas tentaram criar o LASER com base na hipótese inicial de Einstein. Mas durante muito tempo permaneceu apenas uma teoria, pois ninguém conseguiu ainda pô-la em prática. O primeiro LASER de sucesso surgiu graças a Theodore Maiman (1959), que com um *flash* fotográfico fez incidir luz sobre um rubi sintético, para estimular os átomos de crómio no seu interior.

Apêndice 2: Ficha de exercícios

1. No esquema estão apresentadas transições eletrónicas possíveis no átomo de hidrogénio.



- Calcule a frequência das três riscas de energia menos elevada na região do visível.
- Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é constante ($c = 3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$), e se relaciona com a frequência e o comprimento de onda pela equação $c = \lambda \nu$, calcule a frequência e o comprimento de onda no vácuo do fóton emitido quando o átomo de hidrogénio transita do estado $n=3$ para $n=1$.

2. Classifique como verdadeiras ou falsas as afirmações seguintes:

- O espectro visível do hidrogénio atómico obtém-se quando o eletrão, previamente excitado, regressa ao estado fundamental.
- O espectro do átomo de hidrogénio apresenta riscas na zona ultravioleta.
- A obtenção de espectros atómicos de riscas, quer de emissão, quer de absorção, constitui uma prova de que os eletrões nos átomos podem ter apenas certos valores de energia.
- Quanto mais energético for um eletrão num átomo, menor é a energia necessária para o remover.
- Se o eletrão de um átomo de hidrogénio for excitado ao nível $n=6$, esse átomo só pode emitir, por emissão, radiação visível.

3. A intensidade da luz emitida por uma lâmpada incandescente varia com a temperatura. A temperatura mais baixa (800 K) a luz emitida é vermelho-alaranjada; a temperatura mais

elevada o filamento emite uma luz branco-azulada.

Selecione a opção que permite escrever uma afirmação verdadeira.

Quanto maior é a temperatura do filamento...

- (A) ... maior é o comprimento de onda da luz emitida.
 (B) ... maior é o deslocamento para o violeta da frequência da luz emitida.
 (C) ... menor é o número de elétrons emitido.
 (D) ... menor é a energia da radiação emitida.

4. Descreva os processos que ocorrem numa lâmpada incandescente e numa lâmpada fluorescente.

5. Indique três sistemas que sejam emissores de luz por incandescência e três sistemas que sejam emissores de luz por luminescência. Quais os considerados fontes frias de emissão de luz?

Apêndice 3: Resolução dos exercícios propostos

EXERCÍCIO 3

$$E = hv = 6,63 \times 10^{-34} \times 2,92 \times 10^{15} = 1,93 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = E_n - E_1 \Leftrightarrow 1,93 \times 10^{-18} = -\frac{2,179 \times 10^{-18}}{n^2} - \left(-\frac{2,179 \times 10^{-18}}{1^2}\right) \Leftrightarrow$$

$$n^2 = \frac{-2,179 \times 10^{-18}}{1,93 \times 10^{-18} - 2,179 \times 10^{-18}} = 9$$

$$n = 3$$

FICHA DE EXERCÍCIOS - Capítulo 2

1. a) A frequência das três riscas de energia menos elevada na região do visível dizem respeito às primeiras transições de Balmer, assim:

$$hv_1 = E_3 - E_2 \Leftrightarrow 6,63 \times 10^{-34} \times v_1 = -2,42 \times 10^{-19} - (-5,45 \times 10^{-19})$$

$$\Leftrightarrow v_1 = 4,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$hv_2 = E_4 - E_2 \Leftrightarrow 6,63 \times 10^{-34} \times v_2 = -1,36 \times 10^{-19} - (-5,45 \times 10^{-19})$$

$$\Leftrightarrow v_2 = 6,17 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$hv_3 = E_5 - E_2 \Leftrightarrow 6,63 \times 10^{-34} \times v_3 = -\frac{2,179 \times 10^{-18}}{5^2} - (-5,45 \times 10^{-19})$$

$$\Leftrightarrow v_3 = 6,90 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

b)

$$E = E_3 - E_1 \Leftrightarrow 6,63 \times 10^{-34} \times v = -2,42 \times 10^{-19} - (-2,18 \times 10^{-18}) \Leftrightarrow v = 2,92 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$c = \lambda v \Leftrightarrow 3,0 \times 10^8 = \lambda \times 2,92 \times 10^{15} \Leftrightarrow \lambda = 1,02 \times 10^{-7} \text{ m} = 102 \text{ nm}$$

2. São verdadeiras as afirmações B, C e D.

3. (B)

4. Nas lâmpadas incandescentes os elétrons da corrente elétrica colidem com os átomos do filamento fazendo com que estes passem a um estado de maior energia. Os elétrons dos átomos do filamento retornam posteriormente a um nível de menor energia, emitindo radiação na forma de luz visível.

Nas lâmpadas fluorescentes as partículas da eletricidade excitam os elétrons dos átomos do gás contidos na ampola, que relaxam com emissão de luz ultravioleta. A radiação ultravioleta é então absorvida pelo fósforo, que retorna ao seu estado fundamental emitindo luz visível.

5. Sistemas emissores de luz incandescente: Sol, Vela, lâmpada de tungstênio.

Sistemas emissores de luz luminescente: Relâmpago, organismos vivos luminescentes (e.g. pirilampos), lâmpadas fluorescentes.

São considerados fontes frias de luz os sistemas de emissão de luz luminescente.

Reflexão

Aula n.º 124 e 125

Data: 23/05/2013

Os conteúdos a abordar nesta aula foram claramente definidos e articulados com aprendizagens anteriores e com aprendizagens a realizar, o que permitiu uma melhor organização “hierárquica” de conhecimentos por parte dos alunos.

Os exercícios apresentados, reforçaram a compreensão dos conceitos lecionados e serviram como demonstração de aplicação dos mesmos, proporcionando aos alunos material de trabalho e de estudo de forma a complementar as suas aprendizagens.

Apesar do texto de apoio sob o subtema “História do desenvolvimento das fontes de luz de origem elétrica” ser um pouco extenso, foi realizada a demonstração dos processos mais relevantes com o apoio do vídeo mencionado, o que permitiu gerar uma maior dinâmica e um aumento de interesse por parte dos alunos no tema. O *link* para visualização do vídeo na sua totalidade foi colocado na página da turma no *facebook* tendo-se observado que grande parte dos alunos tiveram interesse e/ou curiosidade em revê-lo.

2.1.2 Reações Químicas e Equilíbrio Homogéneo

Este módulo foi planificado tendo em conta os objetivos de aprendizagem descritos no plano curricular desenvolvido pela Direção Geral de Formação Vocacional do Ministério da Educação (DGFV-ME, 2007), a idade dos estudantes e os conteúdos programáticos já abordados. A Tabela 2.1 contém a planificação dos conteúdos e objetivos de aprendizagem relativos ao tema “Reações químicas e Equilíbrio Homogéneo”.

Tabela 2.1 - Planificação do módulo “Reações Químicas e Equilíbrio Homogéneo”

CONTEÚDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1- Reações químicas	
<p>1.1- Aspetos qualitativos de uma reação química</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a ocorrência de uma reação química pela formação de novas substâncias. • Interpretar a ocorrência de uma reação química por rearranjo de átomos. • Representar reações químicas através de equações químicas. • Realizar a leitura da equação química em termos de moles, massas e volumes. • Reconhecer diferentes tipos de reações químicas.
<p>1.2- Aspetos quantitativos de uma reação química</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar a conservação da massa numa reação química. • Reconhecer que uma equação química traduz a conservação do número de átomos. • Acertar equações químicas. • Estabelecer relações entre as várias quantidades de reagentes e produtos em termos de massa, quantidade química e volume. • Explicitar que normalmente os reagentes não se encontram em quantidades que obedecem às proporções estequiométricas, havendo um reagente limitante e outro(s) em excesso. • Caracterizar reagente limitante e reagente em excesso. • Reconhecer que há reações completas e incompletas. • Explicitar que normalmente o rendimento de uma reação química é inferior a 100%. • Identificar o rendimento de uma reação química como sendo o quociente entre a massa, a quantidade ou o volume obtido e a massa, a quantidade ou o volume teórico. • Interpretar o facto das reações completas poderem apresentar um rendimento igual a 100% e as incompletas apresentarem sempre um rendimento inferior a 100%. • Referir que a maioria dos reagentes utilizados em laboratório não é pura, pelo que é necessário a determinação do seu grau de pureza. • Interpretar o grau de pureza como o quociente entre a massa pura e massa total da amostra. • Realizar exercícios numéricos envolvendo reações em que

	<p>apliquem acerto de equações, quantidade química, massa molar, massa, volume molar, volume e concentração.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar exercícios envolvendo reações químicas com reagente limitante, rendimento e grau de pureza.
2- Aspectos energéticos de uma reação química	
<p>2.1- Energia envolvida numa reação química</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que uma reação química envolve variações de energia. Interpretar a energia da reação química como o saldo entre a energia envolvida na rutura e formação de ligações químicas, exprimindo o seu valor em termos de variação de entalpia (ΔH).
<p>2.2- Reações endotérmicas e exotérmicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Distinguir reações endotérmicas de exotérmicas. Identificar reações que são utilizadas para produzir energia térmica útil.
3- Reações incompletas e equilíbrio químico	
<p>3.1- Reversibilidade das reações químicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar a ocorrência de reações incompletas com a ocorrência simultânea das reações direta e inversa. Interpretar a ocorrência de uma reação reversível. Representar uma reação reversível com duas setas de sentidos opostos. Identificar reação direta e inversa. Associar ao estado de equilíbrio um estado em que, macroscopicamente, não se registam variações. Associar ao estado de equilíbrio um estado em que a velocidade da reação direta e inversa são iguais. Identificar equilíbrio químico como um estado de equilíbrio dinâmico. Caracterizar estado de equilíbrio químico como uma situação em que as concentrações de todas as espécies permanecem constantes. Interpretar gráficos que traduzem a variação da concentração ao longo do tempo. Identificar a reação de síntese do amoníaco como exemplo de um equilíbrio homogéneo (sistema fechado). Reconhecer a importância do estudo do equilíbrio químico a nível industrial, biológico e biotecnológico.
<p>3.2- Aspectos quantitativos do equilíbrio químico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Escrever expressões da constante de equilíbrio (K_c). Verificar que a constante de equilíbrio (K_c) depende da temperatura. Relacionar a extensão da reação com o valor da constante de equilíbrio Relacionar o valor da constante de equilíbrio da reação direta com o da reação inversa. Utilizar os valores das constantes de equilíbrio da reação direta e inversa, para comparar a extensão relativa destas

<p>3.3- Equilíbrios e desequilíbrios de um sistema reacional.</p>	<p>reações.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traduzir quociente da reação (Q_c) através de expressões idênticas às da constante de equilíbrio (K_c). • Comparar os valores de Q_c e K_c para prever o sentido da progressão da reação. • Referir os fatores que podem alterar o estado de equilíbrio. • Identificar o Princípio de Le Châtelier. • Prever a evolução do sistema quando varia a concentração de produtos ou de reagentes. • Explicitar que a variação de pressão está relacionada com a quantidade estequiométrica de produtos e reagentes. • Prever a evolução do sistema quando varia a temperatura para reações exotérmicas e endotérmicas. • Associar à variação de temperatura uma variação no valor de K_c. • Reconhecer que o papel desempenhado pelo catalisador é apenas de aumentar a velocidade das reações.
--	--

O material didático utilizado na prática letiva deste tema, à semelhança do anterior, foi todo elaborado pela proponente e inclui texto de apoio, fichas de trabalho, atividades experimentais, provas de avaliação e critérios de correção de todas as atividades desenvolvidas. Todo o material didático foi elaborado com o apoio a livros técnicos, manuais escolares e páginas de internet devidamente referenciados nos planos de aula realizados.

Todas as estratégias mencionadas na componente de Física (secção 2.1.1) foram também aplicadas na leção deste tema.

A utilização e interpretação de simulações computacionais foi também uma estratégia empregada neste caso. De uma forma geral, os alunos reagiram bem a este tipo de abordagem uma vez que implica a utilização de novas tecnologias que são do interesse da maioria e permite a visualização da representação das situações.

Algumas aulas foram lecionadas com o apoio de uma apresentação de PowerPoint, nomeadamente “Princípio de Le Châtelier e fatores de que depende o equilíbrio químico”, permitindo apresentar conteúdos, conceitos, descrições e imagens de forma mais sucinta do que o exposto no texto de apoio.

Uma das estratégias que mereceu maior atenção na leção deste tema foi a realização de atividades laboratoriais. Estas foram elaboradas de forma a confrontar os alunos com as suas preconcepções e estimular a aquisição progressiva de conhecimentos científicos.

Foram efetuadas as atividades “Cola Química” cujo objetivo é a observação de uma reação fortemente endotérmica e “Síntese do sulfato de tetraaminocobre(II) mono-hidratado”, que

Capítulo 2

tem como objetivo a realização de uma reação de síntese e aplicação de conhecimentos no cálculo estequiométrico e rendimento da reação.

A preparação das atividades laboratoriais iniciou-se pesquisando, em vários manuais, procedimentos que pudessem ser realizados com o material que a escola dispusesse. Após a adoção de um procedimento, este foi testado e melhorado tendo sido inserida a sua descrição na respetiva ficha da atividade trabalho laboratorial. Salienta-se que foi tida em atenção a utilização de microescala melhorando os custos quer económicos quer ambientais.

Para avaliação deste módulo além das atividades laboratoriais foram realizados duas provas de avaliação, uma prova de recuperação e análise de atitudes e valores.

Os conteúdos foram abordados no decorrer de 28 blocos de 45 minutos, tendo sido todos assistidos pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes. A Professora Orientadora Científica Lurdes Ciríaco esteve também presente em quatro deles. As fichas de trabalho elaboradas para este tema revelaram-se muito extensas pelo que a proponente além das aulas estipuladas ainda lecionou aulas de apoio de forma a resolver todos os exercícios e esclarecer dúvidas expostas pelos alunos.

Para todas as aulas foram elaborados planos e posteriormente realizadas reflexões sobre o desempenho profissional, avaliação, discussão e reformulação de estratégias. Apresenta-se de seguida o plano de uma das aulas lecionada no âmbito deste tema, regidas pelas duas orientadoras:



Agrupamento de Escolas do Fundão
Curso Profissional de Análise Laboratorial

Plano de Aula - PTAL12



Susana Isabel da Cruz Breda	M5070
Professor Orientador Pedagógico: Cristina Guedes Professor Orientador Científico: José Amoreira / Lurdes Ciríaco	

Módulo 9: Reações Químicas e Equilíbrio Químico	
Sumário 68 e 69:	Data: 24/01/2013
Reversibilidade das reações químicas. Constante de equilíbrio.	Duração: 90 min.

Conteúdos:
<ul style="list-style-type: none">• Reações reversíveis e reações irreversíveis;• Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico;• Classificação de um equilíbrio químico em relação às fases dos seus componentes;

- Constante de equilíbrio;
- Lei da ação das massas.

Recursos didáticos:

- Texto de apoio (Apêndice 1)
- Resolução dos exercícios propostos (Apêndice 2).
- Quadro interativo e ActivInspire.

Avaliação:

- Pontualidade.
- Empenho, interesse e participação demonstrados pelos(as) alunos(as) nas atividades desenvolvidas na sala de aula.
- Compreensão dos conteúdos, apreciação crítica dos resultados e autonomia na resolução de problemas.

Objetivos	Estratégias
Interpretar o conceito de reação reversível e irreversível.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar os gráficos que traduzem a variação da concentração das espécies intervenientes na reação ao longo do tempo, para reações reversíveis e para reações irreversíveis (texto de apoio, apêndice 1). • Identificar reação direta e reação inversa. • Reconhecer que existem reações reversíveis em situação de não equilíbrio. • Resolução do Exemplo 9 e do exercício proposto no texto de apoio (apêndice 1, resolução - apêndice 2).
Associar estado de equilíbrio a todo o estado de um sistema reacional em que, macroscopicamente, não se registam variações de propriedades físico-químicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar estado de equilíbrio químico como uma situação em que as concentrações de todas as espécies permanecem constantes. • Interpretar os gráficos que traduzem a variação da concentração ao longo do tempo, para cada um dos componentes de uma mistura reacional (texto de apoio, apêndice 1). • Referir que no estado de equilíbrio as propriedades macroscópicas do sistema (cor, temperatura, concentrações e outras) não se alteram.
Identificar equilíbrio químico como um estado de equilíbrio dinâmico.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar os gráficos que traduzem a variação de velocidade da reação direta e inversa ao longo do tempo (texto de apoio, apêndice 1). • Referir que sob o ponto de vista microscópico, no estado de

	<p>equilíbrio a reação continua a dar-se nos dois sentidos mas a velocidade de consumo dos reagentes (reação direta) é igual à velocidade da sua regeneração (reação inversa).</p>
<p>Reconhecer que há uma infinidade de estados de equilíbrio que se podem obter a partir de diferentes concentrações iniciais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Exemplificar com a reação de síntese do amoníaco (texto de apoio, apêndice 1).
<p>Classificar o equilíbrio químico em relação às fases dos seus componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Referir que o termo equilíbrio homogéneo aplica-se a reações em que todas as espécies envolvidas se encontram na mesma fase. E que uma reação reversível envolvendo reagentes e produtos em fases diferentes dá origem a um equilíbrio heterogéneo.
<p>Escrever as expressões matemáticas que traduzem a constante de equilíbrio em termos de concentração, de acordo com a Lei de Guldberg e Waage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definir o conceito de constante de equilíbrio de uma reação. Explicar os passos a ter em conta na resolução de exercícios envolvendo a constante de equilíbrio.
<p>Consolidação de conhecimentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar exercícios propostos no texto de apoio (apêndice 1).

Referências:

- [1] Gomes, M. e Gomes M. A.; *Nova Química 10 - Ciências Físico-Químicas 10.º ano*; 1997; Porto: Areal Editores, LDA.
- [2] Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; *Química 11 - Física e Química A - 11.º ano - Ensino Secundário*; 2008; Porto: Areal Editores, S. A.
- [3] Simões, T. S., Queirós, M. A. e Simões, M. O.; *Química - Física e Química - Módulos Q3/Q4/Q5 - Extensões E.Q3/E.Q4/E.Q5 - Ensino Profissional - Nível 3*; 2009; Porto: Porto Editora
- [4] Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M. e Fiolhais C.; *11Q - Física e Química A - Química - Bloco 2 - 11.º/11.2º ano*; 2008; Lisboa: Texto Editora, LDA.
- [5] Chang, R.; *Química*; 1994; Alfragide: Editora McGraw-Hill de Portugal, Lda.
- [6] Corrêa, C., Basto, F. P., Almeida, N. e Pereira, D.; *Química no Mundo Real - Física e Química A - Química - 11.º ano*; 2008; Porto: Porto Editora, S. A.
- [7] Simões, T. S., Queirós M. A. e Simões, M. O.; *Química em Contexto - Guia do Professor -*

Física e Química A - Química 11.º Ano; 2008; Porto: Porto Editora, S. A.

[8] Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; *Química 11 - Caderno de Apoio ao Professor - Física e Química A - Química 11.º Ano; 2008; Porto: Areal Editores, S. A.*

[9] Simões, T. S., Queirós M. A. e Simões, M. O.; *Química em Contexto - Caderno de Atividades - Física e Química A - Química 11.º Ano; 2008; Porto: Porto Editora, S. A.*

[10] Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; *Química 11 - Caderno de Atividades - Física e Química A - Química 11.º Ano; 2008; Porto: Areal Editores, S. A.*

Apêndice 1: Texto de apoio

3. Reações incompletas e equilíbrio químico

3.1. Reversibilidade das reações químicas

3.1.1. Reações reversíveis e reações irreversíveis

Em geral, quando se fala numa reação química considera-se que os reagentes se combinam entre si, para formarem os produtos da reação.

Nas reações estudadas até agora, reações completas, admitiu-se que a transformação de reagentes em produtos prosseguia até que pelo menos um dos reagentes se esgotasse completamente (o reagente limitante) ou no caso de os reagentes estarem em proporções estequiométricas se esgotarem ao mesmo tempo.

As reações que ocorrem num único sentido, levando a uma completa transformação de reagentes em produtos dizem-se **reações irreversíveis** (Figura 9) e representam-se com **uma única seta**, no sentido em que a reação se dá (\rightarrow).

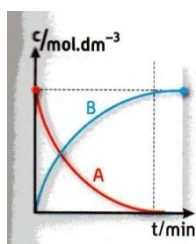
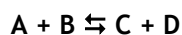


Figura 9 - Representação gráfica da variação da concentração dos reagentes e dos produtos numa reação irreversível ao longo do tempo (Adaptado, Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; *Química 11 - Física e Química A - 11.º ano - Ensino Secundário; 2008; Porto: Areal Editores, S. A.; pp. 67*).

Vimos já que uma reação incompleta é uma reação em que nenhum dos reagentes se esgota no decurso da reação.

Estas reações são **reações reversíveis**, isto é, dão-se nos dois sentidos.



No início de um processo reversível, a reação dá-se no sentido direto, mas, à medida que se formam os produtos, estes vão reagir e a reação começa a dar-se no sentido inverso.

Reação reversível - é uma reação em que os reagentes dão origem aos produtos da reação, diminuindo a sua concentração, sem, contudo, se esgotarem. Simultaneamente, os produtos da reação reagem entre si para originar reagentes.

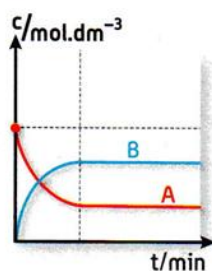


Figura 10 - Representação gráfica da variação da concentração dos reagentes e dos produtos numa reação reversível ao longo do tempo (Adaptado, Barros, A. A., Rodrigues, C., Miguelote, L. e Rocha, M. I.; Química 11 - Física e Química A - 11.º ano - Ensino Secundário; 2008; Porto: Areal Editores, S. A.; pp. 67).

Uma reação reversível representa-se por **duas setas** com sentidos opostos (\rightleftharpoons) a separar as representações simbólicas dos intervenientes na reação.

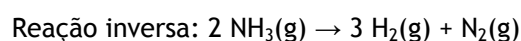
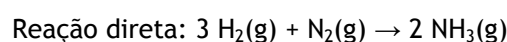
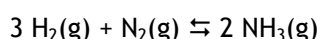
Numa reação reversível, conforme o sentido da reação que queremos referir, assim falamos em reação direta e reação inversa.

Por convenção, designa-se:

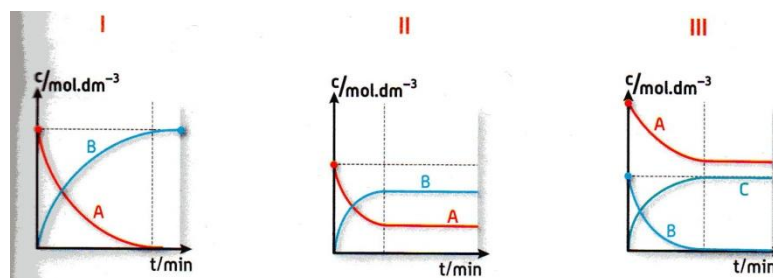
- **Reação direta** - a reação em que, na equação química, os reagentes se representam à esquerda das setas e os produtos à direita das mesmas.
- **Reação inversa** - a reação em que, na equação química, os reagentes se representam à direita das setas e os produtos à esquerda das mesmas.

Os termos “reagentes” e “produtos” podem parecer confusos neste contexto, pois qualquer substância que seja reagente numa reação direta funciona também como produto da reação inversa. De modo a evitar estas dificuldades semânticas, chamaremos às substâncias do lado direito das setas de equilíbrio “produtos” e às substâncias do lado esquerdo “reagentes”.

Um exemplo de uma reação reversível é a síntese do amoníaco, em sistema fechado:

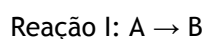


EXEMPLO 9: Considere os gráficos de concentrações, c , em função do tempo, t , abaixo desenhados. Explique quais das reações são reversíveis e quais são irreversíveis e represente-as pelas respectivas equações químicas:

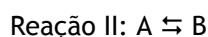


Resposta:

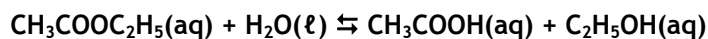
As reações I e III são reações irreversíveis, uma vez que se esgota totalmente pelo menos um dos reagentes (em I esgota-se o reagente A e em III esgota-se o reagente B).



A reação II é reversível, porque não se esgota totalmente nenhum dos reagentes. A partir de certa altura, as concentrações dos reagentes (A) e dos produtos (B) permanecem constantes. A reação deve ser representada com uma dupla seta (\rightleftharpoons) a separar os reagentes dos produtos.

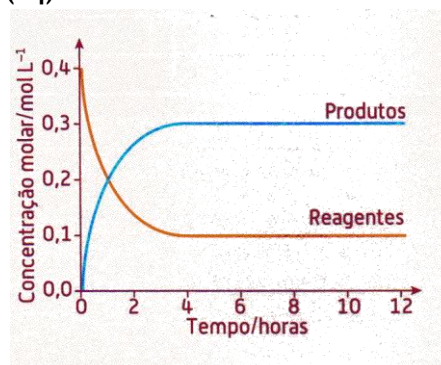


EXERCÍCIO 9: O gráfico seguinte evidencia o modo como variam as concentrações dos reagentes e dos produtos, ao longo do tempo, para a reação:



Selecione, das opções A, B, C ou D, aquela que é possível determinar a partir do gráfico.

- (A) As concentrações de equilíbrio têm todas o mesmo valor de $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$.
 (B) A reação direta para ao fim de 4 horas.
 (C) O sistema alcança o equilíbrio ao fim de 2 horas.
 (D) A reação não é completa.



3.1.2. Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico

Se uma reação é reversível e se os produtos da reação e os reagentes não forem retirados do sistema, pode atingir-se um estado de equilíbrio em que as concentrações dos reagentes e produtos se mantêm constantes no decorrer do tempo.

Neste estado, as propriedades macroscópicas do sistema (cor, temperatura, concentrações e outras) não se alteram.

À medida que o tempo passa, a velocidade da reação no sentido direto vai diminuindo (Figura 11) porque as concentrações dos reagentes também vão diminuindo. A velocidade da reação inversa vai aumentando devido ao aumento da concentração dos produtos da reação.

Quando se atinge o estado de equilíbrio as velocidades da reação direta e da reação inversa são iguais.

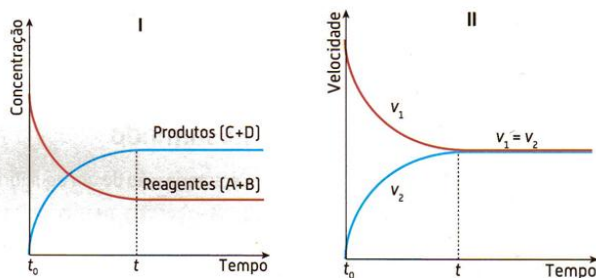


Figura 11 - (I) Variação da concentração dos componentes do sistema reacional em função do tempo; (II) variação da velocidade dos componentes do sistema reacional em função do tempo (Adaptado, Simões, T. S., Queirós, M. A. e Simões, M. O.; Química - Física e Química - Módulos Q3/Q4/Q5 - Extensões E.Q3/E.Q4/E.Q5 - Ensino Profissional - Nível 3; 2009; Porto: Porto Editora; pp.33)

Sob o ponto de vista microscópico a reação continua a dar-se nos dois sentidos mas a velocidade de consumo dos reagentes (reação direta) é igual à velocidade da sua regeneração (reação inversa).

Este estado de **equilíbrio** diz-se **dinâmico**.

Pode atingir-se o mesmo estado de equilíbrio, quer a partir dos reagentes, quer a partir dos produtos (nas mesmas quantidades estequiométricas relativas), isto é, quando a reação avança em qualquer um dos sentidos.

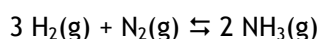
No estado de equilíbrio, coexistem todos os reagentes e todos os produtos.

Equilíbrio químico de um sistema - é o estado de equilíbrio dinâmico, em que a rapidez da variação de uma dada propriedade num sentido é igual à rapidez de variação da mesma propriedade no sentido inverso.

Um estado de equilíbrio só pode existir em sistema fechado, pois só assim é possível o contato mútuo entre todas as substâncias que intervêm na reação.

Exemplo:

A reação de síntese do amoníaco também atinge um equilíbrio químico quando ocorre em sistema fechado. Tal equilíbrio é descrito pela equação química:



Partindo de uma situação inicial onde apenas estão presentes os reagentes, estes vão-se combinando com uma rapidez inicialmente grande, diminuindo a sua concentração ao longo do tempo, porque é cada vez menor a quantidade de reagentes. A concentração do produto aumenta. Quando a rapidez da reação direta for igual à rapidez da reação inversa, atinge-se o equilíbrio químico, pelo que as concentrações de todas as espécies químicas permanecem constantes (Figura 12). A nível macroscópico a reação chegou ao fim, mas microscopicamente os processos direto e inverso continuam a processar-se com igual rapidez.

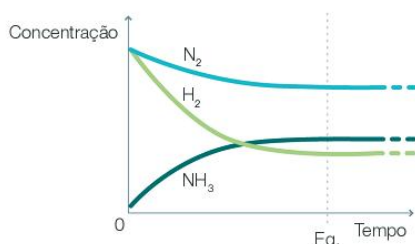


Figura 12 - Variação das concentrações de N_2 , H_2 e NH_3 , quando no início da reação só estão presentes os reagentes (Adaptado, Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M. e Fiolhais C.; *11Q - Física e Química A - Química - Bloco 2 - 11.º/11.2º ano*; 2008; Lisboa: Texto Editora, LDA.; pp.36).

Podíamos, contudo, partir de uma situação inicial em que apenas existisse amoníaco (produto) no vaso reacional (Figura 13-A). Nessa altura, a concentração deste gás diminuiria até ao equilíbrio, aumentando a produção de moléculas de hidrogénio e de moléculas de azoto (reagentes). Ou, podíamos partir de uma situação inicial em que estão presentes os reagentes e os produtos da reação (Figura 13-B).

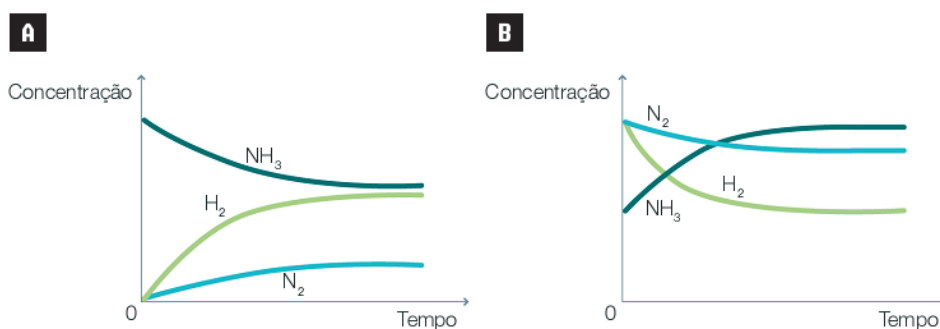


Figura 12 - Variação das concentrações de N_2 , H_2 e NH_3 , quando: (A) no início da reação só está presente o produto; (B) no início da reação estão presentes os reagentes e o produto (Adaptado, Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M. e Fiolhais C.; *11Q - Física e Química A - Química - Bloco 2 - 11.º/11.2º ano*; 2008; Lisboa: Texto Editora, LDA.; pp.36).

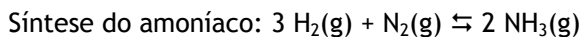
Concluimos que,

Há uma **infinidade de estados de equilíbrio** que se podem obter a partir de diferentes concentrações iniciais.

3.1.3. Classificação de um equilíbrio químico em relação às fases dos seus componentes

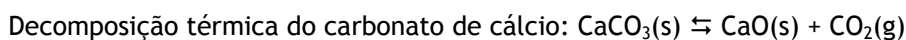
O termo **equilíbrio homogéneo** aplica-se a reações em que todas as espécies envolvidas se encontram na mesma fase.

Exemplos:



Uma reação reversível envolvendo reagentes e produtos em fases diferentes dá origem a um **equilíbrio heterogéneo**.

Exemplos:



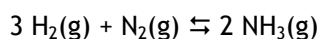
3.2. Aspetos quantitativos do equilíbrio químico homogéneo

3.2.1. Constante de equilíbrio, K_c

Um sistema fechado atinge o equilíbrio químico quando as concentrações dos diferentes intervenientes permanecem constantes, independentemente das concentrações iniciais.

Cato Guldberg e Peter Waage, em 1864, enunciaram a lei da ação das massas que relaciona as concentrações dos reagentes e dos produtos no equilíbrio em termos de uma quantidade chamada constante de equilíbrio, K_c .

Para recriar as experiências de Guldberg e Waage, considere-se a reação de síntese do amoníaco:



Na tabela 4 estão registadas as composições de equilíbrio dos sistemas obtidos em três experiências (A, B e C) partindo de diferentes composições iniciais de $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{N}_2(\text{g})$ e $\text{NH}_3(\text{g})$ (1, 2 e 3), sempre à temperatura de 500 K.

Tabela 4- Tratamento de resultados experimentais, segundo Guldberg e Waage.

	1	2	3	4	5	6
	$[\text{H}_2]_e / \text{mol dm}^{-3}$	$[\text{N}_2]_e / \text{mol dm}^{-3}$	$[\text{NH}_3]_e / \text{mol dm}^{-3}$	$\frac{[\text{NH}_3]_e}{[\text{H}_2]_e \times [\text{N}_2]_e}$	$\frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{H}_2]_e \times [\text{N}_2]_e}$	$\frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{H}_2]_e^3 \times [\text{N}_2]_e}$
A	0,763	0,921	0,157	0,223	0,0351	$6,025 \times 10^{-2}$
B	1,197	0,399	0,203	0,425	0,0863	$6,022 \times 10^{-2}$
C	2,77	2,59	1,82	0,254	0,462	$6,017 \times 10^{-2}$
Valor médio da coluna 6 →						$6,02 \times 10^{-2}$

Nas colunas 4, 5 e 6 da tabela apresentam-se os valores obtidos para três combinações matemáticas diferentes das concentrações dos componentes da mistura reacional.

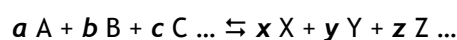
A coluna 6 desta tabela evidencia uma combinação das concentrações em equilíbrio que se pode considerar constante, dentro dos limites aceitáveis do erro experimental.

Segundo Guldberg e Waage, o valor médio de $6,02 \times 10^{-2}$ corresponderia ao valor da constante K_c para o sistema fechado em questão e para a temperatura de 500 K, obtido a partir da relação:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{H}_2]_e^3 \times [\text{N}_2]_e}$$

(o índice c indica que a constante foi obtida a partir da concentração molar (mol dm^{-3}) dos reagentes e dos produtos)

No caso geral de uma reação:



onde a , b , c ... x , y e z são os coeficientes estequiométricos das espécies A, B, C ... X, Y e Z. A constante de equilíbrio da reação, que ocorre num sistema fechado e a uma determinada temperatura, pode ser obtido a partir da concentração molar dos intervenientes da reação:

$$K_c = \text{constante de equilíbrio} = \frac{[\text{X}]_e^x \times [\text{Y}]_e^y \times [\text{Z}]_e^z \dots}{[\text{A}]_e^a \times [\text{B}]_e^b \times [\text{C}]_e^c \dots}$$

Lei da ação das massas - Num sistema em equilíbrio químico e a temperatura constante, verifica-se que o quociente entre o produto das concentrações dos produtos de reação elevados aos respetivos coeficientes estequiométricos, e o produto das concentrações dos reagentes igualmente elevados aos respetivos coeficientes estequiométricos, é constante.

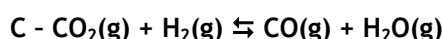
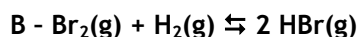
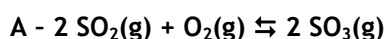
A **constante de equilíbrio** tem o seu fundamento na termodinâmica, tendo-se verificado que o seu valor **depende da temperatura**. Daí, a lei da ação de massas ser apenas aplicável num sistema a temperatura constante.

Para escrever a constante de equilíbrio, K_c , de uma reação química, deve-se atender aos seguintes aspetos:

- Começar por escrever a equação química acertada da reação.
- No numerador, exprime-se o produto das concentrações no equilíbrio dos “produtos de reação”, cada uma delas elevada a um expoente, que é o respetivo coeficiente estequiométrico na equação química.
- No denominador procede-se da mesma forma, mas agora, com as concentrações dos “reagentes” no equilíbrio.

- As concentrações dos reagentes e dos produtos são expressas em mol dm⁻³.
- Embora as concentrações estejam expressas em mol dm⁻³, a constante de equilíbrio é considerada adimensional (não tem unidades).
- Ao atribuímos um valor à constante de equilíbrio, devemos indicar a equação química e a temperatura da reação.

EXEMPLO 10: Escreva a expressão da constante de equilíbrio, K_c , para cada uma das seguintes reações químicas:



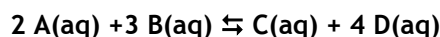
Resposta:

$$\text{A- } K_c = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \times [\text{O}_2]_e}$$

$$\text{B- } K_c = \frac{[\text{HBr}]_e^2}{[\text{Br}_2]_e \times [\text{H}_2]_e}$$

$$\text{C- } K_c = \frac{[\text{CO}]_e \times [\text{H}_2\text{O}]_e}{[\text{CO}_2]_e \times [\text{H}_2]_e}$$

EXERCÍCIO 10: Considere a reação que é traduzida pela seguinte equação química,



Selecione, das opções A, B, C ou D, aquela que traduz a expressão correta para a sua constante de equilíbrio.

$$\text{(A) } K_c = \frac{[\text{C}]_e \times [\text{D}]_e^4}{[\text{A}]_e \times [\text{B}]_e} \quad \text{(B) } K_c = [\text{C}]_e \times [\text{D}]_e^4 \quad \text{(C) } K_c = \frac{[\text{C}]_e \times [\text{D}]_e^4}{[\text{2A}]_e \times [\text{3B}]_e} \quad \text{(D) } K_c = \frac{[\text{C}]_e \times [\text{D}]_e^4}{[\text{A}]_e^2 \times [\text{B}]_e^3}$$

EXEMPLO 11: Num recipiente vazio, de 5,0 L de capacidade, colocou-se uma mistura de azoto, N_2 , e de hidrogénio, H_2 , a 500°C.

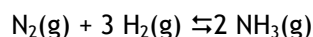
Quando o equilíbrio foi atingido, verificou-se que no sistema reacional existiam 84,28 g de $\text{N}_2(\text{g})$, 4,20 g de $\text{H}_2(\text{g})$ e 9,61 g de $\text{NH}_3(\text{g})$.

Calcule o valor da constante de equilíbrio, K_c , para esta reação, à temperatura considerada.

$$(M(\text{N}_2) = 28,00 \text{ g mol}^{-1}; M(\text{H}_2) = 2,02 \text{ g mol}^{-1}; M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g mol}^{-1})$$

Resposta:

A reação é traduzida pela equação química:



A constante de equilíbrio para esta reação, a 500°C é dada pela relação, $K_c = \frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{N}_2]_e \times [\text{H}_2]_e^3}$,

em que

$$[\text{N}_2]_e = \frac{n(\text{N}_2)}{V} = \frac{m(\text{N}_2)}{V \times M(\text{N}_2)} = \frac{84,28}{5,0 \times 28,00} = 0,60 \text{ mol dm}^{-3}$$

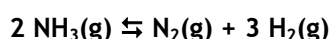
$$[H_2]_e = \frac{n(H_2)}{V} = \frac{m(H_2)}{V \times M(H_2)} = \frac{4,20}{5,0 \times 2,02} = 0,41 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[NH_3]_e = \frac{n(NH_3)}{V} = \frac{m(NH_3)}{V \times M(NH_3)} = \frac{9,61}{5,0 \times 17,03} = 0,11 \text{ mol dm}^{-3}$$

Substituindo na expressão de K_c ,

$$K_c = \frac{[NH_3]_e^2}{[N_2]_e \times [H_2]_e^3} = \frac{0,11^2}{0,60 \times 0,41^3} = 0,29$$

EXERCÍCIO 11: Quando se aquece amoníaco num reator de 0,5 L de capacidade, à temperatura de 430°C e à pressão de 100 atm, dá-se a sua decomposição em azoto e hidrogénio gasosos, segundo a equação química:



Se, após o aquecimento de uma amostra de amoníaco puro, a composição da mistura reacional em equilíbrio fosse 0,30 mol de $\text{NH}_3(\text{g})$, 0,90 mol de $\text{H}_2(\text{g})$ e 0,30 mol de $\text{N}_2(\text{g})$, selecione das opções A, B, C ou D a que representaria corretamente o valor de K_c , à temperatura de 430°C.

(A) 0,41

(B) 9,72

(C) 2,43

(D) 3,70

Apêndice 2: Resolução dos exercícios propostos

Exercício 9

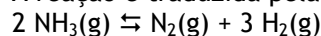
Opção D

Exercício 10

Opção D

Exercício 11

A reação é traduzida pela equação química:



A constante de equilíbrio para esta reação, a 430°C é dada pela relação,

$$K_c = \frac{[N_2]_e \times [H_2]_e^3}{[NH_3]_e^2}$$

$$[N_2]_e = \frac{n(N_2)}{V} = \frac{0,30}{0,5} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[H_2]_e = \frac{n(H_2)}{V} = \frac{0,90}{0,5} = 1,8 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[NH_3]_e = \frac{n(NH_3)}{V} = \frac{0,30}{0,5} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$$

Substituindo na expressão de K_c ,

$$K_c = \frac{[N_2]_e \times [H_2]_e^3}{[NH_3]_e^2} = \frac{0,6 \times 1,8^3}{0,6^2} = 9,72$$

A opção correta é a B.

Reflexão

Aula n.º 68 e 69:

Data: 24/01/2013

O conceito de equilíbrio químico, eventualmente pelo seu carácter abstrato e pela exigência do domínio de um largo número de outros conceitos, revelou-se de difícil compreensão. Destacando-se a visão estática do equilíbrio químico (nenhuma reação ocorre), a visão compartimentada do equilíbrio (sistema constituído por dois

compartimentos individualizados para as reações direta e inversa) e a igualdade de concentrações de reagentes e de produtos na situação de equilíbrio. Deste modo tornou-se imperativo a ilustração e reforço do conceito de equilíbrio dinâmico e a apresentação simultânea na realização de todos os exercícios dos gráficos concentração-tempo dos produtos e reagentes e dos gráficos velocidade-tempo da reação direta e inversa.

2.2 Análise Química (Curso Profissional de Nível Secundário)

A proponente assistiu à maioria das aulas lecionadas pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes na disciplina Análise Química do 10.º ano do curso profissional de Técnico de Análise Laboratorial, cuja caracterização se encontra no Anexo 2. Tendo elaborado o relatório do teste diagnóstico aplicado nesta disciplina e participado na elaboração de fichas de segurança de compostos químicos.

2.2.1 Relatório do Teste Diagnóstico

O teste diagnóstico tem como objetivo dotar o docente de informações sobre as competências dos alunos e as suas dificuldades, de forma a adequar/reformular as estratégias de ensino-aprendizagem e (re)elaborar os planos de apoio individual.

O relatório elaborado é constituído por uma breve introdução à disciplina, objetivos, resultados dos testes diagnósticos, análise estatística e sugestão de estratégias propostas na leção dos vários conteúdos descritos e pode ser consultado no Anexo 3.

2.2.2 Ficha de Segurança de Compostos Químicos

No âmbito do módulo “Introdução ao trabalho laboratorial” que tem como objetivo essencial a apresentação do Laboratório como local de trabalho, a apresentação das regras de segurança, o modo de funcionamento e a forma como os alunos devem agir corretamente neste local, foi elaborada uma ficha de segurança de compostos químicos de forma a construir uma base de dados.

Para cada composto químico existente no armazém do laboratório de química foi preenchida a respetiva ficha onde consta informação sobre os nomes mais usuais do composto, fórmula química, fórmula molecular, massa molecular, referência ao local de armazenamento, pictogramas, declarações de perigo e declarações de precaução, identificação dos perigos, prevenção, combate a incêndio e primeiros socorros, bem como algumas das propriedades físicas e químicas, métodos de tratamento de resíduos e outros dados importantes. No Anexo 4 encontra-se, como exemplo, a ficha de segurança do ácido acético.

2.3 Ciências Físico-Químicas 9.º Ano

A proponente assistiu à maioria das aulas lecionadas pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes na disciplina de Ciências Físico-Químicas do 9.º ano, turma A, cuja caracterização se encontra no Anexo 5. Tendo lecionado na componente de física o subdomínio “Movimento e Forças” e na componente de química o subdomínio “Ligação Química e Compostos de Carbono”.

A planificação dos conteúdos a abordar referentes a estes domínios foi realizada com base nas Orientações Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico para as Ciências Físico-Químicas (DEB-ME, 2001), nas Metas de Aprendizagem publicadas no *site* da Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (MAEB, 2012), e no manual escolar adotado pela escola “Universo da Matéria” de Ciências Físico-Químicas, destinado ao 9.º ano de escolaridade, 3.º ciclo do Ensino Básico desenvolvido pelo Departamento de Investigações e Edições Educativas da Santillana-Constância.

Todas as aulas foram lecionadas com utilização de quadro iterativo e o programa *ActivInspire*, tendo sido iniciadas com a escrita do sumário e marcações de faltas em *software* apropriado.

2.3.1 Movimentos e Força

A planificação dos conteúdos e respetivos objetivos de aprendizagem relativos ao subdomínio “Movimentos e Forças” encontra-se na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Planificação do subdomínio “Movimentos e Forças”

CONTEÚDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1- Movimentos e Forças	
1.1- Tipos de Forças	<ul style="list-style-type: none"> • Associar força a uma grandeza que resulta da interação entre corpos, por contato macroscópico ou à distância, e que é percecionada por efeitos que provoca; • Caracterizar a força como sendo uma grandeza vetorial; • Identificar o Peso e a Normal.
1.2- Força resultante de um sistema de forças	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a força resultante de um sistema de forças que atuam num corpo; • Determinar e representar a força resultante de um sistema de forças.
1.3- Forças de atrito	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o que é a força de atrito e caracterizá-la; • Distinguir atrito estático de dinâmico; • Explicitar fatores que influenciam a força de atrito;

<p>1.4- Leis de Newton</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que o atrito pode ser útil ou prejudicial. • Compreender o conceito de inércia e sua utilização no âmbito da segurança rodoviária; • Compreender que, quando a resultante das forças que atuam num corpo é nula, esse corpo permanece em repouso ou animado com movimento retilíneo uniforme (velocidade constante); • Relacionar a variação da velocidade de um corpo (aceleração) com a intensidade da força aplicada sobre ele e enunciar a Lei Fundamental da Dinâmica; • Identificar pares ação-reação e enunciar a 3.ª Lei de Newton.
<p>1.5- Movimento em queda livre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que um corpo em queda livre (sujeito apenas à ação da força gravítica) adquire uma aceleração que se designa por aceleração gravitacional, \vec{g}.
<p>1.6- Impulsão e Princípio de Arquimedes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir Peso de Peso aparente. • Compreender o conceito de impulsão. • Identificar os fatores que influenciam a intensidade da força de impulsão. • Enunciar o princípio de Arquimedes e deduzir a expressão

Para a lecionação deste tema foram elaboradas apresentações em Power Point, duas fichas de trabalho, uma atividade experimental sobre “Força de atrito” cujo objetivo é a identificação dos fatores de que depende a força de atrito, duas Provas de Avaliação e uma de Recuperação, e critérios de correção de todas as atividades desenvolvidas. Todo o material didático foi elaborado com o apoio a livros técnicos, manuais escolares e páginas de internet devidamente referenciados nos planos de aula realizados.

Tentou-se diversificar tanto quanto possível as estratégias de lecionação, tendo-se utilizado exposição oral baseada no manual escolar, exploração de apresentações em PowerPoint, resolução de exercícios propostos em fichas de trabalho, resolução de trabalhos de casa, visualização e exploração de filmes explicativos dos conteúdos abordados, realização de pequenas atividades centradas no professor e(ou) alunos e realização de atividade laboratorial.

Foi ainda efetuada explicitamente a exploração e interpretação de alguns esquemas interpretativos mal representados no manual escolar, para que os alunos ficassem completamente esclarecidos sobre o conteúdo evitando assim a adoção de conceções alternativas e a aquisição de conhecimentos errados.

A estratégia de consolidação de conhecimentos utilizada que mais resultados positivos evidenciou foi a implementação de um jogo, designado pela proponente de “Jogo do conhecimento”, consistindo na realização individual de uma ficha de trabalho num intervalo de tempo cronometrado (25 min.) e, posterior correção e cotação da mesma por parte dos alunos. Esta estratégia permitiu aos alunos tirarem algumas dúvidas sobre as matérias abordadas, tendo-se apercebido não só das suas dificuldades como também dos parâmetros de correção das provas de avaliação.

Para todas as aulas foram elaborados planos e posteriormente realizadas reflexões sobre o desempenho profissional, avaliação, discussão e reformulação de estratégias.

Os conteúdos foram abordados no decorrer de 19 blocos de 45 minutos, tendo sido todos assistidos pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes, tendo o Professor Orientador Científico José Amoreira estado também presente em dois deles.

2.3.2 Ligação Química e Compostos de Carbono

A planificação dos conteúdos e respetivos objetivos de aprendizagem relativos ao subdomínio “Ligação química e Compostos de Carbono” encontra-se na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Planificação do subdomínio “Ligação Química e Compostos de Carbono”.

CONTEÚDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1- Ligação química	
1.1- Tipos de Ligação Química	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e reconhecer diferentes tipos de ligações; • Compreender o significado de ligação covalente e definição de comprimento de ligação; • Compreender o significado de ligação iónica; • Compreender o significado de ligação metálica e o modelo “mar de eletrões”;
.2- Ligação covalente e notação de Lewis	<ul style="list-style-type: none"> • Representar fórmulas de estrutura • Distinguir o significado de ligação covalente simples, dupla e tripla. • Reconhecer ligações polares e apolares.
1.3- Geometria molecular	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e representar a geometria de moléculas pequenas.
1.4- Propriedade das substâncias	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar propriedades de substâncias covalentes, moleculares, iónicas e metálicas.

2- Compostos de Carbono	
2.1- Hidrocarbonetos e Grupos funcionais	<ul style="list-style-type: none">• Distinguir hidrocarbonetos saturados de insaturados;• Reconhecer uma reação de combustão;• Identificar alguns compostos com grupos funcionais.
2.2-Compostos de carbono na alimentação	<ul style="list-style-type: none">• Reconhecer, a partir da fórmula de estrutura, os hidratos de carbono, lípidos, vitaminas e proteínas e a sua importância para os seres vivos.

Tal como para a leção do tema anterior todo o material didático foi elaborado com o apoio a livros técnicos, manuais escolares e páginas de internet devidamente referenciados nos planos de aula realizados.

A leção das aulas foi efetuada na sua maioria com base no manual escolar, tendo-se elaborado apresentações em Power Point para os subtemas “Propriedades das substâncias”, “Compostos de carbono” e “Compostos de carbono na alimentação”. Recorreu-se ainda ao Caderno de Atividades para resolução, como trabalho de casa, de exercícios de forma a consolidar conhecimentos. Com este objetivo foram ainda elaboradas duas fichas de trabalho que foram resolvidas em sala de aula. Foi ainda elaborada uma Prova de Avaliação e respetivos critérios de correção.

Também na leção deste tema, foram encontrados no manual escolar esquemas interpretativos mal representados tendo-se efetuado a sua correção.

Para todas as aulas foram elaborados planos e posteriormente realizadas reflexões sobre o desempenho profissional, avaliação, discussão e reformulação de estratégias.

Os conteúdos foram abordados no decorrer de 11 blocos de 45 minutos, tendo sido todos assistidos pela Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes, tendo o Professora Orientadora Científica Lurdes Ciriaco estado também presente em dois deles.

Capítulo 3 - Atividades de Enriquecimento e Complemento Curricular

Um futuro professor necessita de adquirir competências a vários níveis entre os quais se encontram as referentes à componente não letiva. O ano de estágio surge como uma oportunidade de aprender e adquirir experiência neste âmbito e, como tal, os estagiários foram integrados em algumas das atividades que esta componente prevê.

Neste capítulo são apresentadas todas as atividades de enriquecimento e complemento curricular, desenvolvidas durante o ano letivo 2012/2013, na Escola Secundária com 3.º Ciclo do Fundão, nomeadamente: planificação e organização do Dia Comemorativo da Semana da Ciência, Palestras e Visitas de Estudo; publicações no jornal escolar “Olho Vivo”; colaboração nas atividades da exposição itinerante “ A Física no dia-dia”, das “Olimpíadas da Química” e do “Fórum Educação do Fundão”; assessoria prestada ao Diretor de Turma e participação em Reuniões.

3.1 Planificação e organização de atividades

3.1.1 Dia Comemorativo da Semana da Ciência e Tecnologia

Com o intuito de comemorar o Dia das Ciências Físico-Químicas durante a semana da Ciência e da Tecnologia, os Núcleos de Estágio de Ciências Físico-Químicas planificaram e organizaram uma série de atividades através de exposições iterativas, transformando o laboratório de química e os átrios principais da escola em autênticos laboratórios científicos prontos a acolher todos aqueles que pretendessem contactar de perto com o mundo do saber e do conhecimento.

Esta atividade teve como objetivos proporcionar aos alunos a possibilidade de despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta criando um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência; adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência; desenvolver a capacidade de observação e a vontade de aprofundar o conhecimento científico. Motivar os alunos para a importância da experimentação científica; promover a autoavaliação das aprendizagens, confrontando o conhecimento produzido com os objetivos visados e com a perspetiva de outros; e proporcionar uma abordagem de alguns conteúdos programáticos fora do contexto da sala de aula.

As atividades foram realizadas no dia 20 de novembro de 2012, abertas a toda a comunidade, tendo sido divulgadas pelos Núcleos de Estágio na edição de outubro do Jornal Escolar “Olho Vivo”, no programa de Rádio do Agrupamento, no dia 14 de novembro, através de uma

entrevista a duas professoras estagiárias, no *site* da Ciência Viva (http://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2012/index.asp?acao=listeventosentidade&id_entidade=22658) e através de apresentação PowerPoint que passou nos televisores da escola durante a semana que antecedeu o dia 20 de novembro.

Acorreram ao local turmas do 1.º, 2.º e 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário. Pelo laboratório de química passaram cerca de 400 alunos distribuídos por 21 turmas, com marcação prévia da hora de visita ao laboratório. Durante todo o dia os alunos do 10.º ano do Curso Profissional Técnico de Análise Laboratorial acompanhados pelos organizadores, receberam os visitantes, exemplificando e incentivando-os a experimentar as diferentes atividades.

Todas as atividades encontravam-se devidamente identificadas, constando também na identificação o procedimento experimental das mesmas e a respetiva explicação científica.

Após recolha de algumas opiniões e comentários junto dos visitantes, os professores estagiários consideraram que o dia foi um sucesso, não só pelo número de visitantes como também pelo entusiasmo, interesse e participação demonstrada por estes.

3.1.2 Palestra “Métodos de Análises de Água, Solo, Folhas e Qualidade do Ar”

Esta palestra realizou-se no dia 4 de dezembro de 2012, pelas 14h e 50m no anfiteatro da Escola Secundária do Agrupamento de Escolas do Fundão.

Esta atividade foi planificada e organizada com o objetivo de dar a conhecer aos alunos métodos, processos e equipamentos presentes num dos ambientes de possível atividade profissional futura, e divulgada através de cartazes expostos em locais de fácil acesso.

Os oradores convidados, Eng. Ricardo Rodrigues e Eng. Inês Lisboa, são colaboradores do Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental, uma infraestrutura de apoio à Indústria e à Comunidade no domínio do controlo da qualidade química e microbiologia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda. No laboratório são efetuados trabalhos na área da química analítica e da microbiologia, nomeadamente o controlo químico e microbiológico de matérias-primas e produtos, análise de produtos ambientais, controlo da qualidade de águas, águas residuais e águas de processos, solos e análises foliares. Foram descritos os métodos de recolha de amostra e de análise de águas, solos, folhas e ar.

Foram participantes as turmas PTAL12, PTAS11 e 12º Ano - Química, num total de 60 alunos. Estando ainda presentes cinco professores estagiários, dois coordenadores pedagógicos e três professores que acompanharam as suas turmas.

A avaliação da atividade foi realizada pelos organizadores e pelos participantes com o apoio a um inquérito, tendo-se posteriormente publicado os resultados sob a forma de relatório.

Os tópicos descritos durante a palestra constituíram um ótimo complemento aos conteúdos a abordar nas aulas de Físico-Química, Análises Químicas, Tecnologia Química, Química Aplicada e Qualidade Segurança e Ambiente, servindo de motivação à maioria dos alunos para aprender mais sobre esta temática.

Foi ainda estabelecido contato, com os responsáveis pelo laboratório, para que este se torne efetivamente um local de futuro trabalho para estes alunos, no que diz respeito à realização de estágios profissionais.

3.1.3 Palestra “Da Indústria Farmacêutica à Investigação - a realidade do técnico de análise laboratorial”

Esta palestra realizou-se no dia 17 de janeiro de 2013, pelas 14h e 50m na sala 21 da Escola Secundária do Agrupamento de Escolas do Fundão.

A oradora convidada, Doutora Marisa Machado, é docente na Escola Superior de Saúde do Vale do Ave (CESPU) e colaboradora do Centro de Estudos Farmacêuticos da Universidade de Coimbra (FFUC) assim como da empresa TheraLab - Produtos Farmacêuticos e Nutracêuticos, Lda.

Esta atividade foi planificada e organizada com o objetivo de dar a conhecer aos alunos a realidade do técnico de análise laboratorial na indústria farmacêutica e na investigação e, tal como a anterior, foi divulgada através de cartazes expostos em locais de fácil acesso.

Estiveram presentes na palestra os 29 alunos da turma PTAL12, cinco professores estagiários, dois orientadores pedagógicos e duas professoras do grupo pedagógico de Ciências Físico-Química.

A palestra foi desenvolvida de forma a motivar e esclarecer os alunos para um futuro ambiente de trabalho. Ficando a saber qual o papel do técnico de análise laboratorial em: laboratórios de investigação e desenvolvimento tecnológico no âmbito de Ciências Farmacêuticas e Biomédicas; na atividade de produção e comércio de suplementos alimentares, produtos dietéticos, chás, plantas medicinais, produtos cosméticos e de higiene corporal, produtos farmacêuticos e medicamentos homeopáticos; e em Laboratórios Farmacêuticos sujeitos aos ensaios e à aprovação pelo Controlo de Qualidade.

A avaliação da atividade foi realizada pelos organizadores e pelos participantes com o apoio a um inquérito, tendo-se posteriormente publicado os resultados sob a forma de relatório.

3.1.4 Visita de Estudo ao Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental

O LABMIA é uma infraestrutura de apoio à Indústria e à Comunidade no domínio do controlo da qualidade química e microbiologia onde são efetuados trabalhos na área da química analítica e da microbiologia.

A visita passou numa primeira fase pelo laboratório de águas onde os alunos tiveram a oportunidade de analisar dois tipos de amostras, nomeadamente, amostra de água de uma torneira e amostra de um solo, pelas técnicas de cromatografia de permuta iónica e a espetrometria de absorção atómica. Numa segunda fase passaram pelo laboratório de controlo de qualidade do ar onde puderam contactar com equipamento de coleta e análise de qualidade de ar e com um coletor de pólenes. Tiveram ainda oportunidade de identificar microscopicamente alguns tipos de pólenes.

No âmbito da organização e planificação da visita de estudo Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda, no dia 14 de março de 2013, foram elaborados os seguintes documentos:

- Planificação, onde consta a identificação do local da visita, objetivos gerais e específicos, disciplinas intervenientes, informações sobre data da visita, percurso, horário, elementos da comunidade educativa envolvidos, número de encarregados de educação que autorizam a participação dos seus educandos na atividade, transporte, alimentação, custo da visita e formas de avaliação da atividade.
- Documento de Autorização para os Encarregados de Educação, onde são dadas informações sobre os objetivos da visita, local, percurso, horário, transporte, alimentação e custo.
- Guião da visita de estudo, onde se encontram descritos os métodos instrumentais de análise com que os alunos vão contactar, bem como os procedimentos a ter em conta na preparação das amostras e na análise dos resultados.
- Ficha de avaliação da visita de estudo contendo algumas questões sobre as técnicas analíticas visualizadas e elaboradas pelos alunos.
- Relatório da atividade, onde constam além de algumas das informações já mencionada, os comentários e avaliação pelos organizadores da atividade.

3.1.5 Visita de Estudo à Renova

A RENOVA FPA, SA, em Torres Novas é uma empresa nacional que fabrica e comercializa produtos de papel *tissue*, papel para escrever, imprimir e papel para embalagens.

A visita começou com uma pequena viagem de autocarro à nascente do rio Almonda, que fica no complexo da Fábrica 1, a primeira a ser construída, onde os alunos tiveram oportunidade

de visualizar a nascente do rio Almonda, considerado o rio com maior caudal à nascente da Península Ibérica. Na Fábrica 1, tiveram ainda oportunidade de observar os escritórios administrativos que são decorados, de forma criativa, com os produtos da empresa.

Seguiu-se a visita à Fábrica 2, onde observaram o processo de purificação da água, utilizada no processo de reciclagem do papel velho até ser de novo reintroduzido no ciclo natural, contatando com processos de decantação e filtração e com todos os instrumentos necessários ao tratamento das águas.

Visitaram os diferentes sectores de fabricação do papel, desde a reciclagem e formação da pasta até à embalagem e armazenamento do produto final, passando pela transformação do papel em produtos sanitários.

No sector de reciclagem e produção de pasta, os alunos tiveram oportunidade de observar os processos de desagregação, depuração, crivagem, lavagem e destintagem (flotação).

Os alunos tiveram também oportunidade de visitar os laboratórios onde se analisa a qualidade da água, dos efluentes, do papel e do *tissue*, através de análises químicas e físicas.

No final da visita foi dada a possibilidade de colocar, via *e-mail*, questões, inclusive relacionadas com o sistema informático e as aplicações de gestão administrativa que a empresa Renova utiliza.

Durante toda a visita os alunos mostraram-se atentos e cooperantes tendo a mesma constituído um ótimo complemento aos conteúdos abordados nas aulas de Tecnologia Química, Análises Químicas e Qualidade, Segurança e Ambiente.

No âmbito da organização e planificação da visita de estudo à RENOVA, no dia 18 de abril de 2013, foram elaborados os seguintes documentos:

- Planificação, onde consta a identificação do local da visita, objetivos gerais e específicos, disciplinas intervenientes, informações sobre data da visita, percurso, horário, elementos da comunidade educativa envolvidos, número de encarregados de educação que autorizam a participação dos seus educandos na atividade, transporte, alimentação, custo da visita e formas de avaliação da atividade.
- Documento de Autorização para os Encarregados de Educação, onde são dadas informações sobre os objetivos da visita, local, percurso, horário, transporte, alimentação e custo.
- Relatório da atividade, onde constam além de algumas das informações já mencionada, os comentários e avaliação pelos organizadores da atividade.

3.2 Publicações no Jornal Escolar “Olho Vivo”

Os professores estagiários dos Núcleos de Estágio de Ciências Físico-Químicas e seus orientadores realizaram vários artigos e divulgações que foram publicados no jornal escolar “Olho Vivo”, disponíveis em <http://www.prof2000.pt/users/jdsa03/olho/vivo.htm>:

- Divulgação do Dia das Ciências Físico-Químicas, edição de outubro 2012, n.º 1, Ano XVI, pp.1, 13.
- Artigo sobre os prémios Nobel da Física e da Química, edição de outubro 2012, n.º 1, Ano XVI, pp.13.
- Artigo sobre o dia comemorativo da Semana Nacional das Ciências e Tecnologia, edição de dezembro 2012, n.º 3, Ano XVI, pp.1, 10-11.
- Artigo sobre realização da palestra “Métodos de Análises de Água, Solo, Folhas e Qualidade do Ar”, edição de dezembro 2012, n.º 3, Ano XVI, pp.10.
- Artigo sobre realização da palestra “Da Indústria Farmacêutica à Investigação - a realidade do técnico de análise laboratorial”, edição de fevereiro 2013, n.º 5, Ano XVI, pp.27.
- Artigo sobre realização da visita de estudo à RENOVA, edição de maio/junho de 2013, n.º 8, ano XVI, pp. 20.

3.3 Colaboração em atividades

3.3.1 Exposição “Física no dia-a-dia”

O Ministério da Educação e Ciência, através do Programa “O Mundo na Escola”, apresentou na biblioteca 3 do Agrupamento de Escolas do Fundão, entre os dias 14 e 25 de Janeiro, a exposição itinerante “A Física no dia-a-dia”.

Esta exposição é uma iniciativa baseada no livro de Rómulo de Carvalho e foi originalmente apresentada no Pavilhão do Conhecimento e adaptada pelos físicos Doutor Pedro Brogueira e Doutor Filipe Mendes, professores do Instituto Superior Técnico, para uma versão mais leve.

Surpreendente pela sua simplicidade, a exposição, organizada por divisões de uma casa, quarto, sala, escritório, cozinha e jardim, encantou pequenos e graúdos, explicando de forma iterativa vários princípios básicos da Física Clássica.

Passaram pela exposição mais de 1 600 alunos provenientes do nosso agrupamento, do agrupamento de escolas Gardunha e Xisto, do Agrupamento de Escolas Ribeiro Sanches e do Jardim de Infância da Santa Casa da Misericórdia do Fundão. O apoio técnico à exposição foi

prestado por Teresa Carvalho, monitora do Programa e pelos professores do grupo de Física e Química.

A proponente esteve presente na ação de formação dada pelos organizadores durante todo o dia 12 de janeiro de 2013, realizada nas instalações da Escola Secundária com 3.º Ciclo do Fundão. Tendo colaborado na manutenção e dinamização da exposição durante a sua permanência na escola.

3.3.2 Fórum Fundão Educa

O fórum de projetos educativos denominado Fundão Educa realizou-se entre os dias 25 de maio e 1 de junho, envolvendo toda a comunidade educativa num projeto comum.

Ao longo da semana, as escolas deram a conhecer tudo o que de melhor se faz nos estabelecimentos de ensino do concelho, em formato de exposição, mostra de trabalhos, ateliês, *workshops*/seminários/conferências/palestras, jogos, atividades desportivas e espetáculos, em vários espaços da cidade, nomeadamente o museu, a moagem, a biblioteca, as escolas, o multiusos e espaços ao ar livre como a Praça do Município ou a envolvente ao multiusos.

A proponente colaborou na divulgação e organização do dia das Ciências Físico-Químicas, realizado no dia 30 de maio, tendo elaborado a apresentação PowerPoint da proposta de atividades apresentada no Conselho Municipal de Educação do Concelho do Fundão pela Professora Teresa Ramos.

Colaborou ainda na manutenção e dinamização das exposições iterativas realizadas.

3.4 Assessoria prestada ao Diretor de Turma

A Direção de Turma é talvez uma das atividades das realizadas pelos docentes que mais capacidade de interação, orientação e organização necessita, pois compreende a ligação entre os professores das várias disciplinas com os alunos e com os pais e/ou Encarregados de Educação.

A proponente assessorou a Professora Orientadora Pedagógica Cristina Guedes na Direção da turma de 10.º ano do curso profissional de Técnico de Análise Laboratorial (PTAL12), tendo efetuado a análise dos inquéritos e elaboração da caracterização da turma, assim como a elaboração e atualização trimestral do Plano Curricular de Turma.

Colaborou na preparação dos concelhos de turma, tendo acesso a documentos diversos como, ordens de trabalho, Planos Individuais de Trabalho, recomendações do Conselho Pedagógico; Informações ao Diretor de Turma; Justificações de Faltas e Atas.

Conclusão

Chegado ao fim de um percurso enriquecedor, como foi o Estágio Pedagógico, justifica-se que seja feita uma reflexão e um balanço sobre as dificuldades sentidas, as barreiras ultrapassadas e os êxitos obtidos.

O estágio constituiu uma das etapas mais importantes da formação profissional em Ensino da proponente, dado que lhe permitiu aplicar os conteúdos de natureza científica, técnica e pedagógica-didática obtidos durante a formação inicial. Proporcionou ainda a oportunidade de conhecer diversas responsabilidades que repousam sobre o professor, nos domínios da conceção, planificação, concretização, reflexão e avaliação das atividades pedagógicas, e da articulação entre a escola e as comunidades onde está inserida.

O núcleo de estágio foi bastante privilegiado pelas facilidades de integração na comunidade escolar e pelo ambiente amistoso mas exigente e rigoroso que se vive na Escola. Efetivamente, no que concerne à Orientadora Pedagógica Cristina Guedes, era difícil esperar maior colaboração e empenhamento pessoal, transmitindo uma grande segurança e, simultaneamente, um grande sentido de responsabilidade.

O dia-a-dia com os colegas de grupo, e principalmente com a Orientadora Pedagógica, permitiu a partilha de conhecimentos e de métodos de ensino, proporcionando o conhecimento de diversas estratégias de ensino e a realização de aprendizagens acerca da elaboração de recursos didáticos com qualidade e será, certamente, uma mais-valia no futuro profissional da proponente.

De um modo geral as aulas decorreram num clima cordial, favorável ao empenhamento e aprendizagem dos alunos segundo as regras estabelecidas mas procurando deixar oportunidades para a criatividade, liberdade e autonomia. A proponente crê ter transmitido, com a sua postura e intervenções pedagógicas, motivação e entusiasmo, reforçando positivamente os comportamentos adequados e evitando os comportamentos desviantes. Os alunos, na sua maioria, mostraram-se empenhados e colaboradores, facilitando o trabalho docente. Na turma do 9.º ano, porém, houve alguns alunos que criaram alguns problemas de indisciplina, relacionados na sua maioria com a necessidade de afirmação pessoal e de problemas familiares, que se refletiram nas aulas.

Na situação prática vivida ao longo do ano letivo pôde constatar-se a complexidade do processo ensino-aprendizagem e o elevado número de variáveis que nele devem ser consideradas. Concluindo que só através de reflexão e da investigação dos vários componentes do processo, como o planeamento, a concretização do ensino, a avaliação e a melhoria do mesmo, se consegue progredir.

Conclusão

De facto, embora os aspetos particulares da situação vivida durante este ano letivo sejam irrepetíveis, a proponente reconhece que, ao longo da futura carreira profissional, não poderá em momento algum deixar de se sentir estagiária. Com efeito, só nesta perspetiva de inconformismo, de curiosidade e vontade de fazer melhor, se adquire gosto na profissão de professor, não tendo receio de cair na angústia e na rotina.

A proponente acredita que este Estágio irá, de um modo decisivo, facilitar a sua inserção na atividade profissional, vito que despertou para a necessidade de um esforço quotidiano e permanente de aprofundamento e atualização dos seus conhecimentos.

Siempre que enseñes enseña a la vez a dudar de lo que enseñas.

(Sempre que ensines, ensina ao mesmo tempo a duvidar daquilo que estás a ensinar)

José Ortega y Gasset

Referências Bibliográficas

- Alarcão, I. (2002). Escola Reflexiva e desenvolvimento institucional: Que novas funções supervisivas? In J. Oliveira-Formosinho (Org.), *Supervisão na formação de professores* (pp. 217-238). Porto: Porto Editora.
- Alcácer, L. (2007). *Introdução à química quântica computacional*. Coleção “Ensino da Ciência e da Tecnologia”. Lisboa: IST Press.
- Almeida, M. J. B. M. (2004). *Preparação de professores de física - Uma contribuição científico-pedagógica e didática*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Almeida, V. O.; Cruz, C. A. & Soave, P. A. (2007). Conceções alternativas em ótica. *Textos de apoio ao professor de Física - Instituto de Física - UFRGS*, 18(2), 1-72
- Alonso, M. & Finn, E. J. (2012) *Física*. Tradução Maria Alice Gomes da Costa e Maria de Jesus Vaz de Carvalho. Lisboa: Escolar Editora
- Andreou, C. & Raftopoulos, A. (2011). Lessons from the history of the concept of the ray for teaching geometrical optics. *Science & Education*, 20, 1007-1037
- Baierlein, R. (2001). *Newton to Einstein: the trail of light : an excursion to the wave-particle duality and the special theory of relativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
http://books.google.pt/books?id=wrmZrcE0fPMC&pg=PA44&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false Página visitada em 2013-05-26.
- Bernardo, L. M. (2010). *História da luz e das cores - Volume 3*. Coleção do Saber. Porto: Universidade do Porto Editorial.
<http://books.google.pt/books?id=4hHqo5MCB70C&pg=PA280&dq=luis+miguel+bernardo+2010&hl=pt-PT&sa=X&ei=rll-UbnzNsfg7QbZj4CoAg&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=luis%20miguel%20bernardo%202010&f=false> Página visitada em 2013-05-26.
- Born, M. (1962). *Einstein's Theory of Relativity*. New York: Dover Publications, Inc.
- Buchwald, J. Z. (1994). *The creation of scientific effects: Heinrich Hertz and electric waves*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa: Ministério da Educação.

Referências Bibliográficas

- Cockburn, J. (2005). Perspectives and politics of classroom observation. *Research in Post-Compulsory Education*, 10(3), 373-388.
- Comissão Europeia (2007, Agosto). *Melhorar a Qualidade da Formação de Professores*. Comunicação oral da Comissão Europeia apresentada ao Conselho e ao Parlamento. Bruxelas.
- Compton, A. H. (1929). The corpuscular properties of light. *Physical Review Supplement*, 1, 74-89
- Costa, M. M. R. R. e Almeida, M. J. B. M. (1993). *Fundamentos de Física*. Coimbra: Livraria Almedina.
- DEB-ME, (2001). Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares- 3.º Ciclo. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinobasico/index.php?s=directorio&pid=51&ppid=3>
- DES-ME, (2001a). Programa de Física e Química A - 10.º ou 11.º ano - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensino/secundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>
- DES-ME (2001b). Programa de Física e Química B - 10.º ano - Cursos Tecnológicos: Construção Civil e Edificações, Eletrotécnica/Eletrónica, Informática. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>
- DES-ME (2003a). Programa de Física e Química A - 11.º ou 12.º ano - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensino/secundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>
- DES-ME (2003b). Programa de Física e Química B - 11.º ano - Cursos Tecnológicos: Construção Civil e Edificações, Eletrotécnica/Eletrónica, Informática. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>
- DGFV-ME (2007). *Programa componente de formação científica - Disciplina de Física e Química* - Cursos profissionais de nível secundário. <http://www.angep.gov.pt/default.aspx/i007506.pdf>
- DGICD-ME (2004). Programa de Física - 12.º ano - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia. <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>
- Einstein, A. (1905a). Generation and conversion of light with regard to a heuristic point of view. *Annalen der Physik.*, 17(6), 132-148.

- Einstein, A. (1905b). Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Annalen der Physik*, 17, 890-921. Tradução em Inglês: Perrett, W. On the Electrodynamics of Moving Bodies. <http://www.fourmilab.ch/etexts/einstein/specrel/www/> Página visitada em 2013-05-26.
- Galili, I. & Hazan, A. (2000) The influence of na historically oriented course on student's content knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *Physics Education Research, American Journal of Physics Supplement*, 68(7), S3-S15
- Gircoreano, J. P. & Pacca, J. L. A. (2001) O ensino da ótica na perspectiva de compreender a luz e a visão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18(1), 26-40
- Gouveia, R. (2002). *Reflexões e Interferências*. Coleção Paixão do Verso. Porto: Editora Palavra em Mutação.
- Hewitt, P. G. (2002). *Física conceitual*. Tradução Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. Porto Alegre: Bookman.
- Heywood, D. S. (2005). Primary Trainee Teachers' Learning and Teaching About Light: Some pedagogic implications for initial teacher training. *International Journal of Science Education*. 27 (12), pp. 1447-1475.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). NJ: Lawrence Erlbaum Associates. http://books.google.pt/books?id=Rd31m3_RU3oC&printsec=frontcover&dq=Handbook+of+research+on+science+education&hl=pt-T&sa=X&ei=_PSTUfGNOcPE7AaPmlGwDA&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q=Handbook%20of%20research%20on%20science%20education&f=false Página visitada a 2013-05-23.
- MAEB (2012), Metas de Aprendizagem para o Ensino Básico, <http://metasdeaprendizagem.dge.mec.pt/ensino-basico/metas-de-aprendizagem/metas/?area=31&level=6>
- Oliveira, I. & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor como investigador. In GTI - Grupo de Trabalho de Investigação (Org.), *Reflectir e Investigar sobre a prática profissional* (pp. 29-42). Lisboa: APM.
- Peterson, K. D., Stevens, D. e Ponzio, A. (1998). Variable data sources in teacher evaluations. *Journal of Research and Development in Education*, 31(3), 123-132.

Referências Bibliográficas

Sá-Chaves, I. (2001). Novas abordagens metodológicas: os portfólios no processo de desenvolvimento profissional e pessoal dos professores. In A. Estrela e J. Ferreira (orgs.), *Investigação em Educação (Métodos e Práticas)* (pp. 181-187). Lisboa: Educa.

Serrazina, L., & Oliveira, I. (2002). O professor como investigador: Leitura Crítica de investigações em educação matemática. In GTI - Grupo de Trabalho de Investigação, (Org.), *Reflectir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 283-308). Lisboa: APM.

Wayne, C. E. & Wayne, R. P. (1996). *Photochemistry*. New York: Oxford University Press Inc..

Woolfolk, A. E. (2000), *Psicologia da educação*. Porto Alegre: Artmed.

Anexo 1: Caracterização da Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico do Fundão



1- Apresentação

A Escola Secundária com 3.º ciclo do Ensino Básico do Fundão é a escola sede do Agrupamento de Escolas do Fundão criado por Despacho do Secretário de Estado do Ensino e da Administração Escolar exarado a 28 de junho de 2012. Além da Escola Secundária com 3.º ciclo do Ensino Básico do fazem parte do Agrupamento quatro Jardins de Infância (JI da Capinha, JI de Enxames, JI de Fatela e JI de Pêro Viseu), seis escolas de 1.º Ciclo (EB Alcaria, EB Fatela - com 1 sala de apoio em Enxames, EB Pêro Viseu - com uma sala de apoio em Capinha, EB Salgueiro, EB Santa Teresinha e EB Valverde) e a escola de 1.º, 2.º e 3.º Ciclo de Ensino Básico João Franco. O Agrupamento conta, no ano de 2012/2013 com um corpo docente de 180 elementos, um corpo não docente de 75 elementos e 1529 alunos.

A missão da Escola Secundária com 3.º ciclo do Ensino Básico do Fundão é orientar a sua atividade numa forma participada e diversificada, para a comunidade educativa, centrando-se nos Alunos. Pretende ainda afirmar-se como uma escola de sucesso quer ao nível do concelho do Fundão quer ao nível regional.

Tem como princípios gerais de atuação: uma *Cultura de Mudança* que fomente a capacidade de antecipar as alterações de ordem social, educativa e económica; uma *Cultura de Responsabilidade por Objetivos* que permita descentralizar os níveis de decisão, otimizando as formas de organização e o funcionamento das estruturas organizativas; e uma *Cultura Orientada para os Resultados* que se traduz num aumento das taxas de transição dos Alunos, numa diminuição das taxas de abandono e numa melhoria das taxas de sucesso por disciplina.

Impõe-se assim, uma reflexão permanente ao nível das diversas estruturas pedagógicas e organizativas, de forma a incorporar as mudanças necessárias que permitam a adaptação às necessidades dos diversos públicos internos e externos e a atribuição de meios necessários à concretização da descentralização potenciando práticas inovadoras que sirvam de exemplo à organização como um todo.

Para concretizar estes objetivos a escola tem em conta as seguintes linhas de orientação:

- Sedimentar uma cultura que considere o Aluno o centro de toda a atividade desenvolvida pela escola;

- Aprofundar um tipo de relacionamento com o Aluno baseado na acessibilidade, disponibilidade, exigência e responsabilidade;
- Diversificar as ofertas formativas de forma a responder aos interesses dos Alunos e às necessidades sociais;
- Dinamizar a orientação escolar, minorando as transferências de curso e os abandonos;
- Reforçar a qualidade do serviço educativo prestado;
- Utilizar a imagem da escola como elemento de afirmação no contexto externo, respondendo aos fatores competitivos existentes;
- Dinamizar as atividades de divulgação dos trabalhos elaborados pelos Alunos de forma a motivá-los para o trabalho autónomo;
- Dinamizar os apoios educativos de forma a responder às necessidades dos Alunos com maior dificuldade de adaptação ao sistema escolar;
- Intervir precocemente em situações onde sejam diagnosticadas dificuldades socioeconómicas.
- Incrementar a eficiência de forma a conseguir uma boa relação custo/resultados;
- Rentabilizar as tecnologias de informação de forma a melhorar o modelo organizacional implementado;
- Desenvolver a informação de apoio à gestão;
- Aproveitar a inovação dos suportes tecnológicos, de forma a melhorar o serviço aos Alunos e Encarregados de Educação;
- Motivar e formar os recursos humanos.
- Prestar uma maior atenção aos públicos externos;
- Reforçar o acompanhamento dos Alunos e dos seus agregados familiares;
- Divulgar de uma forma sistemática as atividades desenvolvidas no interior da escola;
- Reforçar as ligações com o tecido económico da região, através da ligação direta às empresas e às Associações que as representam;
- Reforçar a posição no concelho do Fundão, divulgando de forma sistemática os resultados obtidos na avaliação interna e externa.

2- O meio envolvente

A Escola Secundária com 3.º ciclo do Ensino Básico do Fundão é a única escola secundária pública do concelho constituído por 31 freguesias, com uma população de 29172 habitantes e uma área de 701,65 km². Insere-se num meio rural em transformação, caracterizado por um despovoamento da grande maioria das aldeias do concelho e num aumento populacional na sede do concelho.

Com base nos dados do INE relativos ao censo de 2011, verifica-se que a variação de população do concelho entre 2001 e 2011 sofreu um decréscimo de 7,9% e no mesmo período a população da freguesia do Fundão sofreu um acréscimo de 3,4%. Sendo a população constituída por 27% de jovens (0-24 anos), 49% de adultos (25-64 anos) e 24% de idosos (65 e + anos). Comparando estes

valores com os valores médios do continente, constatamos ter menos jovens (-3%) e mais idosos (+7%). Além de uma população envelhecida, temos uma população com um grau de instrução bastante baixo, 21% de analfabetos, 38% com o 1.º ciclo, 22% com o 2.º e 3.º ciclos, 12% com o secundário e 7% com cursos médios e superiores. Se compararmos com a média do continente, constatamos ter mais analfabetos (+7%) e menos pessoas com o curso secundário, médio ou superior (-9%). Podemos assim concluir que as famílias existentes têm menos possibilidades de "apoiar" os seus filhos em casa do que a generalidade das famílias no continente.

Aliado a estes indicadores, podemos ainda referir que o índice do poder de compra é de apenas 66% da média nacional.

Pelo atrás exposto, podemos afirmar que a nossa Escola se insere num ambiente social e economicamente desfavorecido, quando comparado com a média nacional. Impondo-se assim oferecer um conjunto de condições que permitam ultrapassar ou minorar estas dificuldades.

Fazendo uma análise do emprego por sectores de atividade, constatamos a predominância do sector terciário ao nível do concelho (62%), sendo ainda mais notório na freguesia do Fundão.

O emprego no sector terciário é constituído essencialmente pelo pequeno comércio e serviços de ordem administrativa e social. Fazendo assim todo o sentido orientar a formação técnica e profissional para as necessidades do meio envolvente.

Num momento de fortes mudanças sociais, e conseqüentemente do sistema educativo, a diversificação de ofertas educativas constitui um elemento fundamental para a Escola Secundária com 3.º ciclo de Ensino Básico do Fundão, que continua a afirmar-se como uma organização de referência a nível concelhio e regional, constituindo um importante contributo para a mudança inevitável e necessária. A diversificação de ofertas através dos Cursos de Educação e Formação de Jovens (CEF) e dos Cursos Profissionais (CP) além da oferta dos Cursos Científico-Humanísticos permite que os alunos possam optar de forma mais ajustada às suas características e anseios, o que conseqüentemente levará à redução das taxas de abandono do sistema.

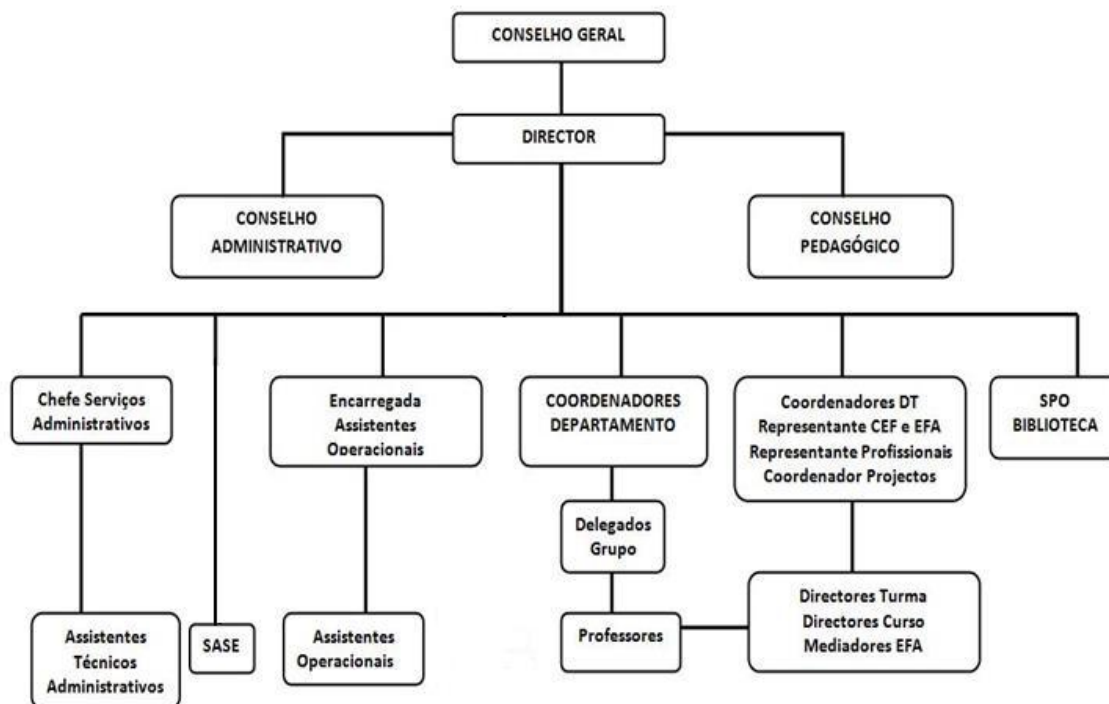
3- Número de alunos, recursos humanos, estrutura organizacional, serviços de apoio à comunidade, projetos de desenvolvimento/Experiências Pedagógicas e Atividades extracurriculares

Neste ano letivo (2012/2013), integram a Escola Secundária com 3.º ciclo do Fundão 873 alunos. Duzentos e nove dos quais alunos de cursos profissionais.

No que diz respeito aos recursos humanos, a escola conta com um quadro docente constituído por 149 professores e um quadro não docente constituído por 70 elementos, entre eles assistentes técnicos administrativos, assistentes técnicos de ação social escolar, assistentes operacionais,

guardas-noturnos, técnicos especializados em Serviços de Psicologia e Orientação e técnicos especializados em ensino especial. Funciona ainda nas instalações um pólo de apoio aos Alunos com dificuldades auditivas onde intervém uma Terapeuta da Fala.

Em termos de **estrutura organizacional**, a Escola possui os órgãos representados no organigrama.



No que diz respeito aos serviços de **apoio à comunidade**, a escola participa na formação de Pessoal Docente e Não Docente em colaboração com o Centro de Formação de Associação de Escolas da Beira Interior, participa no Conselho Local Ação Social, colabora com o Centro de Saúde do Fundão (Rede Escolas Promotoras Educação para Saúde) e a Câmara Municipal do Fundão no apoio a famílias desfavorecidas e aderiu ao Programa de generalização das refeições escolares. Participa também na Agenda XXI Escolar.

Dos **projetos de desenvolvimento/Experiências Pedagógicas e Atividades Extracurriculares** constam os Núcleos de Estágio, Desporto Escolar, projetos em ciências (Ciência Viva, Projeto – O que a Química nos Ensina?, O Pão e o Azeite, À descoberta das 4 cidades), projetos em ambiente (ECO-ESCOLAS Geração Depositário, Operação Alegria), Apoio aprendizagens (Projeto EMA/Aperindi), projetos de segurança (Plano de Segurança da escola), projetos de cidadania (Movimento solidário - Loja social, , serviço de voluntariado no Hospital do Fundão), Literacia (Maletas de Leituras, Ler para crescer, Vem Ler - Plano Nacional de Leitura), Informatização (Segura@net), Autoavaliação do Agrupamento, Jornal escolar "Olho Vivo", Gabinete de Apoio ao Aluno (educação para a saúde e educação sexual (Gabinete de Saúde); gestão de conflitos e abandono escolar (Gabinete de Gestão de Conflitos); socioeconómica (Gabinete de Acção Social Escolar); SPO; educação especial (Gabinete de Apoios Educativos), Clubes (Grupo Teatro "Histórico"; Dias de Escola (programa de rádio); Clube Ambiente e Vida; Clubes de Gravura e

Serigrafia; Clube de Proteção Civil; Clube Europeu; Clube de Francês; Clube de Inglês; Grupo de Cantares da Escola Secundária com 3º Ciclo do Fundão), Projeto Nacional Educação para o Empreendedorismo e o Projeto para a Melhoria do Desempenho dos Alunos (PROMED).

4- Espaços

A escola tem como espaços exteriores, espaços de lazer e recreio, e espaços desportivos. Os espaços interiores comuns contam com Refeitório e espaço de apoio, Bufete de Alunos / Sala Convívio, Anfiteatro e espaço de apoio, espaços de circulação, salas de aula, instalações sanitárias e variadas áreas de atendimento, nomeadamente, Secretaria - área de Alunos, Secretaria - área de Pessoal, Secretaria - Ação Social Escolar, Portaria, Receção, Papelaria, Reprografia de Alunos, Reprografia de Professores, Gabinete de Apoio ao aluno, Gabinete de Saúde, Gabinete de Gestão de Conflitos, Gabinete de Ação Social Escolar; Gabinete de Psicologia, Gabinete de Apoios Educativos, Sala dos Diretores de Turma, Sala de Cursos de Dupla Certificação, Sala de Apoio Pedagógico Acrescido, Biblioteca/Centro de Aprendizagem, Sala de Professores, Sala de Assistentes Operacionais, Lavandaria e Sala da Associação Estudantes.

Além dos espaços interiores comuns mencionados existem ainda espaços interiores geridos pelos Departamentos:

Matemática e Ciências Experimentais	Gabinete de Matemática; Laboratório de Informática, Oficina e Gabinete de Eletricidade, salas de informática; Laboratórios e Gabinetes de Física e Química; Laboratórios e Gabinete de Biologia
Expressões	Pavilhão Oficial, Gabinete de Expressões, salas específicas; Pavilhão polidesportivo, campos de jogos, gabinete de Educação Física;
Ciências Sociais e Humanas	Gabinetes Geografia, Filosofia, História Sala Contabilidade, Secretariado e Gestão, Gabinete de Economia
Línguas	Gabinete Línguas Românicas e Laboratório de Línguas; Gabinete de Línguas Germânicas

Anexo 2: Caracterização da turma PTAL12

1- Alunos

Sexo masculino: 11 Sexo feminino: 18 Média de idades: 15,89

2- Agregado Familiar

2.1 Coabitação

Parentesco	Pais	Mãe	Pai
Número	24	4	1

2.2 Habilitações literárias dos pais:

	Pais	Mães
1º ciclo do Ensino Básico	7	7
2º ciclo do Ensino Básico	9	9
3º ciclo do Ensino Básico	7	8
Ensino Secundário	1	3
Ensino Superior	1	2

2.3 Situação profissional dos pais:

	Pais	Mães
Empregado	24	18
Desempregado	0	8
Reformado	2	3

3- Problemas de Saúde

Visão	Alérgicos	Hiperatividade com défice de atenção	Observações
11	4	1	Aluna com hiperatividade medicada com Ritalina

4- Vida Escolar

4.1 Número de retenções:

0	1	2	3
16	9	4	0

4.2 Incidência de retenções:

1.º Ciclo	2.º Ciclo	3.º Ciclo	Secundário
4	0	6	5

5- Hábitos e métodos de trabalho

5.1 Estuda diariamente: Sim 26 Não 3

5.2 Tempo médio de estudo diário:

	Menos de 30 min	30 min	1h	2h	Mais de 2 h
Nº de alunos	8	6	9	3	2

5.3 Apoio no estudo: Sim 12 Não 17

5.4 Local de estudo

	Casa	Biblioteca	Outro local
Nº de alunos	28	8	0

6- Motivações, interesses e expetativas

Disciplinas preferidas	Disciplinas com maior dificuldade
Ciências, Educação Física	Matemática Português

6.1 Ocupação dos tempos livres:

Atividades:
1ª Ver televisão
2ª Ouvir música
3ª Jogar computador
4ª Praticar desporto
5ª Ler

6.2 Expetativas de futuro

Prosseguimento de estudos: 12.º ano: 12 Ensino Superior: 17

Anexo 3: Relatório do teste diagnóstico



Departamento de Matemática e Ciências Experimentais
Grupo de Física e Química 2012/2013
Análises Químicas - 10º Ano Curso Profissional PTAL12

RELATÓRIO DO TESTE DIAGNÓSTICO

OBJETIVO

Dotar o docente de informações sobre as competências dos alunos e as suas dificuldades, de forma a adequar/reformular as estratégias de ensino-aprendizagem e (re)elaborar os planos de apoio individual.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Análises Químicas integra a componente de formação técnica dos cursos de Técnico de Análise Laboratorial e tem como finalidade abordar as diferentes vertentes da Química Analítica, em todas as suas componentes e variantes, relativamente aos parâmetros, técnicas, amostras, metodologias e equipamentos a utilizar num determinado processo analítico, quer qualitativo, quer quantitativo. Nesta disciplina são desenvolvidos os conhecimentos, procedimentos e atitudes necessários a um correto e rigoroso desempenho, nos aspetos científico e laboratorial, relativamente a um problema, análise ou metodologia analítica, face a uma determinada proposta de trabalho, isto é, as competências essenciais associadas ao perfil profissional deste técnico.

O elenco modular previsto para o 1.º ano do curso contempla a segurança e a correta postura de um técnico, a apresentação das diversas operações unitárias que podem ser executadas num qualquer Laboratório, a correta preparação de soluções, a análise quantitativa de uma determinada espécie química, a compreensão e execução das mais variadas formas de volumetria.

OBJETO DE AVALIAÇÃO

- Avaliar o desempenho das competências gerais, que decorrem dos objetivos enunciados no Programa da disciplina, e das competências específicas de anos anteriores e consideradas essenciais para o entendimento da matéria.

- Conhecer concepções alternativas que os alunos possuam sobre alguns dos temas que vão ser abordados neste ano letivo.

PARTICIPANTES

O teste diagnóstico foi aplicado individualmente, com uma duração de 45 min., a 24 alunos da turma PTAL12.

MATRIZ DO TESTE DIAGNÓSTICO

Categories	Conceitos relacionados com...	Itens
Pré - requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de material de laboratório (C1) 	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12
	<ul style="list-style-type: none"> • Soluções (C2): - Interpretar o conceito de concentração mássica de uma solução e aplicá-lo na preparação laboratorial de soluções; - Identificar o soluto e o solvente numa solução. 	2.a, 2.b, 2.c
	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer, compreender e converter unidades de medida (C3) 	3.a, 3.b, 3.c, 3.d., 3.e
	<ul style="list-style-type: none"> • Propriedade dos materiais e Tabela Periódica (TP) (C4): - Relacionar as propriedades das substâncias com a posição dos elementos na TP; - Reconhecer a organização da TP; - Com base na configuração eletrónica dos átomos, reconhecer a posição dos elementos na TP. 	4.a, 4.b, 4.c, 4.d, 4.e, 4.f, 4.g
	<ul style="list-style-type: none"> • Representar simbolicamente substâncias (C5) 	5.c, 5.d, 5.e, 5.f
Concepções alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciação entre símbolos químicos e fórmulas químicas (C6) 	5.a, 5.b

Todos os itens são avaliados numa escala de quatro pontos (0-não responde, 1-não domina, 2-domina, 3-domina bem).

CARACTERIZAÇÃO DA PROVA

A prova é constituída por itens cuja tipologia se refere na tabela seguinte:

Tipologia do item
Associação / completamente / resposta curta
Curta

Os itens podem conter informações em diferentes suportes, nomeadamente, textos, figuras, tabelas, gráficos, etc.

MATERIAL A UTILIZAR

Os alunos devem ser portadores de material de escrita.

RESULTADOS



De uma forma geral, 41% das questões foram respondidas corretamente com pleno domínio, 10% das respostas apresentam um domínio parcial das matérias, 22% das questões foram resolvidas erradamente e 27% das questões não foram respondidas.

O quadro seguinte apresenta os resultados encontrados para cada um dos critérios estudados de acordo com a matriz do teste diagnóstico, bem como as estratégias a adotar em cada caso:


Conceitos relacionados com...	Questões	Resultados	Estratégias
<ul style="list-style-type: none"> Identificação de material de laboratório (C1) 	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12	<ul style="list-style-type: none"> - 40,1% dos alunos dominam bem a identificação todos os materiais de laboratório apresentados, 1,28% identifica parcialmente, 19,9% não domina a identificação do material e 31,1% não responde. 	<ul style="list-style-type: none"> Através da observação atenta do material de laboratório dar a conhecer a sua designação e aplicação;
<ul style="list-style-type: none"> Soluções (C2): <ul style="list-style-type: none"> Interpretar o conceito de concentração mássica de uma solução e aplicá-lo na preparação laboratorial de soluções; Identificar o soluto e o solvente numa solução. 	2.a, 2.b, 2.c	<ul style="list-style-type: none"> - 24,4% dos alunos domina parcialmente os conceitos relacionados com soluções, 17,9% dos alunos dominam bem, 11,5% não dominam e 38,5% dos alunos não respondem às questões. 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar que em química, chama-se solução a uma mistura homogénea constituída por um solvente e por um ou mais solutos nele dissolvido. O soluto é a substância que se dissolve no solvente. Poder-se-á chamar a atenção para o facto de se numa solução os componentes estiverem em proporções idênticas, o solvente será o componente mais volátil. Através de dialogo com os alunos levá-los a concluir que para caracterizar uma solução é necessário saber qual a quantidade de soluto dissolvido e introduzir o conceito de concentração mássica, relacionando a massa de soluto dissolvido por unidade de volume de solução.
<ul style="list-style-type: none"> Conhecer, compreender e converter unidades de medida (C3) 	3.a, 3.b, 3.c, 3.d., 3.e	<ul style="list-style-type: none"> - 45,4% dos alunos domina bem a conversão de unidades de medida, 2,31% domina parcialmente, 20% não domina e 24,6% não responde. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover a conversão de unidades, no decorrer das atividades a realizar em sala de aula, fornecendo os dados em unidades diferentes das do Sistema Internacional.
<ul style="list-style-type: none"> Propriedades dos materiais e 	4.a, 4.b, 4.c,	<ul style="list-style-type: none"> - 48,4% dos alunos dominam bem os 	<ul style="list-style-type: none"> Partir da observação de alguns metais e alguns não-

<p>Tabela Periódica (TP) (C4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar as propriedades das substâncias com a posição dos elementos na TP; - Reconhecer a organização da TP; - Com base na configuração eletrônica dos átomos, reconhecer a posição dos elementos na TP. 	<p>4.d, 4.e, 4.f, 4.g</p>	<p>conhecimentos relacionados com as propriedades dos materiais e Tabela Periódica, 1,65% domina parcialmente, 28% não domina e 14,3% dos alunos não responde a nenhuma das questões relacionadas com este tema.</p>	<p>metais para referir propriedades físicas que os caracterizam e distinguem.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referir a tendência dos átomos dos metais para se transformarem em iões positivos e dos átomos de alguns não-metais para se transformarem em iões negativos • Realizar demonstrações experimentais, da combustão dos metais sódio e magnésio e da combustão dos não-metais carbono e enxofre. • Salientar que os elementos pertencentes ao mesmo grupo apresentam o mesmo número de eletrões de valência e que os elementos pertencentes ao mesmo período contêm eletrões de valência no mesmo nível energético.
<ul style="list-style-type: none"> • Representar simbolicamente substâncias (C5) 	<p>5.c, 5.d, 5.e, 5.f</p>	<p>- 36,5% dos alunos domina parcialmente a representação simbólica de substância, 22,1% domina bem, 16,3 % não domina e 17,3% não responde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Em todas as atividades realizadas sempre que se refere uma substância apresentar o seu símbolo.
<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciação entre símbolos químicos e fórmulas químicas (C6) 	<p>5.a, 5.b</p>	<p>- 28,8% dos alunos domina parcialmente a diferenciação entre símbolos químicos e fórmulas químicas, dominando bem 25% dos alunos, 17,3% não domina e 21,2% não responde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar que todo e qualquer átomo é representado por um símbolo químico (representado por uma letra, ou alternativamente, por duas letras, a primeira maiúscula e a segunda minúscula) e que qualquer substância é representada pela fórmula química.

Anexo 4: Ficha de Segurança de Compostos Químicos

	<p>Agrupamento de Escolas do Fundão <u>Laboratório de Química</u></p> <p>Ficha de dados de segurança</p>	
---	---	---

ÁCIDO ACÉTICO	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL ÁCIDO ETANÓICO ÁCIDO ETÍLICO ÁCIDO METANOCARBOXÍLICO	$C_2H_4O_2 / CH_3COOH$ Massa molecular: 60,1	Armazenamento A7P3-3
----------------------	---	---	---------------------------------------

Embalagem e Rótulos (Pictogramas, declarações de perigo e declarações de precaução)	<p>H226 Líquido e vapor inflamáveis.</p> <p>H314 Provoca queimaduras na pele e lesões oculares graves.</p> <p>P280 Usar luvas de proteção/ vestuário de proteção/ proteção ocular/ proteção facial.</p> <p>P305 + P351 + P338 SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS: enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continuar a enxaguar.</p> <p>P310 Contacte imediatamente um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS ou um médico.</p>
	

Identificação dos perigos	Principais perigos Sintomas Sinais	Prevenção/Cuidados Proteção pessoal	Combate ao incêndio Primeiros socorros
Incêndio	Inflamável.	Não fazer chama ou faíscas e Não fumar.	Pó, espuma resistente ao álcool, água em spray, dióxido de carbono.
Explosão	Acima dos 39°C podem formar-se misturas explosivas de vapor/ar.	Acima dos 39°C usar um sistema fechado, ventilação e equipamento elétrico à prova de explosão.	Em caso de incêndio: manter os contentores, frios pulverizando-os com água.
Exposição			
Efeitos da inalação	Garganta irritada. Tosse. Sensação de queimadura. Dores de cabeça. Tonturas. Falta de ar. Dificuldade em respirar. Os sintomas podem demorar a manifestar-se	Ventilação, exaustão local ou proteção respiratória.	Ar fresco, descanso. Posição meio soerguida. Encaminhar para assistência médica.
Efeitos na pele	Dor. Vermelhidão. Bolhas. Queimaduras.	Luvas e vestuário de proteção.	Retirar a roupa contaminada. Enxaguar e depois lavar a pele com água e sabão. Enxaguar a pele com bastante água. Assistência médica.
Efeitos nos olhos	Vermelhidão. Dor. Queimaduras graves profundas. Perda de visão.	Proteção facial ou ocular combinada com proteção respiratória.	Primeiro enxaguar com bastante água durante alguns minutos (retirar lentes de contacto se for fácil). Assistência médica recomendada.
Efeitos da ingestão	Dores abdominais. Sensação de queimadura. Diarreia. Choque ou desfalecimento. Garganta irritada. Vômitos.	Não comer, beber ou fumar durante o trabalho.	Lavar bem a boca. Não provocar o vômito. Dar muita água a beber. Assistência médica recomendada.

Propriedades Físicas e Químicas	<p>Aspeto: líquido incolor</p> <p>Odor: acre</p> <p>pH: 2,4 a 60,05 g/l</p> <p>Ponto/intervalo de fusão: 16,2 °C - lit.</p> <p>Ponto de ebulição inicial e intervalo de ebulição 117 - 118 °C - lit.</p> <p>Ponto de inflamação 40,0 °C - câmara fechada</p> <p>Limite de explosão, superior: 19,9 %(V)</p> <p>Limites de explosão, inferior: 4 %(V)</p> <p>Pressão de vapor: 73,3 hPa a 50,0 °C; 15,2 hPa a 20,0 °C</p> <p>Densidade relativa: 1,049 g/cm³ a 25 °C</p> <p>Hidrossolubilidade: completamente miscível</p> <p>Temperatura de autoignição: 485,0 °C</p>
--	--

Métodos de tratamento de resíduos	<p>Queimar num incinerador químico equipado com pós-combustor e purificador de gases, mas tomar precauções adicionais ao colocar esse material em ignição, visto que é altamente inflamável. Propor a entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos.</p>
--	--

Dados Importantes	
Perigos químicos	A substância é um ácido fraco. Reage violentamente com oxidantes e bases. Ataca muitos metais formando um gás inflamável/explosivo (hidrogénio). Ataca alguns plásticos, borracha e revestimentos.
Valor limite de exposição	VLE (a): 10 ppm; 25mg/m ³ . VLE-CD (b): 15 ppm; 37mg/m ³ .
Vias de absorção	A substância pode ser absorvida por inalação do seu vapor ou por ingestão.
Risco de inalação	Ao evaporar a 20°C pode ocorrer, muito rapidamente, uma contaminação perigosa do ar.
Efeitos de uma curta exposição	A substância e o vapor têm um efeito corrosivo nos olhos, na pele e no aparelho respiratório. A sua ingestão é corrosiva. A inalação do vapor pode causar edema pulmonar (ver Notas). Os efeitos podem surgir mais tarde. Observação médica recomendada.
Efeitos de uma exposição prolongada	O contacto repetido ou prolongado com a pele pode causar dermatite. A substância pode afetar o aparelho gastrointestinal, daí resultando distúrbios digestivos incluindo pirose /ardor no estômago e prisão de ventre.

Armazenamento	À prova de fogo. Separado de comida ou produtos alimentares. Guardar numa dependência bem ventilada.
----------------------	--

Anexo 5: Caracterização da turma 9.º A

1- Alunos

Sexo masculino: 12 Sexo feminino: 8 Média de idades: 14,70

2- Agregado Familiar

2.1 Encarregado de educação

Parentesco	Pai	Mãe	Outro
Número	6	14	0

2.2 Habilitações literárias dos pais:

	Pais	Mães
1º ciclo do Ensino Básico	2	1
2º ciclo do Ensino Básico	4	2
3º ciclo do Ensino Básico	4	7
Ensino Secundário	6	4
Ensino Superior	3	5

2.3 Situação profissional dos pais:

	Pais	Mães
Empregado	19	15
Desempregado	0	5
Reformado	1	0

3- Problemas de Saúde

Visão	Alérgicos	Auditivo	Observações
5	4	1	

4- Vida Escolar

4.1 Número de retenções:

0	1	2	3
16	9	4	0

4.2 Incidência de retenções:

1.º Ciclo	2.º Ciclo	3.º Ciclo	Secundário
4	0	6	5

4.3 Educação Especial:

Não	Sim - Adequações na avaliação	Sim - CEI	Sim - Adequações curriculares
19	0	0	1

4.4 ASE - Subsídios:

Não	Escalão A	Escalão B
12	3	5

5- Hábitos e métodos de trabalho

5.1 Estuda diariamente: Sim: 10 Raramente: 6 Antes dos testes: 4

6- Motivações, interesses e expetativas

6.1 Ocupação dos tempos livres:

Atividades:
1ª Praticar desporto e Jogar computador
2ª Estar com amigos
3ª Ouvir música e Ver televisão
4ª Ler

6.2 Expetativas de futuro

Prosseguimento de estudos: 9.º ano: 1 12.º ano: 2 Ensino Superior: 17