



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Ciências

Relatório de Estágio e Aula Investigacional sobre o Efeito Fotoelétrico

Vera Mónica Fernandes Luís

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

Orientador: Prof. Doutor Paulo Parada

Covilhã, Junho de 2012

Dedicatória

Aos meus pais, Fernanda e Edarlindo, por todo o apoio, incentivo, estímulo e confiança depositada desde o início do meu percurso acadêmico. Por nunca me deixarem cruzar os braços e desistir, mas acima de tudo, por estarem sempre presentes... Sem a vossa força nada disto seria possível, é a vocês que devo tudo o que hoje sou... OBRIGADO PAIS, por tudo o que representam...

Ao meu irmão, André por acreditar sempre em mim...

À minha avó Emília que mesmo não estando presente fisicamente continua a ser a minha energia, a minha inspiração, a minha motivação...

Ao meu namorado, Paulo, pelo amor infinito, pelo inestimável apoio e encorajamento transmitido, principalmente, nos momentos mais difíceis, mas por tudo o que és e significas para mim...

Agradecimentos

Muitas pessoas contribuíram e influenciaram de forma direta e indireta a realização deste relatório de estágio pedagógico. Deixo desde já, a minha sincera gratidão, reconhecendo que todo o apoio dado e/ou transmitido foi fundamental e extremamente valioso. Um agradecimento especial:

Ao Professor Doutor Paulo Parada, orientador deste relatório de estágio, pela cordialidade sempre demonstrada, por todo o apoio e disponibilidade permanente, assim como, pela grande competência dos seus ensinamentos, comentários, sugestões e orientações valiosas e fulcrais. Não só para a realização deste relatório final de estágio, mas também para o planeamento das aulas de Física. O meu sincero e reconhecido MUITO OBRIGADO!

Ao Diretor do Conselho Executivo da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras por ter aberto as portas da sua escola à prática do estágio pedagógico.

À orientadora pedagógica Sandra Ventura da Costa por possibilitar a realização deste estágio pedagógico nas suas turmas, pela sua disponibilidade, ajuda, orientação e conhecimentos transmitidos desde o primeiro instante.

À orientadora científica de Química Professora Doutora Isabel Ismael, pelos conhecimentos transmitidos, sugestões, empenho e disponibilidade sempre demonstrada.

A todos os alunos da turma D do 9º ano de escolaridade e da turma A do 10º ano de escolaridade, pela compreensão, “solidariedade” e respeito sempre demonstrados. Às crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico por permitirem e participarem na execução de atividades de ciências realizadas todas as semanas nas instalações do Atelier de Tempos Livres da escola. Aos alunos que frequentavam o Clube de Ciências por possibilitarem o desenvolvimento de diversas atividades experimentais de Física e Química.

À Ângela quis o destino que nos voltássemos a encontrar, fez parte do meu percurso escolar durante o ensino secundário e partilhou agora comigo este estágio pedagógico, por toda ajuda, força e apoio constaste, pela partilha e participação numa fase fundamental de crescimento e desenvolvimento profissional.

A Deus que tem junto de si quem eu tanto queria aqui, pela imensa força transmitida e orientação nos momentos mais difíceis.

Aos meus dois avós sempre presentes pelas sábias palavras de tranquilidade, de sabedoria, de conforto, de dedicação e de compreensão.

Ao meu irmão, pelo companheirismo sempre demonstrado, pela força constante transmitida, pela confiança depositada em mim, pelo orgulho recíproco sempre sentido... OBRIGADO DI!...

Aos meus pais, pelo carinho, apoio, infinita paciência, pelo grande amor que só os progenitores podem dar, pela persistência dispensada em tornar real os meus sonhos. Por serem os meus alicerces, o meu porto de abrigo, por acreditarem em mim e fazer sentir que tudo parece mais fácil do que na realidade é. Por tudo isto e muitos mais OBRIGADO PAIS...

E, finalmente, mas não menos importante, ao meu namorado, pela sua ajuda e disponibilidade constante, pela paciência demonstrada durante todos estes anos, por me fazer acreditar que tudo é possível e que na vida não há momentos para pausas. OBRIGADO PAULO por teres entrado na minha vida e a tornares alegre todos os dias...

A TODOS, O MEU SINCERO OBRIGADO!

“ A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

Resumo

A elaboração do relatório final de estágio pedagógico resulta na reflexão de toda a prática pedagógica desenvolvida em contexto escolar, durante um ano letivo pelo aluno/professor estagiário.

O relatório de estágio pedagógico é composto por dois capítulos e os anexos.

O capítulo 1 apresenta uma breve introdução, seguida dos objetivos do estágio pedagógico, do estagiário e da escola cooperante. Descreve sucintamente a Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, fazendo referência à sua origem, localização, oferta educativa e população escolar. Caracteriza as turmas onde decorreram as práticas de ensino supervisionado. Indica as aulas de regência e desenvolve aprofundadamente duas dessas aulas auxiliadas pela respetiva reflexão. Esquematiza os recursos humanos e materiais essenciais à prática letiva. Faz ainda alusão a algumas das atividades não letivas desenvolvidas pelo grupo disciplinar de física e química da escola e pelo núcleo de estágio. Termina com uma breve reflexão e considerações finais do estágio pedagógico.

O capítulo 2 desenvolve um dos temas lecionados no 10º ano de escolaridade, o Efeito Fotoelétrico. Este enquadra-se no subtema “Espetros, radiações e energia”, inserido na Unidade 1 “Das estrelas ao átomo” do programa de Física e Química A, do 10º ano, componente de Química, Agrupamento 1, Ciências Tecnologias e Sociedade. Descreve a história, a respetiva explicação científica e as aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico, numa abordagem determinada pelo contexto de relatório de estágio, e o planeamento de uma aula de 90 minutos a ser lecionada neste nível de ensino. Termina com a discussão, e algumas conclusões.

Palavras-chave

Mestrado em Ensino; Estágio pedagógico; Ensino da Física; Ensino da Química; Efeito Fotoelétrico

Abstract

This final teacher training report reflects an entire year's development of pedagogical work and practice carried out on site in the school setting by the student/teacher trainee.

This report comprises two chapters and annexes.

In the first chapter a brief introduction is followed by a summary of the objectives of the teacher training practice, the trainee and the participating school. A brief description of the Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras is given, including some history, the location, educational offer and school population. The classes where the supervised teaching practice was carried out are characterized. The classes lectured by the trainee are listed, and two of these classes are considered in depth. The human and material resources needed for this teaching practice are described. Out of class activities developed by the school's physics and chemistry teaching group with the participation of the teacher trainees are described. Finally some considerations upon the teacher training practice are noted.

Chapter 2 is dedicated to a particular subject taught in the 10th grade, the Photoelectric Effect. This subject is included in the item "Spectra, radiation and energy", which is part of Unit 1 "From the stars to the atom", of the Chemistry program from the 10th grade Physics and Chemistry A curriculum. The history, scientific explanation and some technological applications of the photoelectric effect are considered in the context of the teacher training report. A plan for a 90 minute class for this level is presented. Finally a brief discussion is given and conclusions are drawn.

Keywords

Master's Course in Teaching; Teacher Training Practice; Teaching of Physics; Teaching of Chemistry; Photoelectric Effect

Índice

Capítulo 1	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivos do Estágio Pedagógico	3
1.2.2 Objetivos do Estagiário	3
1.2.3 Objetivos da Escola	3
1.3 Metodologia	3
1.3.1 Caracterização da Escola	3
1.3.2 Lecionação	6
1.3.2.1 Amostra	6
1.3.2.1.1 Caracterização da Turma 9º D	7
1.3.2.1.2 Caracterização da Turma 10º A	8
1.3.2.2 Planeamento	8
1.3.2.2.1 Aulas Lecionadas	8
1.3.2.2.2 Desenvolvimento das Aulas da Área Científica de Física Lecionadas à Turma 9º D	10
1.3.2.2.3 Reflexão da Lecionação	16
1.3.3 Recursos Humanos	18
1.3.4 Recursos Materiais	19
1.3.5 Atividades Não Letivas	19
1.3.5.1 Atividades do Grupo Disciplinar	20
1.3.5.2 Atividades do Grupo de Estágio	20
1.4 Reflexão	24
1.5 Considerações Finais	24
1.6 Bibliografia	25
Capítulo 2 - Efeito Fotoelétrico	29
2.1 Introdução	29
2.2 História, Descrição e Importância do Efeito Fotoelétrico	29
2.2.1 Compreensão da Natureza da Luz	30
2.2.2 Descoberta do Efeito Fotoelétrico	32
2.2.3 Investigação e Primeiras Explicações do Efeito Fotoelétrico	33
2.2.4 A Hipótese de Albert Einstein	34
2.2.5 As Experiências de Millikan	36
2.2.6 Experiência de Compton e os Fotões	38
2.2.7 Dualidade e Interpretação da Mecânica Quântica	38
2.3 Aplicações Tecnológicas do Efeito Fotoelétrico	39

2.4 Conceções Alternativas no Estudo do Efeito Fotoelétrico	40
2.4.1 Um Exemplo: Função Trabalho e Energia de Ionização	40
2.4.2 Outras Considerações sobre Dificuldades Conceituais no Ensino/Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico	41
2.5 Lecionação	41
2.5.1 Plano de Aula	41
2.5.2 Desenvolvimento da Aula	42
2.5.3 Simulação Computacional	42
2.5.3.1 Sites de Simulações Computacionais Alternativas	43
2.5.4 Guião de Exploração Computacional	44
2.5.5 Registo de Exploração Computacional	44
2.5.6 Ficha de Trabalho	44
2.5.7 Correção da Ficha de Trabalho	44
2.5.8 Determinação da Constante de Planck	44
2.6 Discussão e Conclusão	44
2.7 Bibliografia	46
ANEXOS	
ANEXO I - Caracterização da turma D do 9º ano de escolaridade	51
ANEXO II - Caracterização da turma D do 10º ano de escolaridade	54
ANEXO III - Material que auxiliou a prática pedagógica das aulas de regência efetuadas na turma D do 9º ano de escolaridade	58
ANEXO IV - Material de apoio à aula de Química - Efeito Fotoelétrico	65

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras

Figura 1.2 – Centro Tecnológico em Educação

Figura 1.3 – Horto Solar Ferro

Figura 1.4 – Tabela Periódica Comestível

Figura 1.5 – Atelier de Tempos Livres

Figura 1.6 – Peça de Teatro “O Quimicómico”

Figura 1.7 – Museu da Eletricidade e Museu das Comunicações

Figura 1.8 – Jornal “PalmImpress”

Figura 2.1 – Efeito Fotoelétrico

Figura 2.2 – Simulação Computacional PHET

Figura A.1 – Distribuição dos alunos por faixa etária da turma D do 9º ano

Figura A.2 – Constituição do agregado familiar dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.3 – Número de irmãos dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.4 – Nível académico dos pais dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.5 – Profissões dos pais dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.6 – Distribuição do apoio social escolar pelos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.7 – Problemas de saúde dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.8 – Meio de transporte e tempo de deslocação dos alunos da turma D do 9º ano no trajeto casa escola e vice-versa

Figura A.9 – Disciplinas preferidas e com mais dificuldades dos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.10 – Profissões desejadas pelos alunos da turma D do 9º ano

Figura A.11 – Distribuição dos alunos por faixa etária da turma A do 10º ano

Figura A.12 – Constituição do agregado familiar dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.13 – Número de irmãos dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.14 – Nível académico dos pais dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.15 – Profissões dos pais dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.16 – Distribuição do apoio social escolar pelos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.17 – Problemas de saúde dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.18 – Área de residência dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.19 – Meio de transporte utilizado e tempo de deslocação dos alunos da turma A do 10º ano no trajeto casa escola e vice-versa

Figura A.20 – Disciplinas preferidas e com mais dificuldades dos alunos da turma A do 10º ano

Figura A.21 – Profissões desejadas pelos alunos da turma A do 10º ano

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Ofertas educativas

Tabela 1.2 – Número de turmas e alunos por anos de escolaridade

Lista de Acrónimos

A	Amperímetro
a.C	Antes de Cristo
e	Carga do eletrão
CTE	Centro Tecnológico em Educação
CFQ	Ciências Físico Químicas
λ	Comprimento de Onda
h	Constante de Planck
CCD	Dispositivos de carga acoplada
eV	Eletrão Volts
E	Energia
E_c	Energia Cinética
E_{rad}	Energia de Radiação
E_{rem}	Energia de Remoção
f	Frequência
φ	Função Trabalho
Hz	Hertz
IV	Infravermelho
I	Intensidade
i.e	Isto é
m/s	Metros por segundo
J/e	Joule por eletrão
nm	Nanómetro
ns	Nanosegundo
NEE	Necessidade Educativas Especiais
N	Newton
n	Número de eletrões
PCT	Plano Curricular de Turma
P_a	Peso aparente
P_r	Peso real
PHET	<i>Physics Education Technology</i>
V_p	Potencial de paragem
R	Resistência
s	Segundo
SASE	Serviço de Ação Social Escolar
SI	Sistema Internacional
TCT	Teixoso/Covilhã/Tortosendo
TPC	Trabalho para casa
UV	Ultravioleta
UBI	Universidade da Beira Interior
UC	Unidade Curricular
c	Velocidade de propagação
v	Velocidade
VIS	Visível
V	Voltagem

Capítulo 1 - Estágio Pedagógico

1.1 Introdução

A escola nasceu quando a sociedade se estratificou, surgiu da necessidade de iniciar a divisão das tarefas, separando de forma hierárquica os saberes, ou seja, a necessidade de sistematizar as diferentes formas de trabalho. Quanto mais complexa a sociedade, mais especializada deve ser a escola. [3]

“A escola é uma maravilhosa colaboradora, mas são os pais que educam... As bases que desenvolvem o caráter da criança correspondem aos pais, cabendo à escola o papel de orientadora e reforçadora da educação familiar...”. Egidio Vecchio citado em [4]

O objetivo da escola é a transmissão da cultura, a adaptação dos indivíduos à sociedade, o desenvolvimento das suas potencialidades e o desenvolvimento da própria sociedade. [4]

A escola pode ser vista como um grupo social, que transmite cultura, é considerada uma junção de indivíduos (alunos, professores e funcionários) com objetivos comuns e em contínua interação. [2,4]

Numa época em que a sociedade em geral parece questionar o papel da escola e dos professores, estes últimos, pressionados e pouco apoiados pelas estruturas ministeriais, começam a revelar sentimentos de insatisfação perante o exercício da sua profissão. *“A “crise” alastra, o mal-estar dos professores aumenta e toda a gente fala da escola e deplora a situação dos alunos que ou não sabem nada ou têm a cabeça cheia de coisas inúteis por incompetência ou inoperância dos professores”* [13]

Nos últimos anos, assistimos, cada vez mais, ao assumir da ideia de que o desempenho da função docente exige que se perceba o professor como um profissional, isto é, alguém que seja portador de um profundo conhecimento científico e pedagógico, com capacidade de exercer as suas tarefas profissionais com autonomia e responsabilidade. Os professores estão no centro do processo educativo, estando a qualidade do ensino e dos resultados de aprendizagem estreitamente articulada com a qualidade da sua qualificação. Neste sentido o Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 Fevereiro, revela uma nova política de formação inicial de professores, que valoriza a dimensão do conhecimento disciplinar, da fundamentação da investigação na prática de ensino e da iniciação à prática profissional. [7]

Porque, a aprendizagem da profissão docente não principia com a frequência de um curso de formação inicial, nem termina com a obtenção de um mestrado em ensino, é algo que o professor realiza durante toda a vida.

O presente relatório individual de estágio pretende descrever sucintamente, o trabalho desenvolvido no âmbito do mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário da Universidade da Beira Interior (UBI), durante o ano letivo de 2011/2012, que teve início no dia um do mês de setembro 2011, na escola cooperante Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras da cidade da Covilhã.

Este estágio de natureza profissional inserido na Unidade Curricular (UC) Estágio em Física e Química foi realizado através da prática pedagógica supervisionada nas disciplinas do 9º ano de escolaridade e do 10º ano de escolaridade que integram o grupo de física e química.

O núcleo de estágio era constituído por três alunas/professoras estagiárias, sob a orientação da professora cooperante Sandra Ventura da Costa e dos professores doutores Paulo André de Paiva Parada e Maria Isabel Guerreiro da Costa Ismael, orientadores científicos de Física e Química respetivamente. Que procediam à avaliação do desempenho do aluno/professor estagiário na prática de ensino supervisionada.

O estágio pedagógico permitiu estabelecer a ligação dos conteúdos teóricos à prática de ensino-aprendizagem. Tratou-se de um processo de aquisição e de aprofundamento de novos conhecimentos e novos desafios. A interação com a realidade escolar a partir do contacto direto com toda a comunidade facultou a aproximação à realidade profissional, e permitiu tirar algumas conclusões relativamente à profissão de docente, o docente é, sem dúvida, o elemento que desempenha um papel fundamental na formação e educação dos alunos, não deveria como tal, ser um simples ponto de passagem para o aluno, mas sim algo ou alguém para quem o aluno deveria olhar e recordar como uma referência importante, positiva, fundamental, essencial, no seu percurso escolar e social. [11]

Para contextualizar e definir “tarefas”, sentiu-se a necessidade de proceder primitivamente à descrição dos objetivos de cada um dos intervenientes deste processo de ensino-aprendizagem, seguida da caracterização detalhada da escola cooperante onde será feita referência aos recursos humanos e materiais necessários à formação de qualidade. No que concerne à lecionação, proceder-se-á inicialmente à caracterização de duas turmas, uma do ensino básico e outro do ensino secundário que permitirá qualificar a amostra em estudo. Seguir-se-á o planeamento detalhado e pormenorizado de duas das aulas supervisionadas acompanhada da respetiva reflexão de lecionação. Para findar este capítulo 1 proceder-se-á à descrição dos recursos humanos e materiais que fundamentaram e permitiram a lecionação, assim como as atividades não letivas realizadas e/ou assistidas pelo núcleo de estágio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos do Estágio Pedagógico

O estágio pedagógico teve como objetivos, a articulação das competências adquiridas no âmbito científico, pedagógico-didático e social com a prática docente. Permitir o desenvolvimento de competências nos domínios da observação e da avaliação e integração dos diferentes saberes numa perspetiva inter e transdisciplinar. Contribuir para a interação escola-meio. Sensibilizar para a autoformação contínua nos diversos domínios da atividade docente. [14]

1.2.2 Objetivos do Estagiário

O aluno/professor estagiário teve como objetivos frequentar as aulas da orientadora pedagógica em duas turmas, uma do ensino básico e outra do ensino secundário, num total de 15 horas semanais. Efetuar as suas regências nessas turmas assistir às reuniões e participar nas atividades do grupo disciplinar, refletir sobre as suas práticas, apoiando-se na experiência, na investigação, e em outros recursos do seu desenvolvimento profissional.

1.2.3 Objetivos da Escola

A escola, no que diz respeito ao estágio pedagógico, teve como objetivos contribuir e permitir a interação do aluno/professor estagiário na escola-meio, assim como facultar a prática pedagógico-didático.

1.3 Metodologia

Segundo o Decreto-Lei 75/2008 de 22 de abril de 2008, “*As escolas são estabelecimentos aos quais está confiada uma missão de serviço público, que consiste em dotar todos e cada um dos cidadãos das competências e conhecimentos que lhes permitam explorar plenamente as suas capacidades, integrar-se ativamente na sociedade e dar um contributo para a vida económica, social e cultural do País.*” [8]

1.3.1 Caracterização da Escola



Figura 1.1 - Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras

A Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, criada pelo despacho n.º 1783/2005, publicado no diário da República, 2.ª série, n.º 18 de 26 de janeiro de 2005, está situada na antiga “Quinta das Palmeiras”, na atual Rua de Timor, da cidade da Covilhã na vertente Sul da Serra da Estrela sobre a planície da Cova da Beira. Insere-se numa área residencial de expansão urbana que confina com o Centro Comercial Serra Shopping e acesso da cidade ao Eixo Teixoso/Covilhã/Tortosendo (TCT). [5]

Foi numa primeira fase designada por Escola Secundária n.º 3 da Covilhã, criada pela portaria 791/86 de 31 de dezembro de 1986 e numa segunda fase por Escola Básica do 3.º Ciclo Quinta das Palmeiras, de acordo com o despacho n.º 120006/99, de 23 de junho de 1999. E entrou em funcionamento no ano letivo de 1987/88, numa fase que corresponde ao alargamento da escolaridade, à massificação do ensino e à conseqüente necessidade de aumentar as estruturas educativas. [5]

Na altura a população escolar era constituída por cerca de 300 alunos, oriundos de zonas limítrofes ou regiões fora da cidade, com baixo nível socioeconómico e cultural, alguns com Necessidades Educativas Especiais. A pensar nestes alunos, a escola assumiu um papel de paradigma humano, procurando promover-se como espaço educativo e cultural facilitador do sucesso escolar de todos os alunos. [5]

No ano letivo 2003/2004 iniciou a lecionação do Ensino Secundário. Em 2006, foi sujeita à Avaliação Externa, dessa avaliação resultou a classificação de Muito Bom em todos os níveis de desempenho escolar alcançados em cinco domínios chave: resultados (académicos, sociais e de reconhecimento da comunidade), prestação do serviço educativo (planeamento e articulação; práticas de ensino e monitorização; avaliação do ensino e das aprendizagens), organização e gestão escolar, liderança, capacidade de autoavaliação e de progresso da escola. Ao abrigo do Decreto-lei n.º115-A/99, de 4 de maio e demais legislação aplicável, o Ministério da Educação, através da Direção Regional de Educação do Centro, e a Escola Quinta das Palmeiras celebraram e acordaram entre si um Contrato de Autonomia, que aposta na qualidade, utilização e acessibilidade dos recursos para promover a motivação e empenho de todos incentivando a abertura à inovação, desenvolvimento de parcerias, protocolos e projetos com parceiros exteriores à escola, quer no âmbito nacional, quer internacional. [5]

Os resultados da Avaliação Externa realizados no presente ano letivo foram semelhantes aos obtidos em 2006, Muito Bom em todos os domínios.

Hoje, passados vinte e cinco anos da abertura da escola, a população escolar aumentou para 793 alunos. Em termos de recursos humanos, a escola tem um corpo docente bastante estável, 65 docentes do quadro de nomeação definitiva, 2 destacados no exterior, 17 destacados, 14 contratados e 9 estagiários. Relativamente ao pessoal não docente, que complementa as valências educativas, integra 1 psicólogo, docentes de apoio, 7

administrativos, 23 auxiliares de ação educativa, 1 auxiliar de manutenção, 6 cozinheiros/auxiliares, 2 guardas noturnos e uma equipa de saúde (médico e enfermeiro).

Ao longo da sua existência, a escola foi criando uma identidade própria. Atualmente tem boas instalações em bom estado de conservação. Das atuais instalações fazem parte biblioteca, ludoteca, videoteca, exploratório, laboratórios de física, química, biologia, fotografia, vídeo, som/rádio, línguas e matemática, pavilhões desportivos, refeitório, bar, auditório, salas de informática, de diretores de turma, de associação de estudantes, de associação de pais, de convívio de alunos e de pessoal não docente.

Recentemente criou o Centro Tecnológico em Educação (CTE) figura 1.2, que permitiu criar as condições necessárias para que os docentes possam proporcionar aos seus alunos uma educação baseada em conteúdos atrativos e de qualidade, suportados pelas novas tecnologias multimédias, promovendo a participação e dinamismo de toda a comunidade escolar.



Figura 1.2 - Centro Tecnológico em Educação

As ofertas educativas da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras para o ano letivo 2011/2012, encontram-se expressas na tabela 1.1 e o número de alunos por turma nos diferentes anos de escolaridade, na tabela 1.2.

Tabela 1.1 - Ofertas educativas

Ofertas educativas	3.º Ciclo do Ensino Básico	Ensino Secundário	Cursos Novas Oportunidades
Disciplinas de Oferta de Escola: Dança/Arte Design/Artes Ofícios/Expressão Dramática	7º 8º 9º Anos		
Equivalência ao 9º Ano de escolaridade Operador de Fotografia - Tipo 3/Nível 2			CEF
Curso de Educação e Formação de Adultos - Secundário - Tipo C			EFA
Curso de Ciências e Tecnologias		10º 11º 12º Ano	
Curso de Línguas e Humanidades		10º 11º 12º Ano	
Curso Profissional Técnico de Multimédia		10º 11º 12º Ano	
Curso Técnico de Comunicação - Marketing, Relações Públicas e Publicidade		10º Ano	

Tabela 1.2 - Número de turmas e alunos por anos de escolaridade

	Anos de escolaridade						Total
	7º	8º	9º	10º	11º	12º	
Turmas	4	5	5	6	6	5	32
Alunos	109	123	144	146	136	135	793

A escola tem ainda ao seu dispor estruturas pedagógicas de que são exemplo, a biblioteca escolar, o laboratório de ideias e de línguas, a oficina de escrita criativa e de língua gestual, o museu, a horta pedagógica, a rádio “palmeiras”, o jornal “PalmiImpress”, o grupo de teatro e de dança “As Palmeirinhas”, uma página web, a banda da escola, o centro de formação de pentatlo moderno, os programas semanais na Rádio Cova da Beira, Canal TV Palmeiras e múltiplos projetos nos âmbitos da ciência viva; pense indústria; educacional descobrimento Portugal-Brasil; intercâmbio “Serra e Mar”; educar; extensão universitária/investigação e empreendedorismo.

1.3.2 Lecionação

A lecionação surge como um momento fulcral no processo de transição de aluno a professor. O contacto com a realidade do ensino (escola, alunos) auxilia a formação e promove o desenvolvimento futuro do aluno/professor estagiário.

O primeiro dia de lecionação gera sempre ansiedade, nervosismo, curiosidade, no entanto, este torna-se facilitado com o auxílio dos professores orientadores. Estes têm como objetivo ajudar o aluno/professor estagiário a aplicar os conhecimentos adquiridos e ao mesmo tempo transmitir conhecimentos que possibilitem e promovam o processo de ensino/aprendizagem.

As lecionações foram realizadas em duas turmas, uma do ensino básico (9.º ano) e outra do ensino secundário (10.º ano), para permitir o contacto com duas realidades de ensino. Os planos de lecionação foram sempre analisados previamente pelos respetivos orientadores com o objetivo de esclarecer eventuais dúvidas quer a nível de estratégias de ensino a utilizar quer a nível científico.

Todas as aulas lecionadas foram supervisionadas pelos professores orientadores e pelas colegas do núcleo de estágio. Foi definido no início do ano letivo que seriam dados dois blocos de noventa minutos, um na área científica de química e outro na área científica de física na turma A do 10.º ano de escolaridade e dois blocos de noventa minutos e dois de quarenta e cinco minutos, divididos pelas duas áreas científicas na turma D do 9.º ano de escolaridade.

1.3.2.1 Amostra

No início do ano letivo foram atribuídas três turmas à orientadora pedagógica responsável pela supervisão do núcleo de estágio. No entanto cada aluno/professor estagiário assistia e

lecionava as suas regências apenas em duas das três turmas, uma vez que duas delas eram do 9.º ano de escolaridade.

Conhecendo a amostra, torna-se mais fácil proceder à sua caracterização. A caracterização de uma turma permite conhecer o seu funcionamento e adequar o processo de ensino-aprendizagem.

Para que a caracterização seja o mais real possível é feito um estudo completo da vida do aluno, desta forma é feita uma análise sociocultural do aluno (nível etário e sexo), do agregado familiar (profissão dos progenitores e sua situação conjugal, identificação do(s) encarregado(s) de educação e constituição do agregado familiar), da vida escolar do aluno (aproveitamento académico, apoio social, modo de deslocação casa-escola e vice-versa, distância da área de residência e tempo despendido na viagem, disciplinas preferidas e com mais dificuldades), da saúde do aluno (existência de cuidados especiais) e da sua personalidade e interesses (profissão de futuro).

Todas as informações referentes à caracterização da turma D do 9.º ano de escolaridade e da turma A do 10.º ano de escolaridade foram facultadas pelos seus diretores de turma a partir do Plano Curricular de Turma (PCT).

1.3.2.1.1 Caracterização da Turma 9º D

A turma D do 9.º ano de escolaridade não tinha alunos com estatuto NEE (Necessidades Educativas Especiais), apesar de haver uma aluna com reconhecidas dificuldades de aprendizagem. Assim, era constituída pelo número máximo de alunos 28, dos quais 14 eram do sexo feminino e os restantes do sexo masculino.

Os alunos encontravam-se bem integrados tanto no seio da turma como na escola, uma vez que pertenciam à mesma turma desde o 7º ano de escolaridade, e desde então que frequentavam a escola. O comportamento da turma, desde o início do ano letivo, foi considerado razoavelmente bom, existindo apenas um número muito reduzido de alunos, que demonstrava alguma falta de atenção e de concentração.

De um modo geral, os alunos da turma foram sempre assíduos, participativos, atentos, concentrados, empenhados na realização das tarefas propostas em sala de aula e com domínio oral, escrito e de compreensão razoável.

Relativamente ao aproveitamento global da turma, a grande maioria dos alunos atingiu satisfatoriamente os objetivos/competências estipuladas não só na disciplina de ciências físico-químicas, como em todas as outras.

Os resultados da caracterização da turma D do 9.º ano de escolaridade encontram-se resumidos no anexo I do presente relatório.

1.3.2.1.2 Caracterização da Turma 10º A

A turma A do 10º ano de escolaridade era constituída por 28 alunos, sendo 8 do sexo feminino e 20 do sexo masculino, uma turma maioritariamente masculina. A turma não apresentava alunos com estatuto NEE, por essa razão tinha o número máximo de alunos.

Apesar de se tratar de uma turma bastante heterogénea, formada pela junção de duas turmas, os alunos encontravam-se bem integrados tanto no seio da turma como da escola. O comportamento da turma foi considerado razoável, existindo no entanto um número de alunos que demonstrava alguma falta de atenção e de concentração. De um modo geral, os alunos da turma foram quase sempre assíduos, alguns pouco pontuais, pouco participativos, por vezes alguns deles pouco atentos e concentrados, no entanto, empenhados na realização de algumas das tarefas propostas em sala de aula tendo sido diagnosticado em alguns casos, falta de ritmo de trabalho.

Por esta razão alguns deles decidiram no final do ano letivo trocar de área científica ou repetir o 10º ano de escolaridade.

Os resultados da caracterização da turma A do 10.º ano de escolaridade encontram-se resumidos no anexo II do presente relatório.

1.3.2.2 Planeamento

1.3.2.2.1 Aulas Lecionadas

Todas as aulas lecionadas eram supervisionadas pelos orientadores e colegas do núcleo de estágio. O planeamento da aula era elaborado previamente nele constava toda a informação referente à aula. Tinha início com o registo do sumário que seria dado à turma e era seguido dos pré-requisitos e dos objetivos (competências a ser desenvolvidas), ou seja, o que o aluno deveria saber antes e depois da aula. Neste planeamento constavam ainda os conteúdos a lecionar, assim como todo o material e recursos necessários para o apoio da prática pedagógica e era ainda referenciado o processo de avaliação de desempenho do aluno, seguido do desenvolvimento detalhado e pormenorizado da aula. No final, caso se justificasse, era feita referência ao trabalho de casa a desenvolver pelos alunos individualmente.

Este planeamento, como já foi mencionado, era revisto pelos orientadores para auxiliar a prática pedagógica.

Foram planeadas com este formato 7 aulas ao longo do ano letivo. Destas 3 foram de 90 minutos duas das quais lecionadas na turma A do 10º ano de escolaridade, e uma lecionada na turma D do 9.º ano de escolaridade. As restantes aulas de 45 minutos foram também lecionadas no 9º ano. De seguida resumo as aulas que lecionei em termos da Unidade Didática e objetivos.

A primeira aula planeada foi de 90 minutos e dada no dia 28 do mês de outubro de 2011, pelas 10 horas e 5 minutos, na sala número 10 para a turma A do 10º ano de escolaridade. A aula pertencia à Unidade Didática: Das estrelas ao átomo, da área científica de química e teve como objetivos: identificar a zona do espectro visível no espectro eletromagnético; interpretar o espectro eletromagnético de radiações associando a cada radiação a um determinado valor de energia; identificar equipamentos diversos que utilizam diferentes radiações; comparar radiações (ultravioleta, visível e infravermelha) quanto à sua energia e efeito térmico; caracterizar tipos de espectros (de riscas/descontínuos e contínuos, de absorção e de emissão); interpretar o espectro de um elemento como a sua “impressão digital” e por fim interpretar espectros atômicos simples.

A segunda e terceira aulas planeadas foram lecionadas na turma D do 9º ano de escolaridade, já no início do 2º período, na área científica de física. Por serem as aulas selecionadas para explorar de forma mais aprofundada neste relatório a sua descrição é feita na próxima seção.

No 3º período foi lecionada no dia 23 do mês de abril de 2012 uma aula de 45 minutos que teve início às 15 horas e 50 minutos na sala número 22 perante a turma D do 9º ano de escolaridade. A aula pertencia à Unidade didática: Classificação dos materiais, da área científica de química e teve como objetivos: representar e interpretar a representação de alguns iões e escrever, ler e interpretar a fórmula química de substâncias iónicas. Esta aula teve sequência no dia 27 de abril de 2012 pelas 12 horas e 30 minutos na sala 24 e no final os alunos deveriam ser capazes de: distinguir entre ligação covalente e iónica; interpretar a tendência dos átomos para a formação da ligação iónica; identificar as forças responsáveis pela coesão dos iões que formam as substâncias iónicas; identificar a ligação iónica como sendo o tipo de ligação presente nos compostos iónicos; compreender o significado de ligação iónica e compreender o mecanismo de formação desta ligação. Para concluir o assunto tratado nestas duas aulas foi planeada uma terceira aula de 45 minutos lecionada no dia 30 de abril de 2012 pelas 15 horas e 50 minutos na sala número 22 cujo objetivo era interpretar e identificar as propriedades das substâncias iónicas.

Para finalizar as regências planeadas foi lecionada no dia 15 do mês de maio de 2012, uma aula de 90 minutos na sala 6 à turma A do 10º ano de escolaridade que teve início pelas 11 horas e 45 minutos, pertencente à Unidade Didática: Energia e movimentos da área científica de física e que tinha como objetivos: diferenciar o termo comum utilizado na linguagem do dia-a-dia referente a trabalho com o trabalho de uma força constante; realçar que a grandeza trabalho quantifica a energia transferida entre sistemas; reconhecer que só há trabalho quando a força interfere com o estado de movimento de um corpo; identificar em que situações a direção de uma força implica trabalho nulo; explicar que o trabalho de uma força, ou seja, a transferência de energia para o sistema, é influenciada pela intensidade e o deslocamento do ponto de aplicação; reconhecer que $w > 0$, quando a força e o deslocamento têm a mesma direção e sentido; reconhecer que $w < 0$, quando a força e o deslocamento têm a

mesma direção mas sentidos opostos; calcular o trabalho realizado por uma força constante qualquer que seja a direção em relação à direção do movimento e por fim indicar as condições para que a ação de uma força contribua para um aumento ou diminuição de energia do sistema em que atua.

Todas estas planificações/planeamentos de aulas assim como as respetivas auto-reflexões encontram-se no dossier de estágio individual de Física e Química da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras.

1.3.2.2.2 Desenvolvimento das Aulas da Área Científica de Física Lecionadas à Turma do 9º D

Passados nove dias do início do novo ano de 2012, dei início às regências na turma D do 9º ano de escolaridade na sala 22 pela 15 horas e 5 minutos na Unidade Didática: Em Trânsito.

A aula teve início com a escrita do sumário no quadro: Impulsão. Medição experimental do peso de um corpo, no ar e na água. Verificação da Lei de Arquimedes.

Para que os alunos atingissem facilmente os objetivos propostos para a aula, sentiu-se a necessidade de definir pré-requisitos, ou seja, condições de natureza funcional que assumem particular relevância para assimilação e aquisição dos objetivos propostos para a aula. Os pré-requisitos referenciados foram: identificar o significado físico de força e algumas classificações das forças; caracterizar e representar forças por meio de vetores; recorrer a dinamómetros para medir a intensidade das forças; descrever a utilização de um dinamómetro; distinguir entre massa e peso de um corpo; identificar o peso e a massa de um corpo e explicar como varia o peso de um corpo.

No final da aula o aluno deveria ser capaz de: reconhecer a existência da impulsão; determinar experimentalmente valores de impulsão e tirar conclusões de valores obtidos experimentalmente.

Para auxiliar e enriquecer a leção da impulsão, flutuação de corpos e Lei de Arquimedes, foram necessários os seguintes recursos e materiais: computador e projetor; apresentação de imagens em *PowerPoint*; copo de plástico com água; rolha de cortiça; manual escolar [1,10]; ficha de trabalho.

A avaliação da turma foi efetuada através da observação direta do desempenho e atitudes de cada um dos alunos.

A aula teve início com a alusão de que em física aos gases e aos líquidos se dá o nome de fluido seguida da respetiva justificação, ou seja, acrescentei que são assim chamados porque fluem, escampam por exemplo, por uma abertura no recipiente. Para estimular a turma para a aula coloquei as seguintes questões às quais se ia dando resposta à medida que a aula fluía.

“Porque é que nos sentimos mais leves quando tomamos um banho de imersão ou um banho de mar?” e “Porque é que um balão de ar quente sobe?”

Para enquadrar a aula foi exibido o vídeo acessível facilmente a partir do site: <http://www.youtube.com/watch?v=X8c3AdgMi9w>, que contava a história do Rei Hieron que pedira a Arquimedes (sábio grego) que descobrisse se a coroa que o seu ourives lhe fez era feita apenas de ouro puro.

Com o intuito de levar os alunos a começar a responder às questões iniciais, no final do vídeo, concluí em cooperação com a turma que Arquimedes observou que deslocava uma certa quantidade de água da banheira e que o seu peso lhe parecia menor. Acrescentei que Arquimedes explicou este facto dizendo que, sobre um corpo mergulhado num fluido, para além do peso, atua uma outra força, chamada impulsão.

Para que o conceito de impulsão fosse realmente apreendido pelos alunos, mergulhei num copo de plástico com água uma rolha de cortiça, espontaneamente, alguns alunos referiram que a rolha de cortiça flutuava na água. Aproveitei para mencionar que tal acontece, porque a peso da rolha de cortiça é equilibrado pela impulsão, e aproveitei também para, juntamente com os alunos, proceder à marcação e caracterização das forças que atuam na rolha de cortiça. Foi feito no quadro, e os alunos registaram no caderno diário, no entanto apresentada a imagem do diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint* que consta no anexo III-A. Para que não ficassem dúvidas escrevi no quadro que o peso é a força com que a Terra atrai a rolha de cortiça para o seu centro; tem direção vertical e sentido de cima para baixo e ainda que a impulsão é a força exercida sobre a rolha de cortiça pelo fluido, onde se encontra parcialmente imersa e que tem direção vertical e sentido de baixo para cima, ou seja, tem sempre sentido oposto ao peso.

Concluí juntamente com os alunos que o peso da rolha de cortiça é equilibrado pela impulsão, logo o seu valor é igual ao valor da impulsão. Questionei a turma sobre o valor da força resultante. Facilmente concluíram que era nula pois a impulsão e o peso têm o mesmo valor, a mesma direção, mas sentidos opostos.

Em seguida aproveitei para fazer a distinção entre massa e peso e ao mesmo tempo relembrar conteúdos lecionados no 7º ano de escolaridade. Para tal, referi que a massa é sempre a mesma, não varia, e que o mesmo não acontece com o peso, mencionei que a massa é medida com uma balança e vem expressa em Unidade do Sistema Internacional (SI) kg e que o valor do peso de um corpo é medido com um dinamómetro sendo a sua unidade SI o Newton (N). Para consolidar este conhecimento, mostrei o exercício do diapositivo n.º 5 da apresentação em *PowerPoint* e pedi aos alunos que determinassem a massa de um corpo conhecendo o seu peso e vice-versa. Durante a sua correção não foram detetadas dúvidas nos

alunos. Pelo que prossegui com a aula, colocando a seguinte questão: “Será possível determinar o valor da impulsão que um fluido exerce sobre um corpo?”

Para que os alunos pudessem chegar a está resposta, distribui o protocolo experimental da atividade prática: “Determinação experimental do peso de um corpo”, (presente no anexo III-B), onde foram seguidos todos os passos auxiliados pelos diapositivos nº 7, 8 e 9, 10, 11, 12 e 13 da apresentação em *PowerPoint*. Com a apresentação dos diapositivos nº 9 e nº 13 da apresentação em *PowerPoint*, perguntei à turma qual o valor lido no dinamómetro nas duas situações, e ao mesmo tempo mencionei que o dinamómetro na primeira situação mediu o peso do corpo no ar (peso real) e que na segunda situação o dinamómetro mediu o peso do corpo na água (peso aparente). Facilmente visualizaram que o peso do corpo dentro de água diminuiu e atribuíram essa diminuição à impulsão que o fluido exerceu sobre o corpo.

Posto isto, perguntei aos alunos o que é o peso aparente, nesta altura senti que os alunos estavam com alguma dificuldade em compreender, apesar de ter mencionado que o peso aparente não é um novo peso, mas apenas a resultante das duas forças que atuam no corpo, com a mesma direção e sentidos opostos, o peso real e a impulsão. Assim, sabendo o peso real e o peso aparente do corpo é possível determinar o valor da impulsão exercida pelo fluido, a partir da expressão que escrevi no quadro: $\text{Peso aparente} = \text{Peso real} - \text{Impulsão}$. Como coincidiu com o término da aula, e apercebi-me que os alunos estavam ainda com dificuldades em perceber, resolvi então em conversa posterior à aula com a professora orientadora iniciar a próxima aula precisamente por aqui, para que não ficassem qualquer dúvidas. Fiz ainda referência à colocação de uma ficha de trabalho (anexo III-C) na plataforma moodle.

Para complementar e finalizar o assunto tratado na aula anterior, aos treze dias do mesmo mês, lecionei na sala n.º 24 a aula cujo sumário era “Conclusão do assunto tratado na aula anterior. Fatores de que depende a impulsão. Resolução de exercícios de aplicação”. Para além dos objetivos atingidos na aula anterior os alunos para está aula deveriam estar munidos dos seguintes pré-requisitos: identificar o significado de massa volúmica e as unidades em que se exprime, reconhecendo a importância desta propriedade na caracterização de substâncias e determinar a densidade de materiais sólidos e líquidos.

No final da aula os alunos deveriam ser capazes de interpretar a flutuação dos corpos com base na impulsão; compreender e reconhecer a aplicabilidade da Lei de Arquimedes e reconhecer os fatores de que depende a impulsão.

Para auxiliar a prática pedagógica dos conteúdos seguintes: impulsão, Lei de Arquimedes, flutuação e fatores de que depende a impulsão foram usados nesta aula, para além do manual escolar, a ficha de trabalho, o computador, um ovo fresco, sal de cozinha, um copo de plástico com água, um prego de aço e plasticina.

A avaliação dos alunos foi feita, tal como na aula anterior, a partir da observação direta do desempenho e atitudes. Como referi anteriormente esta aula teve início com a revisão dos conteúdos já lecionados.

Desenhei no quadro um corpo flutuando parcialmente imerso num fluido e pedi para procederem à marcação das forças que atuavam no corpo, facilmente marcaram o peso do corpo e a impulsão. De seguida pedi para determinarem a resultante das várias forças que atuam no corpo, facilmente concluíram que esta era nula, pois é a resultante de duas forças com a mesma direção, o mesmo valor, mas sentidos opostos.

Posteriormente lembrei as etapas da atividade prática: “Determinação experimental do peso de um corpo” e reescrevi no quadro as respostas das questões 2 e 3. Nesta altura verifiquei que os alunos já começavam assimilar o significado de peso aparente.

Para concluir a atividade prática e como nesta situação o corpo não ficava a flutuar no fluido, questionei os alunos acerca do valor da impulsão se este era igual ao valor do peso real do corpo, facilmente os alunos concluíram que o valor da impulsão não era igual ao peso real do corpo e acrescentei que por esta razão o corpo não flutuava no fluido.

Aproveitei então para perguntar se todos os corpos flutuam num fluido, para auxiliar as respostas mergulhei num copo de plástico com água um prego de aço e num outro copo com o mesmo volume de água mergulhei uma rolha de cortiça. No final os alunos comentaram as duas situações, concluindo que quando se coloca um corpo em água ou em qualquer outro líquido, duas situações podem acontecer: o corpo mergulha e vai ao fundo, como aconteceu ao prego de aço ou fica a flutuar como a rolha de cortiça.

Com o objetivo de levar os alunos a perceber qual a condição necessária para que um corpo flutue num determinado líquido explorei a simulação computacional *PHET - Flutuabilidade*, acedida facilmente a partir do site: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/buoyancy, onde explorei três situações.

Situação 1: Um corpo vai ao fundo. Para tal arrastei o material tijolo para dentro da piscina e registei no quadro os valores da impulsão e do peso do corpo dados pelos alunos. Os alunos procederam de seguida à representação das forças e a comparação dos seus valores, e facilmente concluíram que sendo o valor do peso no ar (peso real) superior ao da impulsão o tijolo vai ao fundo. Registei no quadro que o peso não é equilibrado pela impulsão, logo o peso aparente desloca o corpo para baixo.

Situação 2: Um corpo sobe, arrastei o material gelo para o interior da piscina e procedi de forma análoga à anterior de modo a que os alunos facilmente concluíssem que nesta situação

o peso aparente obriga o corpo a subir e que à medida que o corpo sobe e vai ficando fora do líquido o valor da impulsão vai diminuindo, até haver equilíbrio.

Situação 3: Um corpo flutua. Arrastei o material esferovite para o interior da piscina, e os alunos facilmente concluíram que os valores de impulsão e peso real eram iguais, sendo por isso nulo o peso aparente.

Para que os alunos não ficassem com a ideia de que a impulsão existe apenas nos líquidos coloquei a seguinte questão: “A impulsão existe apenas nos líquidos?”, as respostas não saíram facilmente e por isso resolvi mostrar a imagem presente no diapositivo nº 3 da apresentação em *PowerPoint* no anexo III-D. Expliquei que um balão eleva-se no ar quando o valor do seu peso for inferior ao valor da impulsão que o ar exerce sobre ele, e que quando um balão de ar quente está imóvel no ar o seu peso é igual à impulsão exercida pela atmosfera.

Em seguida procedi à distribuição do protocolo experimental da atividade prática: “Verificação da Lei de Arquimedes”, presente no anexo III-E, para que os alunos verificassem a validade da Lei proposta por Arquimedes. Antes de proceder à sua realização pedi aos alunos que registassem no caderno diário a Lei de Arquimedes: “Todo o corpo imerso num fluido fica sujeito a uma força vertical, de baixo para cima (impulsão), igual ao peso do volume de fluido deslocado”. Coloquei então a seguinte questão: “Será possível determinar o valor da impulsão medindo a quantidade de água que o corpo deslocou quando introduzido num recipiente com água?” para auxiliar as respostas segui todos os passos descritos no protocolo experimental da atividade prática e mostrei os diapositivos nº 5 e 6 da apresentação em *PowerPoint*. Os alunos registaram o valor de massa de água deslocada e converteram esse valor em unidades SI. Determinei com as indicações dos alunos o peso de água deslocada pelo corpo e no final os alunos concluíram que o peso da água deslocada pelo corpo imerso tem o mesmo valor que a impulsão, tal como verificou Arquimedes.

Para consolidar toda a informação dada até então pedi a um aluno para resolver no quadro o exercício nº 1.54 da página 75 do manual escolar [10]. Após verificar que não havia dúvidas na sua resolução, prossegui com a aula, questionando a turma se a impulsão dependerá do volume imerso, do peso do corpo e/ou da densidade do fluido.

Procedi inicialmente à exploração do volume imerso. Para tal, coloquei num copo de plástico com água uma bola de plasticina e em seguida outro pedaço de plasticina com a mesma massa da bola, mas moldada em forma de barco, e interroguei a turma sobre o valor da impulsão. Facilmente responderam que o pedaço da plasticina em forma de barco tem maior valor de impulsão pois este ficou a flutuar, ao contrário da bola que submergiu. Para que os alunos melhor assimilassem que o valor da impulsão depende do volume imerso, projetei a imagem do diapositivo nº 9 da apresentação em *PowerPoint* e questionei porque razão o

navio, essencialmente de aço, flutua no mar enquanto que um prego de aço afunda. Os alunos espontaneamente concluíram que o navio tem maior volume imerso pelo que o volume de água deslocada também é maior, para que o corpo possa ocupar o espaço que anteriormente era ocupado pela água. Pedi então que registassem no caderno diário esta observação, e que a impulsão aumenta com o volume imerso, de acordo com a Lei de Arquimedes. Para estabelecer sempre uma ligação dos conteúdos teóricos ao dia-a-dia do aluno acrescentei que é por esta razão que os navios têm grandes espaços vazios no seu interior e apresentam a forma que conhecemos. Aproveitei ainda para perguntar à turma se sabiam como é que se consegue trazer um submarino à superfície da água. Para tal, exibi a imagem presente no diapositivo nº10 da apresentação em *PowerPoint*. Houve quem tentasse e se aproximasse muito da realidade, relacionando o peso do submarino com a impulsão a que ficam sujeitos.

Seguidamente solicitei que resolvessem o exercício n.º 1.20 da página 65 do manual escolar [10], este exercício foi resolvido com o auxílio da imagem presente no diapositivo n.º 11 da apresentação em *PowerPoint* e permitiu aos alunos relacionar o peso de um corpo carregado ou não, com o respetivo volume imerso.

Para que os alunos assimilassem que a impulsão não depende do peso do corpo, desenhei no quadro dois cubos de igual volume mas massas diferentes, dentro de um recipiente com água. Facilmente os alunos findaram que: os dois cubos iriam ocupar o espaço que anteriormente era ocupado pela água, e como os dois tinham o mesmo volume iriam deslocar a mesma quantidade de água; se deslocavam a mesma quantidade de água o peso da água deslocada era o mesmo. Como pela Lei de Arquimedes, o peso do volume de água deslocada pelo corpo imerso tem o mesmo valor que a impulsão, concluíram que a impulsão não depende do peso. Corpos submersos com pesos diferentes, mas volumes iguais, têm exatamente o mesmo valor de impulsão.

Com o intuito de levar os alunos a perceber que a impulsão depende da densidade do fluido, mergulhei um ovo fresco em água doce e em água salgada. Os alunos facilmente concluíram que em água doce o peso do corpo não foi equilibrado pela impulsão exercida pela água e o ovo foi ao fundo e que após adição do sal o ovo começou a flutuar. Houve quem dissesse que nesse caso o ovo estava estragado, ao que eu disse que seria verdade se não tivessem sido alteradas as condições iniciais do fluido, ou seja, ao adicionar o sal tornei a água mais densa e por isso o ovo passou a flutuar. Concluímos assim que a água salgada, por ser mais densa que a água doce, exerce maior valor de impulsão. Logo quanto maior for a densidade do fluido maior o valor da impulsão, para um dado volume de fluido deslocado.

Em seguida mostrei a imagem do diapositivo n.º 15 da apresentação em *PowerPoint* e pedi aos alunos que comparassem o casco do barco da imagem no mar e no rio, espontaneamente concluíram que o casco do barco a navegar no mar alto aparece mais à vista do que se o

barco navegasse no rio, uma vez que no mar uma mesma impulsão corresponde a um volume menor imerso do que no rio, porque a densidade da água salgada é maior.

Para mais uma vez estabelecer um paralelismo com a realidade dos alunos, perguntei se sabiam o motivo pelo qual é tão fácil nadar no Mar Morto. Aqui tentaram usufruir um pouco de tudo o que já tinham aprendido, mas ao mencionar que o Mar Morto é um mar extremamente salgado, os alunos facilmente concluíram que por essa razão a sua densidade é muito elevada, e que sendo a sua densidade muito elevada, o valor da impulsão que exerce também o é, e por esta a razão um banhista no Mar Morto fica sempre a flutuar à tona de água, mesmo que não saiba nadar.

Finalizei a aula questionando os alunos sobre a intensidade da impulsão nos líquidos e nos gases. Para auxiliar as respostas mostrei a tabela presente no diapositivo n.º 16 da apresentação em *PowerPoint*, onde constavam determinadas substâncias sólidas, líquidas e gasosas com o respetivo valor de massa volúmica. Os alunos facilmente concluíram que a impulsão nos líquidos é muito maior do que nos gases, porque a densidade dos gases é muito menor do que a densidade dos líquidos.

Como os alunos não tinham dúvidas dei a aula por terminada e mencionei mais uma vez a existência de uma ficha de trabalho na plataforma moodle que deveria ser resolvida como trabalho de casa.

1.3.2.2.3 Reflexão da Lecionação

É fundamental que o professor estagiário, após uma aula, avalie o seu próprio desempenho, tendo em conta alguns aspetos, como a criatividade, a intuição, a motivação, o interesse, a clareza, a confiança, a segurança ou, por outro lado, a confusão, a insegurança, a desmotivação, o desinteresse, a rigidez.

No âmbito desta auto-avaliação/auto-reflexão, o professor estagiário deve ainda perguntar-se se soube explorar pontos interessantes e relevantes para a discussão levada a cabo em aula, se a aula perdeu ritmo e se tornou monótona por alguma razão e se sim, o que poderia ter feito para que tal não acontecesse, se houve momentos em que se afastou demasiado do seu objetivo e se, em função disso, a aula foi prejudicada. Perante tudo isso procedo de seguida à reflexão das aulas anteriormente expostas.

Coube-me dar início à lecionação das regências na turma D do 9º ano de escolaridade. O momento não era novidade, mas sentia a grande responsabilidade, de demonstrar e por em prática tudo aquilo que tinha aprendido até aqui. De um modo geral, senti-me segura e tranquila, pois como disse inicialmente, não iria viver uma nova experiência na minha vida, e isso, deu-me mais confiança e força para enfrentar o momento.

Aqui também terei que conceder uma palavra de reconhecimento e agradecimento à professora orientadora pedagógica Sandra da Costa e ao professor orientador científico Paulo Parada, por toda a cordialidade e atenção em caso de dúvidas e esclarecimentos necessários, os quais foram muito vantajosos e fulcrais, para a elaboração/planificação destas duas aulas.

Estávamos na segunda semana de aulas do segundo período, apesar de a turma já estar muito habituada à presença das estagiárias na sala de aula seria a primeira vez que a turma me iria “ver” como professora. O que me fez sentir um pouco mais ansiosa e com alguma inibição, pela reação dos alunos à minha presença na sala de aula nesse dia.

No entanto, os alunos demonstraram “solidariedade” para com a professora estagiária e encontravam-se bastante tranquilos e atentos ao que ia lecionando, e com o passar do tempo foi diminuindo, aos poucos, o meu estado de ansiedade.

Fazendo de antemão um balanço geral, relativo à minha prestação, posso dizer que as duas aulas correram bem, ou seja, consegui alcançar todos os objetivos a que me propus em cada uma delas.

As duas aulas pertenciam à unidade didática: Em Trânsito e tinham como conteúdos programáticos: A impulsão, a flutuação, a Lei de Arquimedes e os fatores de que depende a impulsão.

O início da aula do dia 9 de janeiro de 2012 foi um pouco atribulado, devido a alguns problemas com o computador mas quase não se deu conta, e apenas representou um pequeno atraso.

Para quebrar o meu estado de ansiedade e aproveitar as novas tecnologias disponíveis de início à aula, propriamente dita, com a visualização de um vídeo didático que contava a história do Rei Hieron que pedira a Arquimedes (sábio grego) para descobrir se a sua coroa era feita apenas de ouro puro. Os alunos demonstraram bastante interesse durante a visualização do vídeo, o que permitiu aos alunos não só criar uma ponte de ligação com os conteúdos programáticos, como também facilitou a introdução de novos conceitos, aumentando a curiosidade e conseqüentemente a colaboração/participação e interesse pela aula, o que foi positivo para o decorrer normal da aula.

O problema com o computador no início da aula não permitiu concluir na íntegra a planificação programada para o primeiro dia de leção nesta turma, tendo ficado um tópico por explorar, no entanto como o tema tinha continuação na aula seguinte transitou para essa aula.

A segunda leção coincidiu com o dia do desdobramento da turma, pelo que a aula foi dada apenas para os primeiros 14 alunos. Iniciou com uma revisão dos conceitos

anteriormente introduzidos, o que permitiu aos alunos não só revisitar os conteúdos lecionados na aula anterior, como também tirar dúvidas, esclarecer conceções alternativas e ao mesmo tempo facilitar a participação em sala de aula.

Procurei ao máximo, ao longo das duas aulas, proporcionar um ambiente positivo e interativo, de forma a criar uma boa relação com os alunos, para tal sempre que possível demonstrei experimentalmente os conceitos teóricos que íamos explorando, com recurso a materiais e reagentes do dia-a-dia, o que permitiu aos alunos visualizar, apoiar, e fundamentar os conteúdos lecionados e a mim retirar benefícios em sala de aula.

Relativamente à minha distribuição no espaço, preocupei-me e tive sempre em atenção a maneira como me deslocava ao longo da sala de aula (apesar do espaço limitado da aula do dia 9 de janeiro de 2012), de modo a poder orientar a turma da melhor forma, e poder intervir quando indicado, assim como acompanhar de perto o trabalho de cada aluno, podendo dar o feedback mais adequado, para assim auxiliar os alunos a superar algumas dificuldades que foram surgindo.

No concernente à instrução, esta foi apoiada pelo sistema de apresentação apenas de imagens em *PowerPoint*. Procurei lecionar os conteúdos programáticos de forma clara, para que não ficassem quaisquer dúvidas e de modo a não criar ideias/conceções alternativas aos alunos.

Em suma, posso dizer que estou bastante satisfeita pelas duas aulas terem corrido bem e com isso ter alcançado com sucesso um dos objetivos que tracei. Tanto uma aula como outra foram bastante apelativas e produtivas uma vez que os alunos estavam bastante recetivos, interessados e muito bem comportados, procurando sempre interagir, dando resposta às questões colocadas, o que em meu ver foi muito positivo e enriquecedor para as aulas, não quebrando o ritmo e permitindo a abordagem de todos os conteúdos programados e planificados.

Apesar de estar certa do caminho e das opiniões positivas dos meus orientadores, sei que há algumas arestas que terei que “limar”, o que é perfeitamente normal, visto ainda estar numa fase crescente da minha evolução e transformação da aprendizagem como docente.

1.3.3 Recursos Humanos

O núcleo de estágio era constituído por três elementos que contavam com ajuda/apoio da orientadora pedagógica a professora de ciências físico-químicas da Escola Secundária/3 da Quinta das Palmeiras Sandra da Costa e os professores orientadores científicos da Universidade da Beira Interior, departamento de física professor doutor Paulo Parada e do departamento de química professora doutora Isabel Ismael. O núcleo reunia-se todas as

semanas à segunda-feira das 11 horas e 45 minutos às 13 horas e 15 minutos para definir as tarefas/funções a serem realizadas durante toda a semana.

1.3.4 Recursos Materiais

A adoção de manuais escolares é o resultado do processo pelo qual a escola ou agrupamento de escolas avalia a adequação dos manuais certificados ao respeito do projeto educativo, como consta o artigo 16º da Lei n.º 4/2006, de 28 de agosto. A sua adoção é da competência do respetivo órgão de coordenação e orientação educativa, devendo ser devidamente fundamentada em grelhas de apreciação elaboradas para o efeito pelo Ministério da Educação e Ciência, tendo em conta um calendário previamente estabelecido pelo Despacho n.º 29865/2007, de 30 de novembro, alterado pelo Despacho n.º 15285-A/2012, de 7 de outubro. [16]

Os manuais escolares são utilizados pelos professores como um guia de exploração dos conteúdos das aulas, um suporte à prática letiva e pelos alunos como uma orientação nos seus estudos e um acompanhamento em sala de aula. Surgem como um instrumento de apoio ao desenvolvimento e aprofundamento de conhecimentos.

Os manuais escolares adotados pelo grupo disciplinar de Físico-Química da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, para o 9.º ano e 10.º ano de escolaridade e que apoiaram a planeamento das aulas, foram:

Fiolhais, C., Fiolhais, M., Gil, V., Paiva, J., Morais, C. & Costa, S. (2009). *9 CFQ: Viver Melhor na Terra: Ciências Físico-Químicas- 9.º ano* (2ª edição), Texto Editores. Lisboa.

Queirós, M., Simões, M. & Simões, T. (2011); *Química em Contexto - Física e Química A - 10º ano* (1ª edição), Porto Editora. Porto.

Ventura, G., Fiolhais, M., Fiolhais, C., Paiva, J. & Ferreira, A. J. (2009). *10 F A: Física e Química A: Física - Bloco 1; 10º/11º ano* (1ª edição), Texto Editores. Lisboa.

Todos os manuais escolares faziam-se acompanhar do respetivo caderno de atividades, que permitia a realização de um vasto número de exercícios nos diferentes conteúdos lecionados em sala de aula.

1.3.5 Atividades Não Letivas

A componente não letiva abrange a realização de trabalho a nível individual e a prestação de trabalho a nível de estabelecimento de educação ou de ensino. O trabalho a nível do estabelecimento de educação ou de ensino deve ser desenvolvido sob a orientação das respetivas estruturas pedagógicas intermédias com o objetivo de contribuir para a realização do projeto educativo da escola, podendo compreender a colaboração em atividades de

complemento curricular que visem promover o enriquecimento e a inserção dos educandos na comunidade. [9]

As atividades propostas para este ano letivo de 2011/2012 foram planificadas tendo como referência os princípios orientadores do Projeto Educativo da Escola e os objetivos de aprendizagem definidos nos Programas Curriculares da disciplina de Físico-Química, numa procura de convergência com as necessidades e interesses de toda a comunidade educativa.

1.3.5.1 Atividades do Grupo Disciplinar

Foram várias as atividades dinamizadas durante todo o ano letivo pelo grupo disciplinar de Físico-Química da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, em seguida seguem exemplos de atividades desenvolvidas que contaram com a minha participação.

Em meados do primeiro período decorreu durante três dias na biblioteca da escola a feira do livro de divulgação científica que contou com a colaboração da livraria Bertrand e teve como objetivo incentivar e promover o interesse pela leitura, e divulgação de ciência nas suas diferentes áreas.



Visita de estudo ao Horto Solar do Ferro (figura 1.3) que decorreu no dia 25 de maio 2012 e contou com a participação das turmas do 10º ano de escolaridade, teve como objetivos proporcionar aos alunos o contacto com uma forma de energia sustentável e com o funcionamento de uma central fotovoltaica.

Figura 1.3 - Horto Solar Ferro

1.3.5.2 Atividades do Grupo de Estágio

O grupo de estágio, juntamente com a sua orientadora pedagógica programou, dinamizou e desenvolveu ao longo de todo o ano letivo inúmeras atividades que permitiram a integração na escola e a divulgação da física e da química a toda a comunidade escolar e por vezes local.

Para tal, inaugurou-se no dia 7 do mês de outubro de 2011 o Clube de Ciências que funcionava à sexta-feira das 14 horas e 5 minutos às 15 horas e 50 minutos, onde alunos do 9º ano de escolaridade juntamente com o núcleo de estágio desenvolveram diversas atividades de física e de química. O clube permitiu aos alunos desenvolver o espírito e a curiosidade científica, estimular o interesse, a responsabilidade, a autonomia e adquirir novos conhecimentos relativo às ciências aperfeiçoando conhecimentos prévios.

No dia 17 de outubro de 2011, foi construída na escola uma Tabela Periódica Comestível (figura 1.4), pelos alunos do 9º ano de escolaridade com a ajuda do núcleo de estágio de

física e química, com a finalidade de celebrar o Dia da Alimentação, que se comemora todos os anos a 16 de outubro, e ao mesmo tempo assinalar o Ano Internacional da Química.



Figura 1.4 - Tabela Periódica Comestível

No dia 4 do mês de novembro de 2011, foi realizada a primeira de muitas atividades nas áreas científicas de física e de química a serem desenvolvidas juntamente com as crianças do



Atelier de Tempos Livres da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras (figura 1.5) que frequentavam o 1.º Ciclo do Ensino Básico em escolas da cidade. As atividades foram realizadas com recurso a materiais e equipamentos do dia-a-dia para que as crianças as pudessem reproduzir em casa, e tinham como objetivo divulgar as ciências e ao mesmo tempo despertar a veia científica. Estas atividades eram realizadas à sexta-feira das 16 horas e 30 minutos às 17 horas.

Figura 1.5 - Atelier de Tempos Livres

Quando as Nações Unidas declararam que 2011 seria o Ano Internacional da Química, fizeram-no em parte porque o ano de 2011 coincidiu com o 100º aniversário do Prémio Nobel de Química atribuído a Marie Curie. Neste sentido, foi elaborado no Clube de Ciências um trabalho sobre a Marie Curie, cuja finalidade era divulgar à comunidade escolar a sua biografia e o seu contributo para a ciência. Trabalho este divulgado no circuito interno de televisão da escola no dia 7 de novembro 2011.

Foi programada uma peça de teatro interativa intitulada “O Quimicómico” (figura 1.6) produção da companhia de teatro “Encerrado para Obras”, no Teatro-Cine da cidade da Covilhã, a 25 de novembro de 2011, com o objetivo de assinalar o Ano Internacional da Química e a Semana da Cultura Científica, divulgando assim a Química de forma divertida e dinâmica, com recurso a efeitos visuais surpreendentes. Assistiram à peça de teatro os alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, Agrupamento de Escolas João Franco, Escola Secundária Frei Heitor Pinto e a comunidade local. Os alunos frequentaram sessões que se realizaram durante o período escolar, uma sessão às 12 horas e outra sessão às 15 horas, sendo devidamente acompanhados pela Polícia Segura Pública e respetivos professores da escola durante o seu trajeto a pé. A última sessão contou com a presença da comunidade local e decorreu às 21 horas 30 minutos.



Figura 1.6 - Peça de Teatro “O Quimicómico”

A Química do Amor consistiu numa pequena apresentação em PowerPoint divulgada no dia 14 de fevereiro de 2012 dia de São Valentim, no circuito interno da escola e difundida em aulas de quarenta e cinco minutos de formação cívica nas diversas turmas do 10º ano de escolaridade. Que teve como objetivo divulgar o amor do ponto de vista da química.

Para assinalar a data do aniversário do físico alemão Albert Einstein, a 14 de março de 2012, foi elaborado pelo núcleo de estágio uma pequena apresentação em *PowerPoint*, que se fez passar durante o dia no circuito interno de televisão da escola, que resumia a vida e a obra do premiado Nobel da Física.

Para reforçar a importância do trabalho realizado por Einstein, ao longo da sua vida como cientista, foi ainda convidado o Professor Doutor Paulo Parada do Departamento de Física da Universidade da Beira Interior para realizar uma pequena palestra intitulada Albert Einstein, no auditório principal da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras. A palestra relatou a breve revisão biográfica de Einstein, salientando as principais contribuições dadas por este físico nas diversas áreas da física.

Assistiram à palestra os alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeira que frequentavam o Clube de Ciências.

A visita de estudo é uma das estratégias que mais estimula os alunos, dado o seu carácter motivador que constitui a saída do espaço escolar. A componente lúdica que envolve, bem como a relação professor-alunos que propicia, leva a que estes se empenhem na sua realização. Contudo, a visita de estudo é mais do que um passeio. Constitui uma situação de aprendizagem que favorece a aquisição de conhecimentos, proporciona o desenvolvimento de técnicas de trabalho e facilita a sociabilidade.

Um dos objetivos das novas metodologias de ensino e de aprendizagem é, precisamente, promover a interligação entre a teoria e a prática, a escola e a realidade. A visita de estudo é um dos meios mais utilizados pelos professores para atingir esse objetivo.

Assim, destinada aos alunos do 9º ano de escolaridade, foi organizada pelo núcleo de estágio de física e química, professores de ciências físico-químicas que lecionavam esse ano de

escolaridade e colegas de informática, uma visita de estudo ao Museu da Eletricidade e ao Museu das Comunicações (figura 1.7), em Lisboa no dia 6 de junho de 2012. Esta visita visava promover o conhecimento do processo de produção de eletricidade a partir de diferentes fontes de energia e permitir um contacto direto com aplicação das novas tecnologias.



Figura 1.7 - Museu da Eletricidade e Museu das Comunicações

O núcleo de estágio comunicou as atividades realizadas durante o ano letivo no jornal “Palmlmpress”, conforme exemplo figura 1.8.

Nós por cá...

“Ciência na Universidade e nas Escolas: Pontos de Encontro”

No dia 26 de novembro, na Universidade da Beira Interior, realizou-se o 2.º Ciclo de Conferências da Faculdade de Ciências. Diversos professores de Matemática, Física e Química, Biologia e Geologia da Escola Secundária Quinta das Palmeiras participaram neste evento. As comunicações orais abordaram temas muito diversificados, tais como: a metodologia de resolução de problemas em Matemática; a gastronomia molecular e a terapia genética do cancro. Destaco que duas das comunicações foram proferidas por professores da nossa escola, os docentes Jesuino Simões, de Física e Química, e Jorge Carecho, de Biologia e Geologia. A comunicação do professor Jesuino, intitulada “Anjos, Partículas e Demónios”, destacou o modo como a nossa escola tem interagido com o CERN, sendo salientado que cerca de 50 alunos e professores, visitaram recentemente essa instituição e tomaram contacto com alguma da investigação de ponta que lá se realiza. Esta comunicação teve como fio condutor as discrepâncias entre a ficção literária – livro “Anjos e Demónios” de Dan Brown, e a realidade científica atual.

O professor Jorge Carecho proferiu a comunicação “O Dia Mundial da Bolota” e abordou os objetivos e a fase de desenvolvimento em que se encontra o seu projeto. Assim, frisou que o principal objetivo do projeto passa pela união de esforços com vista à recuperação da nossa floresta autóctone. Em relação às fases do projeto referiu que esta se encontra em fase de expansão, uma vez que neste momento este também já se desenvolve noutras 10 escolas do país. Salientou que um aspeto muito importante que contribuiu para esta expansão foi a dinamização “blog” - <http://biologia.blogspot.com> quer por parte dos professores, quer por parte dos alunos. De um modo geral, as comunicações deste encontro foram muito interessantes, tendo sido possível a partilha de ideias sobre metodologias e estratégias a adotar no ensino básico e secundário, assim como compreender o modo como se desenvolvem alguns trabalhos de investigação.

Prof. Francisco Pinto

Os mais recentes progressos com o Projeto da BOLOTA

No passado dia 10 de novembro comemorou-se, pelo terceiro ano consecutivo, o “Dia Mundial da Bolota”. Esta iniciativa, que surgiu na nossa escola, foi comemorada em várias escolas um pouco por todo o país, nomeadamente nos concelhos da Covilhã, Fundão, Castelo Branco, Figueira de Castelo Rodrigo, Castelo de Paiva, Oliveira de Azeméis, Oliveira do Bairro, Coimbra e Barcelos.

Em cada escola procedeu-se à recolha, seleção e empacotamento de bolotas de espécies de carvalhos autóctones portugueses, que foram distribuídas pelos alunos, funcionários e professores. Em alguns estabelecimentos foram também promovidas palestras e “workshops” sobre os procedimentos a adotar para a germinação das bolotas.

O responsável deste projeto, o professor Jorge Carecho, referiu que são três os principais objetivos deste conjunto de atividades: o trabalho de campo com os alunos, a contribuição para a reforestação do país com as suas principais árvores autóctones, e uma campanha de educação e sensibilização ambiental, envolvendo os alunos e suas famílias, pois as bolotas são distribuídas para que os alunos, com as suas famílias, procedam à sua sementeira no campo ou em vasos para posterior plantação.

Para saberem mais ou para pedirem mais bolotas via <http://biologia.blogspot.com>, a bolota que tem um blogue

Prof. Jorge Carecho

Teatro “QUIMICÓMICO”

No âmbito do Ano Internacional da Química e da Semana da Cultura Científica, o núcleo de grupo de Estágio de Física dinamizaram no dia 25 de novembro de 2011, no Teatro Municipal da Covilhã, uma ida ao teatro para assistir ao espetáculo inovativo intitulado “Quimicómico”, uma produção da companhia de teatro “Encenado para Obras”.

Trouxe-se de um espetáculo de teatro cômico em que a Química foi o elemento central de toda a peça. Foi um espetáculo dinâmico, com um discurso acessível à todos as idades e efeitos visuais surpreendentes, o espetáculo divertiu o público e ao mesmo tempo despertou a veia científica de muitos e graduados. Durante o espetáculo observaram-se mensagens invisíveis, um relógio que anda à sumo de lazoja, uma máquina de aumentar/escrever cores, um chuveiro de CO₂, Líquidos que mudam de cor, pipocas e bombocas, couve roxa, cores fluorescentes e fosforescentes, alguma salira social, muita música e humor.

A peça teve início com o Sr. Joaquim, empregado de limpeza por conta própria, mais conhecido por “Quim Mica” (por ter o hábito de observar tudo muito atentamente) que foi contratado para limpar a casa e o laboratório do químico José Eudório. Sem o saber, Quim Mica embarcou numa fantástica viagem ao mundo da Química.

Assistiram à peça de teatro os alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária Quinta das Palmeiras, Agrupamento de Escolas João Franco, Escola Secundária Frei Heitor Pinto e a comunidade local.

No final, a organização ficou muito satisfeita com a afluência ao espetáculo e retorno positivo por parte de toda a comunidade escolar e local.

Grupo de estágio de Física e Química

Nós por cá...

Tabela Periódica “Comestível”

No dia 17 de Outubro de 2011 os alunos do 9.º Ano de Escolaridade, com a ajuda das professoras do Núcleo de Estágio de Física e Química, construíram uma Tabela Periódica Comestível. Esta atividade teve como finalidade celebrar o Dia de Alimentação, que se celebra todos os anos a 16 de Outubro, e ao mesmo tempo assinalar o Ano Internacional da Química.

Desde muito cedo os Químicos sentiram necessidade de arranjar uma maneira prática para organizar os diferentes elementos. Em finais do século XIX, quando já eram conhecidos 65 elementos químicos, o químico russo Dimitri Mendeleiev organizou os elementos químicos numa tabela tendo em conta as massas dos átomos e as suas propriedades químicas, devendo espaços em branco para os elementos químicos que viessem a ser descobertos. As suas previsões foram confirmadas!

A tabela proposta por Mendeleiev está na base da atual Tabela Periódica dos Elementos Químicos. Atualmente, conhecem-se 118 elementos, sendo 90 elementos químicos naturais e outros artificiais sintéticos.

Os alunos ao realizarem esta atividade estiveram em contacto com todos os elementos químicos presentes na Tabela Periódica, aprendendo como estes se dispõem ao longo da mesma. Demonstraram interesse, entusiasmo e empenho durante a sua execução, consolidando assim, o seu conhecimento sobre os elementos químicos e como estes se organizam ao longo da Tabela Periódica.

O primeiro passo para aprender química é aprender a interpretar a Tabela Periódica, pois é uma das formas de apresentar a diversidade de elementos químicos existentes, devendo por isso ser utilizada e devidamente consultada e nunca memorizada.

Grupo de estágio de Física e Química

Três Novos Elementos Químicos na Tabela Periódica

No dia 4 de novembro de 2011, durante uma conferência que decorreu no Instituto de Física em Londres, Reino Unido, foi aprovado pela União Internacional de Física e Aplicada (IUPAP) e pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) três novos elementos químicos que passaram a integrar a Tabela Periódica. Pouco se sabe sobre esses novos elementos químicos 110, 111 e 112, designados por Darmstadtio (Ds), Rósgenério (Rg) e Cópérnico (Cn). São apenas considerados metais pesados, instáveis, e que não se encontram na natureza, são criados apenas em laboratório acabando por, rapidamente, se dividir noutras elementos. Robert Kirby-Harris, secretário-geral da União Internacional de Física Pura e Aplicada explicou, em declarações ao “The Telegraph”, que a designação dos novos elementos “foi acordada entre físicos de todo o mundo”.

O darmstadtio localiza-se no grupo 10 e período 7 da Tabela Periódica. Trata-se de um elemento químico sólido a 25 °C, metálico, preparado por síntese, de cor branco-prateada ou acinzentada. Apresenta número atómico 110 e massa atómica 269. Possui esta designação uma vez que foi descoberto na cidade de Darmstadt, na Alemanha, também é conhecido em português por darmstadtio. Sintetizado pela primeira vez a 9 de novembro de 1994 por Peter Armbruster e Gottfried Münzenberg e criado a partir da quebra de um núcleo pesado de chumbo com o níquel-62, resultando em quatro átomos de darmstadtio.

O rosgenério, cujo símbolo químico é Rg, é um elemento químico sólido a 25 °C, metálico pertencente à classe dos metais de transição, preparado por síntese, de cor branco-prateada ou acinzentada, que se localiza no grupo 11 e período 7 da Tabela Periódica.

Este elemento possui número atómico 111 e massa atómica 272. Foi inicialmente, descoberto a 8 de dezembro de 1994, quando uma equipa de cientistas alemães do Centro GSI Helmholtz (Gesellschaft Schwerionenforschung Institut) criou três átomos deste elemento. A designação provem do físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), vencedor de um Prémio Nobel e pioneiro na produção e deteção de raios-X, em 1895.

O cópérnico que apresenta número atómico 112 e massa atómica 277 é o copernício, com o nome em referência ao astrónomo polaco (1473-1543), o primeiro a sugerir que a Terra girava em torno do sol, e não o contrário. Os cientistas criaram um único átomo deste elemento extremamente radioativo a 9 de fevereiro de 1996, por esmagamento em conjunto de zinco e chumbo. Desde então, um total de cerca de 75 átomos de copernício foram criados e detetados.

No entanto, Marie Curie foi homenageada na Tabela Periódica com o elemento 96, o Cúrio, cujo símbolo químico é Cm. A sua homenagem deveu-se à descoberta do Rádio e pelas suas pesquisas em radioatividade juntamente com seu marido Pierre Curie. O cúrio foi pela primeira vez sintetizado na Universidade da Califórnia, Berkeley, por Glenn Seaborg, Ralph James e Albert Ghiorso em 1944. É um elemento químico sólido, metálico, preparado por síntese, radioativo, pertencente ao grupo dos actínides, de cor prateada, que se localiza no grupo 3 e período 7 da Tabela Periódica.

Grupo de estágio de Física e Química

Conferência “Reciclar é Sustentabilizar”

No âmbito do Concurso “Gincana Rock in Rio”, no qual a escola se encontra a participar, concluímos a primeira tarefa (recolha de resíduos de embalagens do ecoponto amarelo) da melhor forma. Assim, no dia 25 de novembro, assinalou-se o dia da reciclagem, com uma palestra subordinada ao tema “Reciclar para Sustentabilizar”, O Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias, docente do Departamento de Engenharia Electromecânica da ULI, mobilizou toda a planície para a concretização dos três pilares do desenvolvimento sustentável: economia, ambiente e social, com o objetivo de sensibilizar para a importância de uma participação ativa, em que cada um faz a diferença e todos juntos fazem um mundo melhor. No auditório da escola escreveram expostos alguns trabalhos elaborados por alunos com materiais reciclados.

Prof. Conceição Alves

Figura 1.8 - Jornal “Palmlmpress”

1.4 Reflexão

Este ano vivido em contexto real permitiu um confronto com as diversas realidades presentes no processo ensino-aprendizagem. Tratou-se de um ano de formação/enriquecimento que permitiu aquisição de conhecimentos, desenvolvimento de competências e a inserção na comunidade e realidade escolar. O estágio pedagógico auxiliou assim, a minha transição de aluna a professora.

Ensinar é estimular, orientar, e relacionar, mais do que informar. Para uma boa aprendizagem de conhecimentos, por parte do aluno, há necessidade de uma intervenção planeada/planificada por parte do professor. Este deve sistematizar o conhecimento tendo não só em conta os conteúdos programáticos como o nível etário do aluno, o que fez aumentar a minha responsabilidade enquanto professora estagiária. Para tal, a minha preocupação fundamental no que concerne à lecionação foi a de promover um ensino/aprendizagem apoiado em metodologias diversificadas, com recurso às novas tecnologias, a exemplos do quotidiano do aluno que permitam a ligação aos conteúdos teóricos, à prática experimental sempre que possível, ao uso de linguagem científica adequada e sem recurso a conceções alternativas, e sempre com a preocupação no aluno e na sua compreensão acerca dos assuntos expostos.

A lecionação em dois níveis de ensino diferentes permitiu o contacto com duas realidades distintas e a adequação de metodologias e de estratégias de ensino mais adequadas a cada uma delas. Mais uma vez aqui terei de dar uma palavra de agradecimento aos professores orientadores científicos e à professora orientadora pedagógica, que permitiram o aperfeiçoamento do meu desempenho enquanto professora.

A pré-disposição do aluno para a aprendizagem é indispensável para o sucesso escolar. Durante a lecionação das várias regências os alunos revelaram-se sempre interessados, motivados, interventivos, o que permitiu enriquecer cada aula e no final de cada uma delas chegar sempre à mesma conclusão, a de estar certa do caminho a seguir e consciente que este foi apenas o início de uma contínua aprendizagem enquanto professora.

1.5 Considerações Finais

O Estágio Pedagógico é um momento essencial da formação inicial de professores, sendo o mais importante e indispensável. Permite a ligação ao contexto real de trabalho, à aprendizagem a partir do sucesso e também do erro, promove a construção de saberes e o desenvolvimento da capacidade de refletir. [6,12]

Este ano letivo 2011/2012 em estágio pedagógico foi proeminente para o meu processo contínuo de crescimento como pessoa, professora e educadora.

O primeiro passo deste estágio pedagógico consistiu numa reunião realizada na escola cooperante com a orientadora pedagógica precisamente no início do mês de setembro, onde foram definidas as primeiras etapas a seguir, o modo de funcionamento da escola e do estágio. Durante o estágio deveria estar presente 15 horas semanais na escola, durante estas horas participava no Clube de Ciências criado pelo núcleo de estágio, realizava atividades de ciências com as crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico do atelier de tempos livres da escola e assistia às aulas do ensino básico e do ensino secundário da professora orientadora.


Assistir às aulas da orientadora pedagógica, profissional da aprendizagem, mediadora entre o conhecimento e os alunos/professores estagiários que adquirem esse conhecimento, permitiu o contacto inicial com os alunos, a tomada de consciência dos seus conhecimentos, a recolha de informação necessária para a adequação das melhores estratégias de ensino, por forma a ter sucesso na exposição/exibição dos conteúdos abordados em aulas de regência. As aulas de regências eram programadas/planeadas previamente e efetuadas nas suas turmas e com a sua presença,

Na formação de professores, a observação tem sido uma estratégia bastante utilizada, na medida em que tem um papel fundamental no processo de modificação do comportamento e da atitude do professor em formação. Observar o professor em formação surge com a intenção de o ajudar a construir as suas práticas como docente e a modificar algumas atitudes com vista à sua promoção profissional. [6,12]

O feedback que surge após a regência, na presença dos colegas, do supervisor pedagógico e científico, assume sempre um aspeto de carácter construtivo e formativo. As apreciações feitas são sempre objetivas com vista a permitir o desenvolvimento/progresso do futuro professor.

Fazendo um balanço geral ao ano de estágio pedagógico, posso concluir que os resultados finais produzidos foram bastante positivos. Considero que evolui individual, social e academicamente. Considero-me uma pessoa e uma profissional mais capaz, mais rica em conhecimentos e estratégias de ensino, mais conhecedora de recursos educativos e do funcionamento de uma escola.

1.6 Bibliografia

 [1] Beleza M. & Cavaleiro M. (2009). *Viver melhor na Terra*, 3.º Ciclo do Ensino Básico, 9.º Ano de Escolaridade, Edições ASA II, S.A. Outro manual escolar para a disciplina de Ciências Físico-Químicas do 9º ano de escolaridade que consultei.

[2] Brandão, C. (2002); *O que é educação*. Acedido em 2 de junho a partir do site: http://www.faibi.com.br/downloads/ped/sintese_ideias.pdf

[3] Carneiro, N., *Educação e Educação Escolar*. Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site: <http://www.webartigos.com/artigos/educacao-e-educacao-escolar/8120/>

[4] Ceccon, C., Oliveira, M. & Oliveira, R., *A vida na escola e a escola da vida*. Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site:

<http://pt.shvoong.com/social-sciences/sociology/1747172-educa%C3%A7%C3%A3o-escola/#ixzz1wdepBpkE>

[5] *Contrato de autonomia para o desenvolvimento do projeto educativo da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras*. Acedido em 9 de abril a partir do site:

<http://www.quintadaspalmeiras.pt/site/index.php>

[6] Cruz, I., Branco, A., Leite, C., Ferreira, I., Ponte, J. & Trindade, V. (2003); *A declaração de Bolonha e a formação inicial de professores em universidades portuguesas*. Lisboa Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site:

http://paco.ua.pt/common/bin/Bolonha/Bolonha_Forma%C3%A7%C3%A3o_Professores_Documento%20Grupo%20Ad-hoc%20do%20CRU..pdf

[7] Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 fevereiro Aprova o regime jurídico da habilitação profissional para a docência na educação pré-escolar e nos ensinos básico e secundário. Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site:


<http://www.dges.mctes.pt/NR/rdonlyres/84F15CC8-5CE1-4D50-93CF-C56752370C8F/1139/DL432007.pdf>

[8] Decreto-lei nº 75/2008 de 22 de abril Aprova o regime de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos públicos da educação pré-escolar e dos ensinos básicos e secundário. Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site:

<http://dre.pt/pdf1s/2008/04/07900/0234102356.pdf>

[9] Despacho nº 5328/2011 Estabelece as regras e os princípios orientadores a observar, em cada ano letivo, na organização das escolas. Acedido em 26 de maio de 2012 a partir do site:

<http://dre.pt/pdf2sdip/2011/03/061000000/1451914526.pdf>

 [10] Fiolhais, C., Fiolhais, M., Gil, V., Paiva, J., Morais, C. & Costa, S. (2009); *9 CFQ: Viver Melhor na Terra: Ciências Físico-Químicas- 9.º ano* (2ª edição), Texto Editores. Lisboa. Este livro foi o texto adotado pelo grupo disciplinar de Físico-Química da Escola Secundária/3 Quinta das Palmeiras, para o 9.º ano de escolaridade.

[11] Libâneo, J. *Pedagogia e Pedagogos: inquietações e buscas*. Acedido em 2 de junho de 2012 a partir do site:

http://www.educaremrevista.ufpr.br/arquivos_17/libaneo.pdf

[12] Martins A. (2011); *A observação no estágio pedagógico de educação física*. Lisboa Acedido em 2 de junho 2012 a partir do site:

<http://recil.grupolusofona.pt/jspui/bitstream/10437/1581/1/Relat%C3%B3rio%20Est%C3%A1gio%20Ana%20Martins.pdf>

- 📖 [13] Nóvoa, A. (1992); *Os Professores e a sua Formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- [14] *Objetivos da Unidade Curricular Estágio Pedagógico*. Acedido em 26 de maio de 2012 a partir do site: https://www.ubi.pt/Unidade_Curricular.aspx?Codigo=9607
- [15] Programa de Física e Química A. Acedido em 2 de outubro de 2012 a partir do site: http://nautilus.fis.uc.pt/spf/DTE/pdfs/fisica_quimica_a_10_homol_nova_ver.pdf
- [16] Regime de avaliação, certificação e adoção de manuais escolares. Acedido em 26 de maio de 2012 a partir do site: <http://www.dgidc.min-edu.pt/index.php?s=directorio&pid=63>

Capítulo 2 - Efeito Fotoelétrico

2.1 Introdução

Atualmente *efeito fotoelétrico* pode designar qualquer situação em que matéria em qualquer estado emite elétrons em consequência de uma absorção de radiação eletromagnética de comprimento de onda curto. No contexto do ensino secundário, e até em muitas abordagens de nível elementar, mas já universitário, mais habitualmente refere apenas a emissão de elétrons por parte de metais irradiados por luz visível e ultravioleta. Neste capítulo efeito fotoelétrico terá este significado mais restrito, com a exceção de considerar algumas situações mais gerais no âmbito das atuais aplicações tecnológicas do fenómeno.

2.2 História, Descrição e Importância do Efeito Fotoelétrico

Num trabalho de âmbito de ensino de ciência é enriquecedor em ocasiões incluir uma correta contextualização e algum correspondente relato histórico das descobertas. O reconhecimento crescente da importância de incluir elementos históricos no ensino da ciência é um assunto que não deve ser esquecido na formação de professores.

O efeito fotoelétrico é paradigmático neste aspeto, pois a sua descoberta, estudo e eventual compreensão constituem um verdadeiro caso de antologia do processo científico. Infelizmente a sua história é paradigmática também noutro aspeto: Apesar de envolver nomes como Einstein, Planck, e Hertz, entre muitos outros, ou talvez por isso mesmo, é também uma história geralmente muito mal contada, ao ponto de fornecer uma imagem bastante falseada da forma como a ciência evolui. [22,28]

Este trabalho é uma oportunidade para corretamente considerar a evolução do conhecimento do fenómeno efeito fotoelétrico e da correspondente evolução do conhecimento da natureza que resultou: segundo Kuhn não é tanto a Planck em 1900, mas a Einstein em 1905, que devemos as origens da teoria quântica. [23]

A par de uma correta narração histórica, necessária para uma correta interpretação do estado da ciência física na época, e portanto necessária para uma correta apreciação do impacto da explicação do efeito fotoelétrico proposto por Einstein, é necessário uma exposição cientificamente correta, mas de nível adequado. Deve ser tomado algum cuidado para não cometer alguns erros científicos comuns na exposição da relação entre a realidade experimental e a interpretação teórica do efeito fotoelétrico. Em particular impõe-se cautela

na utilização da grandeza “função trabalho”, por um lado para evitar incorreções, e por outro para evitar abordar conceitos mais avançados, completamente desnecessários para revelar a essência da física que se pretende evidenciar - o carácter quântico da interação da luz com os elétrons, e as consequentes considerações sobre a verdadeira natureza da luz. [22]

Seguindo Klassen [22] considerarei 5 etapas para a reconstrução da história do efeito fotoelétrico entre a sua descoberta e a definitiva aceitação da realidade dos fótons (1887 até 1923), mas julgo pertinente neste trabalho acrescentar observações sobre “antes” e “depois” deste período de quatro décadas.

2.2.1 Compreensão da Natureza da Luz

Não sendo possível, por razões de espaço, abordar de forma mesmo sumária as teorias que se formularam desde a antiguidade em torno da natureza da luz e da visão, vale a pena recordar que em finais do século XVII duas teorias mutuamente incompatíveis da natureza da luz rivalizavam nos meios científicos.

Isaac Newton (1645-1727) propunha que a luz fosse de natureza corpuscular, e apresentava uma teoria que aparentava explicar de forma consistente os fenómenos de reflexão, refração e as cores.

Christiaan Huygens (1629-1695) defendia a ideia de a luz ser um fenómeno ondulatório, explicando de forma distinta, mas não menos consistente, os mesmos fenómenos óticos.

Durante cerca de 100 anos vigorou o debate (normalmente tendente para concordância com a visão Newtoniana da luz, dada a incomparável estatura científica do proponente), mas na ausência de técnicas experimentais capazes de fornecer prova concludente.

Em 1801 Thomas Young (1773-1829) realizou a sua famosa experiência das duas fendas exibindo o comportamento ondulatório da luz. Todavia, apesar desta demonstração, o caso não foi encerrado, pois é esta a natureza do debate científico. Os partidários da concepção corpuscular da luz, firmemente apoiados na figura e reputação de Newton, não entenderam, de forma alguma, que a experiência de Young pusesse em causa os seus conhecimentos. Sem duvidar da veracidade dos resultados da experiência, repetida até à exaustão, preferiram atribuir propriedades estranhas ao conceito de partícula para continuar a justificar a validade da teoria corpuscular do que abandoná-la. [1,24]

Em 1817 a Academia de Ciências da França, considerando que o conhecimento do verdadeiro carácter da luz era absolutamente prioritário, estabeleceu um prémio para quem melhor explicasse a sua natureza. Um dos trabalhos submetidos foi o de Augustin Fresnel (1788-1827), que expunha em 135 páginas de grande complexidade matemática a sua defesa da

teoria ondulatória. Deve ser notado que no júri do concurso figuravam os muito reputados Laplace, Biot e Poisson, todos eles partidários da teoria corpuscular.

O desenlace constitui certamente um dos exemplos felizes da história da ciência. Poisson deu-se ao trabalho, e conseguiu resolver algumas equações constantes da proposta de Fresnel (que o próprio não fora capaz de solucionar). As soluções indicavam um resultado desde logo tido como absurdo: no centro da sombra dum disco opaco iluminado deveria, cumprida a correta geometria, observar-se um ponto iluminado. Poisson submeteu os seus resultados como prova de que as considerações de Fresnel estavam erradas. Todavia, François Arago (1786-1853), responsável máximo do concurso, ordenou que a experiência ótica fosse realizada. Nas suas conclusões afirmou: “a observação confirma perfeitamente os cálculos...”

Terminou assim a teoria corpuscular da luz. Todos se renderam à evidência experimental. Apenas as ondas poderiam estar na origem das observações de Young e da Academia Francesa.

Este episódio pode não ser muito importante para o efeito fotoelétrico em si, mas é relevante aqui não só porque estabeleceu acima de qualquer dúvida que a luz tem carácter ondulatório, mas também porque é um exemplo real, um dos primeiros, da natureza evolutiva da ciência após a revolução científica.

Na década de 1860 James Clerk Maxwell (1831-1879) procurava entender *porque* é que a eletricidade e o magnetismo eram fenómenos relacionados, com se tinha tornado evidente na sequência dos trabalhos de Oersted, Ampère e Faraday, entre outros. Nesta demanda Maxwell descobriu, com papel e caneta, que deveriam existir *ondas eletromagnéticas* capazes de viajar através do espaço com a velocidade da luz (3×10^8 m/s). Afirmou Maxwell que “temos fortes razões para concluir que a própria luz é uma perturbação eletromagnética na forma de ondas...” [26]

Com as equações de Maxwell terminara a busca da compreensão da luz. Estava tudo resolvido. A luz eram ondas eletromagnéticas, e eram conhecidas as equações que a governavam. Um dos efeitos imediatos da síntese de Maxwell, aliada às formulações da mecânica e da termodinâmica dos séculos XVIII e XIX, foi o aparecimento duma atitude de que se estava a viver o fim da ciência, pois não haveria já tanto para descobrir como o que fora já descoberto. A este propósito recorde-se que William Thompson (Lord Kelvin, 1824-1907) aconselhou mesmo os jovens a não se dedicarem ao estudo da física, pois apenas faltavam alguns detalhes, segundo ele pouco relevantes, que passavam pelo refinamento de medidas. Albert Michelson (1852-1931) num discurso proferido em 1894 resumiu esta atitude de forma notável:

“As mais importantes descobertas das leis fundamentais e factos relevantes das ciências físicas foram todas descobertas, e estão tão firmemente estabelecidas que a possibilidade de alguma vez serem suplantadas em consequência de novas descobertas é extremamente remota... As nossas descobertas futuras devem ser procuradas na sexta casa decimal.” [25]

O próprio Heinrich Hertz (1857-1894) terá afirmado enquanto ainda estudante de física, em 1875:

“Por vezes tenho pena de não ter vivido naqueles anos em que ainda havia tanto que era novo; é verdade que muito ainda é desconhecido, mas eu não creio que seja possível descobrir atualmente alguma coisa que nos levasse a rever toda a nossa perspectiva de forma tão radical quanto era possível nos dias em que telescópios e microscópios eram ainda novidade.” [39]

Mal imaginava Hertz que seria ele, uma dúzia de anos mais tarde, a observar um dos factos que iria despoletar a necessidade de “rever toda a nossa perspectiva de forma tão radical”. A demanda da verdadeira natureza da luz estava ainda longe da sua conclusão.

2.2.2 A Descoberta do Efeito Fotoelétrico

A natureza da luz enquanto onda eletromagnética não suscitava já qualquer dúvida, mas não dispensava a prova real da existência de tais ondas - produzidas e detetadas em laboratório. Além disso todo um novo horizonte tecnológico se abria com as ondas eletromagnéticas. Em 1887 Heinrich Hertz conseguiu realizar a façanha: Dos seus resultados experimentais sobre o carácter das ondas eletromagnéticas que produziu (com frequência correspondente a ondas de rádio), Hermann von Helmholtz (1821-1894), que fora professor de Hertz, permitiu-se concluir que “estabelece, para além de qualquer dúvida, que a luz normal consiste de vibrações elétricas num éter - que tudo permeia”. [27]

A deteção das ondas por parte de Hertz era realizada mediante a observação de faíscas entre eléctrodos muito próximos, induzidas precisamente pela ação das ondas produzidas por descargas em outro conjunto de eléctrodos no lado oposto da sala. Para melhor observar as faíscas, Hertz naturalmente colocou um ecrã escuro à volta do detetor. Verificou com alguma surpresa que o número de descargas observadas diminuiu acentuadamente. Investigando esta situação depressa concluiu que a incidência de luz, em especial luz ultravioleta, nos eléctrodos detetores aumentava as faíscas. O efeito fotoelétrico era observado pela primeira vez, como subproduto da primeira deteção de ondas eletromagnéticas produzidas em laboratório.

O passo seguinte na investigação do efeito foi dado por um estudante de Hertz que colaborava nas suas experiências, Wilhelm Hallwachs (1859-1922). Conectando uma placa de zinco a um electrómetro constatou que, se o metal estivesse carregado negativamente, rapidamente descarregava se fosse irradiado, mas apenas se a luz tivesse uma forte

componente ultravioleta. No caso de a placa estar carregada positivamente, o efeito da descarga provocada pela luz não se verificava.

2.2.3 Investigação e Primeiras Explicações do Efeito Fotoelétrico

O novo fenómeno, batizado de *efeito fotoelétrico*, foi naturalmente alvo de investigações. Em particular são relevantes os desenvolvimentos devidos a dois físicos de renome na época, o inglês J.J. Thomson¹ (1856-1940) e o alemão Philipp Lenard² (1862-1947). [29]

Thomson descobriu os eletrões em 1897, em consequência das suas pesquisas sobre a natureza dos raios catódicos. Em 1899 confirmou que a carga negativa libertada de placas metálicas irradiadas era de natureza idêntica aos raios catódicos, i.e. eletrões.

Perante esta descoberta da natureza corpuscular das cargas negativa emitida, parecia possível explicar o efeito fotoelétrico facilmente considerando as forças exercidas pelo campo eletromagnético da radiação luminosa sobre estes pequenos corpúsculos carregados: ao atingir o metal os campos causariam nos eletrões movimento oscilatório com a frequência da luz, e consequentemente alguns desses eletrões ganhariam, ao fim de algum tempo, energia suficiente para se libertarem da superfície do metal. Porém, baseado nisso prever-se-ia que ao aumentar a intensidade da luz, aumentar-se-ia, em média, a energia fornecida aos eletrões, e consequentemente mais eletrões com maiores energias cinéticas seriam ejetadas. Além disso esperar-se-ia que luz de baixa frequência, inclusive infravermelha, para uma mesma intensidade luminosa seria tão efetiva quanto luz ultravioleta a provocar a emissão dos eletrões, e para luz de fraca intensidade o efeito deveria ser mais demorado do que para luz de grande intensidade. [3,18]

Lenard realizou as investigações experimentais mais pormenorizadas do efeito fotoelétrico na época, tendo observado, com alguma surpresa que:

- O número de eletrões emitidos aumenta com a intensidade da luz, mas a sua energia cinética não é afetada por variações dessa intensidade.
- A emissão dos fotoeletrões era essencialmente instantânea, mesmo para luz de muito baixa intensidade.
- A energia dos eletrões aumenta ao diminuir o comprimento de onda da luz. Não foi capaz, porém, de determinar a natureza precisa dessa dependência. Estas experiências eram de difícil realização com a tecnologia existente.
- A emissão de eletrões não ocorria se o comprimento de onda da luz fosse superior a

¹ J.J. Thomson ganhou o Prémio Nobel da Física em 1906 “em reconhecimento do grande mérito das suas investigações técnicas e experimentais sobre a condução de eletricidade em gases”.

² Philipp Lenard ganhou o Prémio Nobel da Física em 1905 devido “ao seu trabalho sobre raios catódicos”.

um certo valor limite, que variava de metal para metal. [3,18]

Era claro que a imagem simples de cargas mais ou menos livres acelerados por campos oscilantes da onda não estava de acordo com a realidade. Das ideias que surgiram para interpretar os resultados, a mais aceita foi sem dúvida a “hipótese do gatilho” do próprio Lenard: Uma vez que os elétrons eram emitidos de imediato, e a sua energia cinética era independente da intensidade da luz, a conclusão lógica que se impunha era que esta energia dos elétrons não provinha da luz. A proposta de Lenard é que os elétrons já teriam essa energia dentro dos átomos da matéria, e que, de alguma forma, o papel da luz incidente era permitir a saída dos elétrons da matéria, mas sem lhes transmitir energia. [43]

O mecanismo pela qual se processava este “gatilho” não era conhecido. Face à falta de conhecimentos sobre estrutura atômica e da matéria, a ideia era totalmente consistente com os conhecimentos da altura: não punha em causa a natureza bem estabelecida da luz enquanto onda, cuja energia depende apenas da intensidade, energia essa distribuída espacialmente de forma contínua.

Na verdade a hipótese de Lenard relegava para a falta de conhecimento sobre a estrutura da matéria, e o papel real dos elétrons nessa estrutura, a incapacidade de conciliar as observações experimentais que efetuou com o conhecimento da época sobre a natureza da interação da luz com partículas materiais carregadas. Era, na verdade, a solução óbvia e correta nas circunstâncias.

A libertação instantânea dos elétrons energéticos não podia ser entendida supondo que a energia vinha da própria luz, pois nesse caso a aceleração dos elétrons pelo campo eletromagnético das ondas seria um processo *demorado*. A conclusão óbvia era que essa energia não provinha da luz. O entendimento era que um melhor conhecimento da estrutura da matéria seria a chave para completar a explicação do efeito fotoelétrico. A luz sabia-se era muito bem compreendida em todos os aspetos.

2.2.4 A Hipótese de Albert Einstein

É bem conhecido que em 1905 “*annus mirabili*” Albert Einstein (1879-1955) fez muitas coisas importantes, uma das quais foi a publicação na revista *Annalen der Physik* do artigo “Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e da transformação da luz”. Neste trabalho Einstein propõe uma teoria quântica da luz, inspirado numa hipótese devido a Max Planck (1858-1947). Em 1900, com vista a compreender a radiação térmica dos sólidos, Planck, num “ato de desespero”, como ele próprio mais tarde lhe chamou, introduziu pela primeira vez a ideia da quantização da energia num processo físico. Admitiu que a absorção e emissão de radiação eletromagnética térmica não se faziam de modo contínuo, mas em quantidades mínimas dependentes da frequência da radiação. Num processo de absorção ou

emissão de radiação eletromagnética, a radiação de frequência f só era absorvida e emitida em pequenas parcelas de energia de valor $E=hf$. A proporcionalidade entre frequência e energia era uma constante de valor muito reduzido, agora conhecida como constante de Planck. A hipótese era encarada como uma receita sem justificção. À semelhança da explicação de Lenard para o efeito fotoelétrico, a verdade, esperava-se, seria esclarecida por uma melhor compreensão da estrutura da matéria, e não, certamente, da radiação. [3,42]

Não foi esse, todavia, o pensamento de Einstein, que não considera que a interação entre a luz e os diminutos átomos possa ser entendida na imagem da energia distribuída espacialmente por toda uma frente de onda. Pelo contrário, acredita que o reduzido tamanho dos átomos requer, para a interação eficaz, que a energia da luz esteja concentrada em pequenas unidades localizadas, independentes, a que chama *quanta de luz*. Usando a relação de Planck, ele propõe que a própria luz de frequência f é constituída por quanta de energia $E=hf$.

Com esta hipótese Einstein pôde fazer previsões concretas a propósito do efeito fotoelétrico, assumindo que um quantum de energia eletromagnética era absorvido por um elétron, e que receberia toda a energia do quantum. Se o elétron estivesse perto da superfície do metal, uma parte dessa energia podia ser o suficiente para o libertar de qualquer atração elétrica por parte da matéria, e a restante apenas se poderia manifestar como energia cinética do elétron livre. O valor mínimo da energia necessária para libertar o elétron do metal deveria variar de metal para metal, e é conhecido como “função trabalho”. Resulta uma relação muito simples, linear entre a energia cinética máxima dos fotoelétrons e a frequência da radiação incidente: $\frac{1}{2} m v^2 = hf - \phi$ onde ϕ é a função trabalho, de valor dependente do metal. ³

A energia cinética máxima dos fotoelétrons é medida através do *potencial de paragem* que anula a corrente fotoelétrica (secção 2.2.5). Einstein prevê concretamente “se a fórmula derivada estiver correta, então o potencial de paragem, quando representada em coordenadas cartesianas como função da frequência da luz incidente será uma linha reta cujo declive é independente da natureza da substância.” “Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e da transformação da luz”. Isto é importante. Einstein propõe uma forma de interação entre a luz e os elétrons que explica as observações de Lenard, mas vai mais longe e prevê uma relação linear exata entre frequência e potencial de paragem, cujo declive será a constante de Planck. Todavia, a proposta, baseada numa natureza corpuscular para a luz, não é aceite pela comunidade científica. Não parece haver forma de a conciliar com a bem estabelecida natureza ondulatória da luz. Uma luz composta de quanta localizadas não deveria exibir os fenómenos de interferência e difração de Young e Fresnel. Imaginar que

³ Os elétrons são emitidos com um espectro complexo de energias que pode revelar detalhes importantes sobre a estrutura do metal. Aqui apenas nos preocupamos com a energia cinética máxima que depende apenas da frequência de radiação e da função trabalho do metal.

a luz, então encarada apenas como onda, pudesse propagar-se na forma de pacotes de energia era algo muito difícil de aceitar e um golpe considerável dentro do pensamento científico racional, abalando um dos seus princípios norteadores, pois permitia que um fenómeno pudesse ter duas explicações até então excludentes. Era claramente mais fácil e cómodo aceitar a ideia de Lenard: o problema em explicar o efeito fotoelétrico residia na falta de conhecimento sobre a estrutura da matéria.

A hipótese de Einstein foi rejeitada, em primeiro lugar pelo Lenard, mas o próprio Planck, ao patrocinar a nomeação de Einstein para a Academia de Ciências da Prússia afirmou, em sua defesa, “O facto de Einstein por vezes, como no caso da sua hipótese sobre os quanta de luz, pode ter ido demais nas suas especulações, não deve ser pesado em demasia contra ele”. [29]

2.2.5 As Experiências de Millikan

Robert Millikan (1868-1953), americano reconhecido como o mais capaz físico experimental da época, realizou, na primeira metade da década de 1910, uma série de experiências de maior precisão sobre o efeito fotoelétrico. Um dos objetivos declarados de Millikan era descobrir a verdadeira relação entre frequência e potencial de paragem, para demonstrar a falsidade da hipótese dos quanta de Einstein.

Em 1915 Millikan tinha provado que a relação linear proposta por Einstein era correta, e que o declive da reta coincidia com o valor proposto anos antes por Planck na sua teoria. Afirmou em 1923 durante a entrega do Prémio Nobel que lhe foi atribuído “*Eu trabalhei 10 anos da minha vida testando a equação de Einstein de 1905 e contrário a todas as minhas expectativas, eu fui compelido em 1915 a assegurar a sua verificação experimental, a despeito da sua não razoabilidade desde que ela parece violar tudo o que eu sabia acerca da interferência da luz*”. [12]

Ainda assim a hipótese da luz poder ter uma natureza corpuscular não foi aceite. Não foi só o Millikan, que, obrigado a reconhecer a validade do resultado, recusou-se a reconhecer a validade da causa. O próprio Niels Bohr (1885-1962) afirmou em 1922, no discurso de aceitação do Prémio Nobel que lhe foi atribuído nesse ano, que “A hipótese dos quanta de luz... não é capaz de lançar luz sobre a natureza da radiação” [29]

A experiência de Millikan foi, no essencial, aquela que é representada normalmente na exposição do efeito fotoelétrico, e que serve de base à simulação PHET. Conceptualmente é duma simplicidade extraordinária, se bem que a realidade técnica foi outra.

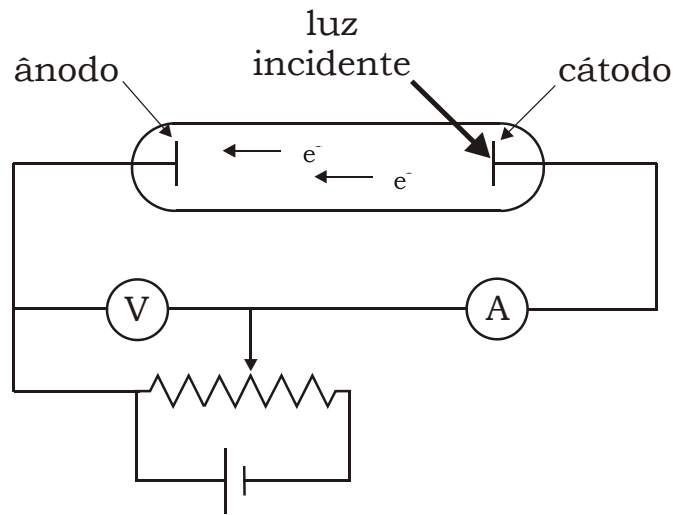


Figura 2.1 - Efeito Fotoelétrico. Adaptado de [11]

Na experiência do efeito fotoelétrico luz incide sobre uma superfície metálica num tubo evacuado e elétrons são emitidos da superfície, como na figura 2.1. a frequência f e a intensidade, I , da luz, o potencial retardador, V , e o material do cátodo podem ser variados. Se os elétrons tiverem energia suficiente serão capazes de vencer o potencial retardador e alcançar o ânodo registrando-se uma corrente no amperímetro, A. Para chegar até ao ânodo, os elétrons têm de ter uma energia cinética igual ou superior à energia potencial elétrica que ganham ao ir do emissor até ao coletor, portanto $\frac{1}{2} m v^2 \geq eV$. Se a sua energia for inferior a este valor não alcançam o ânodo.

Os resultados observados são bem conhecidos, em resumo:

1. A corrente começa quase instantaneamente, mesmo para luz de muito baixa intensidade (a demora para a emissão de fotoelétrons é na ordem dos nanosegundos (ns) e não depende da intensidade).
2. Para uma frequência e um potencial retardador fixo a corrente é diretamente proporcional à intensidade de luz incidente.
3. Para uma frequência e intensidade de luz fixas a corrente diminui com o aumento do potencial retardador, anulando-se para um certo *potencial de paragem*, V_p . Este potencial de paragem é independente da intensidade da luz.
4. Para um dado material emissor o potencial de paragem varia linearmente com a frequência de acordo com a relação $eV_p = hf - \varphi$. O valor φ varia de material para material mas o declive, h , é igual para todos os materiais. Tem o valor da constante de Planck, conforme previsto por Einstein como acima referi.⁴

⁴ Devido aos potenciais de contacto entre os diferentes componentes do circuito o valor de φ não será, na realidade, a função trabalho, definida corretamente como energia mínima de remoção do eletrão do metal. Referir este pormenor não enriquece uma exposição didática sobre o efeito fotoelétrico, antes pelo contrário.

5. Para cada material emissor existe uma frequência limiar, f_l , abaixo da qual não há emissão de elétrons independentemente da intensidade da luz. [19]

2.2.6 Experiência de Compton e os fótons

Apesar de Einstein ter sido premiado pelo Comitê Nobel em 1921, e nominalmente devido a “os seus serviços à Física Teórica, e em especial pela sua descoberta da lei do efeito fotoelétrico” [2] a verdade é que a hipótese dos quanta de luz ainda não era aceita sequer por físicos inovadores do calibre do Bohr. Mas em 1923 Arthur Compton (1892-1962) realizou as experiências de difusão de raios X por elétrons, interpretada à luz dos quanta de Einstein. Na realidade foi esta experiência que convenceu finalmente os físicos da realidade duma natureza corpuscular da radiação eletromagnética, não em contradição, mas a par da sua natureza ondulatória.

2.2.7 Dualidade e Interpretação da Mecânica Quântica

Em 1924 Louis de Broglie (1892-1987) propôs a sua hipótese arrojada desta natureza dual ser extensiva às partículas da matéria, ideia que recebeu apoio de Einstein e foi confirmada pela observação da difração de elétrons por Davisson e Germer em 1927. Entretanto a Mecânica Quântica foi formulada por Werner Heisenberg (1901-1976) em 1925, e Erwin Schrödinger (1887-1961) em 1926, e a interpretação probabilística de Max Born fornecia a ferramenta para a compreensão desta nova visão da natureza. Em 1926 o químico americano Gilbert Lewis usou o termo “fótons” para designar os quanta de luz, nome que ficou. A dualidade quântica da luz finalmente foi compreendida e aceita (e estendida à matéria). [30]

Curiosamente seria o próprio Einstein o mais relevante crítico da imagem da natureza imposta pela teoria quântica, não aceitando a interpretação probabilística descoberta por Born, como resumiu na famosa afirmação “Deus não joga aos dados com o Universo”. (Ao que Niels Bohr terá respondido “Não lhe compete a si dizer a Deus o que fazer.”)

Na verdade ainda hoje é motivo de profunda discussão a natureza da realidade face à dualidade quântica, despoletada pela proposta de Einstein dum comportamento corpuscular dum fenómeno claramente ondulatório. Já com mais de 70 anos de idade, Einstein escreveu “Estes 50 anos a matutar não me trouxeram mais próximo da resposta à questão: o que são os quanta de luz? É claro que hoje qualquer malandro julga que sabe a resposta, mas está a iludir a si próprio.” [7]

2.3 Aplicações Tecnológicas do Efeito Fotoelétrico

A descoberta do efeito fotoelétrico permitiu não só uma compreensão mais profunda da natureza da luz como a construção de aparelhos especiais, chamados células fotoelétricas ou fotocélulas, cujo funcionamento assenta neste efeito. Estas células têm a capacidade de transformar energia luminosa, proveniente do Sol ou de qualquer outra fonte, em energia elétrica, podendo funcionar como geradoras de energia elétrica ou como sensores capazes de medir a intensidade luminosa.

Uma das aplicações mais conhecidas e abordada a nível do ensino secundário é a que ocorre nas portas automáticas. Numa porta automática quando alguém passa em frente, a luz incidente é interrompida pelo corpo e deixam de ser ejetados eletrões, a corrente anula-se, transmitindo-se um sinal para abrir a porta. No entanto muitas são as aplicações do efeito fotoelétrico, seguem alguns exemplos não explorados neste nível de ensino, dada a sua complexidade no entanto pertinentes neste contexto.

O facto de que a corrente fotoelétrica é proporcional à intensidade da luz torna a célula fotoelétrica um fotómetro conveniente e preciso. Para fins de pesquisa, o *fotomultiplicador*, que é uma modificação, é largamente usado. Neste instrumento é usado um efeito adicional chamado “emissão eletrónica secundária”. Quando uma superfície metálica é bombardeada com eletrões acelerados, os efeitos seguintes têm lugar concomitantemente. A superfície pode absorver eletrões e deixar fluir como eletrões de condução, ou os eletrões incidentes podem expelir novos eletrões. Sob condições favoráveis de energias e materiais, mais eletrões podem abandonar a superfície do que os que foram incidentes, tal que a corrente resultante flui contra a corrente de eletrão incidente e é mesmo mais intensa do que esta corrente. Este efeito é usado para amplificar uma corrente fotoelétrica inicialmente muito fraca. [3]

Num *medidor de exposição fotográfica* uma célula de seleneto de ferro pode ser usada como elemento fotossensível. Consiste num eléctrodo de ferro coberto com uma camada fina de selênio, seguido de um filme semitransparente de ouro ou prata. O medidor de exposição fotográfica responde à luz visível com uma sensibilidade à cor, semelhante à da vista humana. A luz produz um efeito fotoelétrico superficial e ao mesmo tempo aumenta a condutibilidade do selênio. [3]

Outra das aplicações muito utilizada são os dispositivos de carga acoplada, *CCD* (do inglês *Charge Coupled Device*). O detetor CCD consiste num aparelho extremamente sensível à deteção da luz, trata-se de um chip quadrado, formado por uma matriz de sensores fotoelétricos, feitos de material semicondutor, distribuídos em linhas e colunas. Quando um fóton atinge um desses sensores, um eletrão é libertado através do efeito fotoelétrico e registado; passado algum tempo, o sistema tem informação armazenada e um mapa que

mostra como estão distribuídas espacialmente as intensidades luminosas, formando a imagem digital.

Atualmente, as mais diversas câmaras fotográficas e de filmar digitais utilizam os CCDs como detetores de luz. A utilização destes detetores também trouxe inúmeras vantagens para a astronomia, uma vez que, estes permitem somar as contribuições de fóton por fóton ao longo do tempo, mesmo em regiões “escuras”. Sendo possível registrar imagens de objetos cuja radiação que chega à terra é muito fraca. [14]

A abordagem das aplicações tecnológicas relativa ao efeito fotoelétrico não deve ser descurada durante a lecionação, dado o enriquecimento que permite aos conteúdos teóricos.

2.4 Conceções Alternativas no Estudo do Efeito Fotoelétrico

Conceções alternativas são modelos, constructos, significados contextualmente errados, não compartilhados pela comunidade científica. Estes podem encontra-se tanto em alunos do ensino básico, secundário e superior como em professores das mais diversas áreas científicas.

Normalmente são levantadas pelo aluno na sua interação com o mundo, e podem ser eventualmente reforçadas ou construídas em sala de aula, com o uso de metáforas inadequadas ou pouco esclarecedoras. Estas surgem devido à falta de compreensão por parte do aluno perante o assunto abordado e se não forem identificadas pelo professor em sala de aula ou na avaliação do desempenho do aluno, podem tornar-se num obstáculo pedagógico no futuro, pois uma vez enraizadas tornam-se resistentes à mudança conceitual.

2.4.1 Um Exemplo: Função Trabalho e Energia de Ionização

No caso do estudo do efeito fotoelétrico, um equívoco que pode surgir relaciona-se com a energia necessária para remover os eletrões do metal. Uma vez que os alunos têm já conhecimento do conceito de energia de ionização atômica, a confusão desta com a função trabalho é relativamente fácil. É importante distinguir entre a energia mínima para remoção dum eletrão dos átomos dum elemento em estado gasoso, energia de ionização, com a energia mínima de remoção dum eletrão do mesmo elemento em estado sólido. Eventualmente poderá ser útil uma comparação de valores para enfatizar esta distinção. Por exemplo no sódio a energia de ionização é 5,14 eV, mas a função trabalho é 2,28 eV.

Não deve ser mencionado em sala de aula nem referenciado em manuais escolares que no efeito fotoelétrico a energia mínima de remoção necessária para extrair um eletrão dum metal se possa designar também por energia de ionização.

2.4.2 Outras Considerações sobre Dificuldades Conceituais no Ensino/Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico

Faltam estudos abordando este tema no ensino em Portugal. Vale a pena referir as conclusões em [20] baseado em entrevistas a 586 alunos entre 16 e 18 anos, que detetaram sérias conceções alternativas relacionadas com a existência e a origem da crise da Física Clássica, e com as profundas diferenças conceituais entre Física Clássica e Moderna, além de confusões conceituais sobre questões acerca da dualidade onda-partícula.

Embora já num nível universitário, é pertinente neste trabalho referir que os autores da simulação PHET, Steinberg e Oberem [41] decidiram desenhar este programa na sequência dum estudo em que detetaram, entre outras dificuldades, as seguintes de natureza conceitual no efeito fotoelétrico:

- A ideia de que $V = IR$ se aplica na experiência do efeito fotoelétrico.
- Incapacidade em distinguir entre:
 - intensidade da luz (fluxo de fotões)
 - frequência da luz (energia de cada fotão)
- A ideia de que os fotões têm carga elétrica.

O assunto das conceções alternativas relativas à Física Moderna que resultam no atual modelo curricular do ensino secundário português merece certamente um estudo dedicado. É da maior importância para a melhoria imediata da apreensão correta dos conceitos objetivados.

2.5 Lecionação

2.5.1 Plano de Aula

O plano de aula surge como um guião para o professor, nele encontra-se registado o sumário, os pré-requisitos, competências adquiridas pelos alunos em anos letivos anteriores e que serviram de base/alicerce aos novos conteúdos, e os objetivos, ou seja, as competências que o aluno deverá ser capaz de demonstrar após término da aula.

É feita ainda referência aos principais conteúdos a abordar na aula, assim como aos recursos e materiais necessários ao seu desenvolvimento e enriquecimento, a Indicação da modalidade e/ou dos instrumentos utilizados para proceder à avaliação do desempenho do aluno, seguida da operacionalização ou seja, o desenvolvimento pormenorizado, minucioso e detalhado da aula, e por fim, a indicação caso se justifique, do trabalho a desenvolver pelo aluno em casa.

Para explorar o efeito fotoelétrico foi elaborado o planejamento de uma aula de 90 minutos na componente de Química a ser lecionada no Curso Geral de Ciências Tecnologias e Sociedade, na disciplina de Física e Química A do 10º ano de escolaridade, que se encontra no anexo IV-A.

2.5.2 Desenvolvimento da Aula

Como já foi mencionado, a aula relativa ao tema efeito fotoelétrico terá a duração de 90 minutos. Será auxiliada por uma pequena apresentação apenas de imagens em *PowerPoint* (anexo IV-B) que permitirá acompanhar visualmente os conteúdos teóricos lecionados. A aula terá início com uma revisão do espectro da radiação eletromagnética e posterior enquadramento histórico do efeito fotoelétrico, onde será dada especial atenção aos físicos Heinrich Hertz, Max Planck e Albert Einstein.

Em seguida serão colocadas duas questões: “Onde e como ocorre o efeito fotoelétrico?” Que servem de ponto de partida para o prosseguimento da aula. Será mostrada uma pequena simulação de imagens da ocorrência de efeito fotoelétrico para o metal sódio, e para que os alunos assimilem facilmente que cada metal tem uma energia mínima a partir da qual ocorre o efeito fotoelétrico, será explorada uma simulação computacional PHET.

No final da aula, para ajudar os alunos a assimilarem a importância deste fenómeno no dia-a-dia, serão apresentadas e comentadas algumas das aplicações tecnológicas mais conhecidas.

2.5.3 Simulação Computacional

Nos últimos anos a simulação computacional vem assumindo uma importância cada vez maior como ferramenta de aquisição de conhecimento. Desta forma sentiu-se a necessidade de partir de uma simples simulação computacional para explorar o conceito de efeito fotoelétrico. A simulação computacional PHET poderá ser acedida facilmente a partir do site: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric

Esta simulação permitirá aos alunos visualizar a ocorrência ou não de efeito fotoelétrico para diferentes metais, fazendo variar o comprimento de onda da radiação eletromagnética e permitirá ainda determinar o valor da constante de Planck.

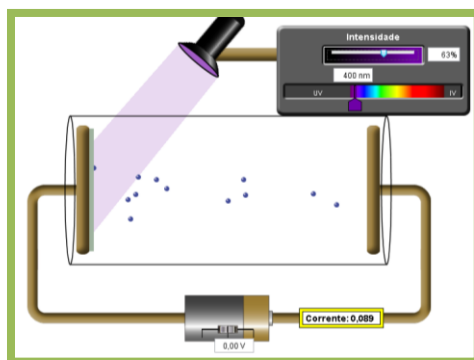


Figura 2.2 - Simulação Computacional PHET

2.5.3.1 Sites de Simulações Computacionais Alternativas

Apesar da simulação computacional anteriormente referida ser a selecionada para explorar o efeito fotoelétrico numa aula de 10º ano de escolaridade, muitas outras foram analisadas/ exploradas. Apresento de seguida uma lista dos vários *links* de acesso a simulações computacionais, que permitem a exploração da conceção de efeito fotoelétrico.

http://201.55.67.236/acessa_fisica/subsites/357/bin-release/AcessaFisica.html É possível encontrar alguns fundamentos teóricos relativos ao efeito fotoelétrico, uma atividade onde o aluno poderá verificar o efeito fotoelétrico em diferentes metais e uma secção com 4 questões propostas para auxiliar a avaliação do conteúdo apresentado.

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fisicaecotidiano/conteudos/view/efeito-fotoeletrico_view.html Permite o acesso a uma sala de jogos, onde o tema central é o efeito fotoelétrico. Apresenta situações práticas envolvendo desafios a serem resolvidos pelos alunos.

<http://www.educaplus.org/play-112-Efecto-fotoel%C3%A9ctrico.html?PHPSESSID=b06884edde25b2826f730d2ec5151a4c> Simulação computacional em espanhol que, permite selecionar o metal desejado, o comprimento de onda da radiação incidente, assim como regular a intensidade da luz e a diferença de potencial. A diferença nesta simulação é que esta, automaticamente, apresenta o cálculo da energia cinética dos eletrões libertados.

<http://www.ice.divched.org/JCEDLib/WebWare/collection/open/JCEWWOR006/peeffect5.html> Apresenta uma simulação interativa do efeito fotoelétrico em inglês, com possibilidade de variar a radiação incidente e a sua intensidade. Contém tutoriais, explicações e gráficos.

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.pt/2009/04/efeito-fotoeletrico-um-applet-bem.html> Simulação computacional onde é possível, alterar o comprimento de onda e a intensidade da luz, variar o potencial retardador e procurar o valor do potencial de travagem para cada material colocado no cátodo.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectrico/fotoelectrico.htm> Simulação computacional onde é estudado o efeito fotoelétrico. *Link* indicado no programa de Física do 12º ano de escolaridade.

http://www.lpscience.fatcow.com/mgagnon/Photoelectric_Effect/photoelectriceffect1.htm Simulação computacional em inglês, onde é estudado o efeito fotoelétrico e onde são dadas sugestões de exploração.

<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/20EfeitoFotoeletrico/Site/Animacao.htm> Simulação computacional, com tutorias, explicações, desafios e notas históricas.

2.5.4 Guião de Exploração Computacional

O guião de exploração (anexo IV-C) tem como finalidade orientar, interpretar e estruturar toda a informação presente na simulação computacional. O guião foi elaborado para auxiliar o aluno a perceber gradualmente a importância e o funcionamento da simulação computacional, a influência que cada variável tem no efeito fotoelétrico e as restrições desse mesmo efeito, partindo sempre dos conceitos teóricos apreendidos.

2.5.5 Registo da Exploração Computacional

O registo de simulação (anexo IV-D) auxilia o aluno a selecionar e a reunir a informação desenvolvida e explorada nas várias etapas da simulação computacional. Este registo permitirá facilmente ao aluno relacionar e aprofundar os conhecimentos teóricos adquiridos relativos às diversas propriedades do efeito fotoelétrico.

2.5.6 Ficha de Trabalho

Tratando-se de um tema de extrema importância, sentiu-se a necessidade de o explorar partindo da resolução de exercícios que servem de complemento aos do manual escolar adotado pela escola. Para tal, foi elaborada uma ficha de trabalho com um total de onze questões: quatro de verdadeiro ou falso, onde o aluno poderá eventualmente ser pedido para justificar as respostas às questões assinaladas como falsas, uma de resposta curta, uma de correspondência correta a partir da análise de três diagramas, uma de análise de diagrama com resposta em verdadeiro e falso e quatro exercícios com cálculo numérico.

2.5.7 Correção da Ficha de Trabalho

A resolução da ficha de trabalho surge apenas como sugestão de resolução aos exercícios presentes na ficha de trabalho proposta (anexo IV-F).

2.5.8 Determinação da Constante de Planck

A relação linear entre o potencial de travagem e a frequência da radiação incidente permite determinar “experimentalmente” o valor da constante de Planck. Com esta intenção foi elaborado um protocolo (anexo IV-G) que permite precisamente aos alunos testar esta conceção com a simulação computacional PHET.

2.6 Discussão e Conclusão

“Será a aprendizagem da física quântica relevante no ensino secundário”? A maioria dos professores portugueses que leciona este nível de ensino considera não valer a pena, evidenciando a extensão dos programas e a falta de maturidade dos alunos na sua conceptualização. Uma pequena maioria alega a sua introdução, apelando à sua importância nos desenvolvimentos tecnológicos. [9]

Contrastando com estas opiniões, os professores estrangeiros consideram vantajosa a introdução desta teoria neste nível de ensino, salientando o fascínio dos alunos para este assunto, nomeadamente no que diz respeito ao efeito fotoelétrico. [9]

Os professores do ensino superior são de acordo com as ideias dos professores estrangeiros e vão mais longe, sugerindo o seu início pela história, desde Planck, Bohr e Schrodinger, aludindo a sua invulgaridade. [9]

Como futura professora, após explorar em pormenor um dos temas que mais contribuiu para a descoberta da física quântica, considero relevante o seu estudo a este nível de ensino e alego que a sua não inclusão se deva talvez em parte à falta de conhecimento dos professores para a sua exploração, eventualmente devido à sua complexidade. Neste sentido julgo que este trabalho permitirá auxiliar o seu ensino. Foi programada uma aula de 90 minutos com recurso a uma simulação computacional PHET. O uso deste tipo de simulações permite aos alunos fundamentar os conteúdos teóricos apreendidos e ao mesmo tempo explorar “experimentalmente” na sua impossibilidade de uma realização laboratorial, mesmo fora da sala de aula.

O programa da disciplina de Física e Química A remete o tema para a Unidade 1 “Das Estrelas ao Átomo” e Subtema “Espectros, Radiação e Energia”, inserido na componente de Química, tendo com objetivos: Interpretar o efeito fotoelétrico em termos de energia de radiação incidente, energia mínima de remoção de um eletrão e energia do eletrão emitido e identificar algumas das suas aplicações tecnológicas. Na minha opinião neste nível de ensino a Unidade 1 deveria ser lecionada na componente de Física pelos conteúdos que abordada. Desta forma o seu enquadramento deveria surgir na Unidade 1 “Sol e Aquecimento” da componente de Física.

A importância do estudo da história é alegada no programa de Física e Química A; a Unidade 1 da componente de Química, conta a história dos átomos, dos elementos, das partículas subatómicas e de como o conhecimento das propriedades dos elementos foi organizado na tabela periódica. Trata-se de uma longa história cuja narrativa começa no início do tempo, com o Big-Bang. A Unidade 2 desenrola precisamente os novos “episódios” da história iniciada na unidade anterior, agora em termos da evolução da atmosfera. No entanto quando se chega à componente de Física não é relatado nenhum episódio histórico.

No que diz respeito ao efeito fotoelétrico, na análise de alguns manuais escolares nota-se a referência apenas a Albert Einstein, premiado pela revolucionária interpretação que fez do efeito fotoelétrico, mas esquecendo outros Físicos relevantes para a sua formulação como Max Planck e Heinrich Hertz, entre outros. A história e importância da descoberta e compreensão do efeito fotoelétrico deve ser referência a este nível, dada a sua relevância e interesse, e algum desconhecimento que existe sobre o assunto.

A determinação experimental da constante de Planck é uma tarefa árdua e dispendiosa, pois requer uma célula fotoelétrica com alto vácuo, uma fonte de luz monocromática e um eletrômetro de alta precisão, no entanto relevante no contexto do estudo do efeito fotoelétrico. Neste trabalho foi proposta uma maneira operacionalmente simples de determinar a constante de Planck que necessita apenas da simulação computacional PHET, e que apesar de não fazer parte do programa da disciplina, contribui de forma simples para desmistificar que esta constante física (como tantas outras) não surge do nada ou por magia, mas é determinada a partir de estudos laboratoriais experimentais.

2.7 Bibliografia

📖 [1] Apontamentos da Disciplina História e Filosofia da Ciência do Professor Doutor Paulo Parada.

[2] *A Descoberta do Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 4 de abril de 2012 a partir do site:

<http://physicsact.wordpress.com/2008/03/07/efeito-fotoeletrico-2/>

📖 [3] Blücher, E. (1971); *Introdução à Física Atômica e Nuclear*, Oldemberg e Holladay Editora da Universidade de São Paulo Brasil. São Paulo Brasil

[4] Cavalcante, M. & Tavoraro, C. (2002); *Uma Aula Sobre o Efeito Fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades*. Acedido em 15 de janeiro de 2012 a partir do site: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a08.pdf>

📖 [5] Chang, R. (1994); *Química*, 5ª edição Lisboa: McGraw-Hill de Portugal

[6] Christovam, D., Regis, G., Feliciano, J., Gabriela, L. & Cardoso, V. (2012); *Albert Einstein*. Acedido em 16 de maio de 2012 a partir do site:

<http://pt.scribd.com/doc/87886879/O-Efeito-Fotoeletrico>

[7] *Citações de Ciência de Albert Einstein*. Acedido em 12 de junho de 2012 a partir do site:

http://www.todayinsci.com/E/Einstein_Albert/EinsteinAlbert-Quotations.htm

📖 [8] Constanti, F. (1981); *Introdução à Física Moderna*, Editora Campus Lda./EFEI. Rio de Janeiro Brasil

[9] Contextualização Didática. Acedido em 15 de janeiro de 2012 a partir do site:

<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/lilia/docs/cap3.pdf>

📖 [10] Dantas, M. & Ramalho, M. (2008); *Jogo de Partículas A - Química A*. (1ª edição), Texto Editores. Lisboa

[11] *Determinação da Constante de Planck através do estudo do Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 10 de junho de 2012 a partir do site:

<http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CHoQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fsweet.ua.pt%2F-f2064%2FT1.doc&ei=2F7aT8KhCqnN0QXgiLi0Ag&usq=AFQjCNHujmxt98Y8A0FsFgnMiJf6tJxP2Q&sig2=STu3NnITDN4mtiCywUgEnw>

[12] *Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 10 de janeiro de 2012 a partir do site:

<http://labdid.if.usp.br/~estrutura/fnc377/2007/Fe2007.pdf>

[13] *Energia de Ionização*. Acedido em 19 de maio de 2012 a partir do site:

www.resumos.net/files/fq3.doc

[14] *Fenómenos que deram origem à Mecânica Quântica*. Acedido em 20 de maio de 2012 a partir do site: <http://www.fisica.ufmg.br/~carolina/files/quant/cap2-2.pdf>

[15] *Física Moderna*. Acedido em 15 de janeiro de 2012 a partir do site:


<http://turmadomario.com.br/cms/images/download/fisica/efeitofotoeletrico.pdf>

[16] *Física Quântica- Aplicações do Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 16 de maio de 2012 a partir do site: http://www.fisica.net/quantica/curso/aplicacoes_do_efeito_fotoeletrico.php

[17] Gavira, M. (2003); *Simulação computacional como ferramenta de aquisição de conhecimento*. Acedido em 13 de junho de 2012 a partir do site:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-20052003-004345/pt-br.php>

[18] Guia do Professor Módulo: *Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 22 de janeiro de 2012 a partir do site: http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10442/Efeito_Fotoeltrico_GP.pdf

 [19] Gautreau, R. & Savin, S. (1999) *Theory and Problems of Modern Physics*, 2.^a Edição, McGraw-Hill.

[20] Gil, D., Senent, F. & Solbes, J. *Análisis crítico de la introducción de la física moderna en la enseñanza média*. Revista de Enseñanza de la Física, v.2, n.1, 16-21, 1988

[21] Gutmann, F. & Oliveira, N. (2002); *Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 10 de janeiro 2012 a partir do site: <http://www.fis.ufba.br/~edmar/fis101/roteiros/Fotoeletrico.pdf>

[22] Klassen S. (2011); *The Photoelectric Effect: Reconstructing the Story for the Physics Classroom*. DOI 10.1007/s11191-9214-6. Science & Education 20: 719-731

[23] Kuhn, T. *Black-body theory and the Quantum Discontinuity, 1894 - 1912*. Oxford University Press

[24] Leite, L. (2002); *History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks*. Science & Education 11: 333-359

[25] *Light Waves and Their Uses* (1902) University of Chicago Press


[26] Maxwell J. A (1864); *Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*

[27] Milutis J. (2006); *Ether: The Nothing that Connects Everything*. University of Minnesota Press

[28] Niaz, M., Klassen, S., McMillan, B. & Metz, D. (2010); *Reconstruction of the History of the Photoelectric Effect and its Implications for General Physics Textbooks*. DOI 10.1002/sce.20389. Published online 12 January 2010 in Wiley Online Library (Wileyonlinelibrary.com)

[29] *Nobelprize.org - Tudo sobre o Prêmio Nobel Premiados Conquistas*. Acedido em 13 de junho de 2012 a partir do site: <http://www.nobelprize.org/>

[30] *O Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 10 de janeiro de 2012 a partir do site: http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=o+efeito+fotoeletrico+historicamente+podemos+destacar+que+hertz&source=web&cd=1&ved=0CEkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.colegiogeopatos.com.br%2Findex.php%2Fensino-medio%2Fcategory%2F17-3-ano-ensino-medio%3Fdownload%3D78%3Aefeito-fotoeletrico&ei=JODgT5i2FePA0QX6o_XZDA&usq=AFQjCNGvqUQF2LmgBwxbW3O2TzUdp2t2cg

 [31] Paiva, J., Ferreira, A., Ventura, G., Fiolhais, M. & Fiolhais, C. (2007); *Física e Química A - Química Bloco 1 10/11º ano*, Texto Editores. Lisboa

[32] Peres, M. (2008); *Física Quântica - Uma breve Introdução 12º ano*. Acedido em 2 de fevereiro de 2012 a partir do site: [www.fq.ciberprof.com/MECÂNICA%20QUÂNTICA%20\(2\).ppt](http://www.fq.ciberprof.com/MECÂNICA%20QUÂNTICA%20(2).ppt)

[33] Peres, M. *FQ A - 10º ano - Unidade I Química*. Acedido em 2 de fevereiro de 2012 a partir do site: http://www.fq.ciberprof.com/pdf/Unidade%201_Rad_fotoeletrico_espectro.pdf

[34] Peruzzo, J. & Cividini, C. *Determinação da constante de Planck através do efeito fotoelétrico*. Acedido em 12 de abril de 2012 a partir do site: <http://www.educairani.com/artigos/constantedeplanck.pdf>

[35] Pires, A., Machado, L. & Orselli, M. *Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 12 de abril de 2012 a partir do site: www.cefetm.br/~zanoni/Arquivos_licenciatura/.../Relat_Foto.pdf

[36] Präss, A. *Aplicações do Efeito Fotoelétrico*. Acedido em 16 de maio de 2012 a partir do site: <http://www.algosobre.com.br/fisica/aplicacao-do-efeito-fotoeletrico.html>

- [37] Queirós, M., Simões, M. & Simões, T. (2011); *Química em Contexto - Física e Química A - 10º ano* (1ª edição), Porto Editora. Porto
- [38] Salgueiro, L. & Ferreira, J. (1970); *Introdução à Física Atómica Nuclear*, Volume 1. Composto e Impresso na Tipografia Matemática, Lda. Lisboa
- [39] *Science Hobbyist*. Acedido em 19 de junho de 2012 a partir do site: <http://amasci.com/>
- [40] Serviço de Ação Social Escolar. Acedido em 19 de maio de 2012 a partir do site: <http://www.ineds.pt/PDF/pdf/SASE.pdf>
- [41] Steinberg, R. & Oberem, G. (2000); *Research-based Instructional Software in Modern Physics*. *J.Comp.Mat.Sci.Teach.* 19:2, 115-136
- [42] Varela, J. (1996); *O século dos quanta*, Coleção: Ciência aberta (1ª edição), Editora Gradiva - Publicações, Lda. Lisboa
- [43] Wheaton, B. (1978); *Philip Lenard and The Photoelectric Effect, 1889-1911*. In *Historical Studies of the Physical Sciences Volume 9*, 299-322 University of California Press
- [44] Wickert, J. (2011); *Albert Einstein*, Coleção: A minha vida deu um livro, Editora Expresso.

ANEXO I - Caracterização da turma D do 9º ano de escolaridade

Segue em seguida as figuras referentes às representações gráficas que permitiram proceder à caracterização da turma.

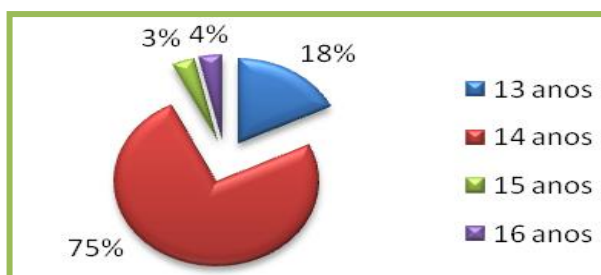


Figura A.1 - Distribuição dos alunos por faixa etária da turma D do 9º ano

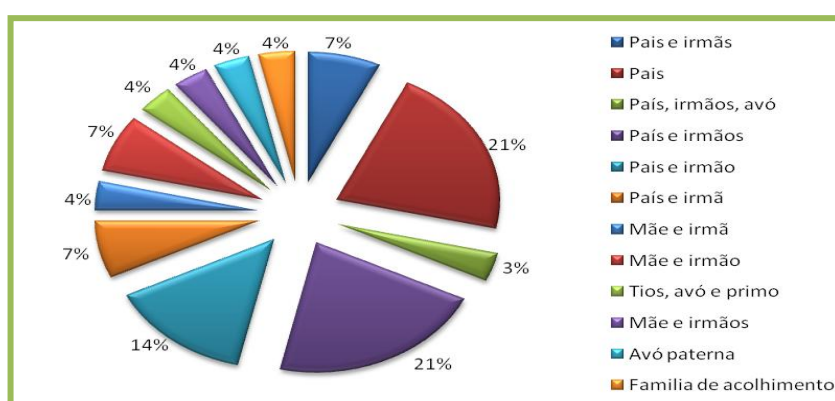


Figura A.2 - Constituição do agregado familiar dos alunos da turma D do 9º ano

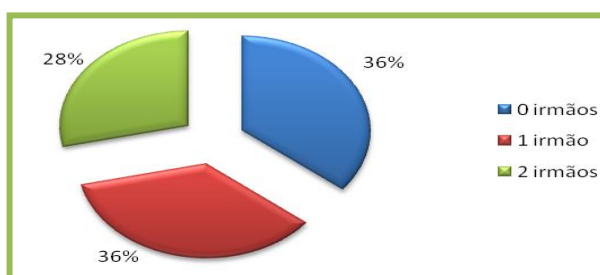


Figura A.3 - Número de irmãos dos alunos da turma D do 9º ano de escolaridade.

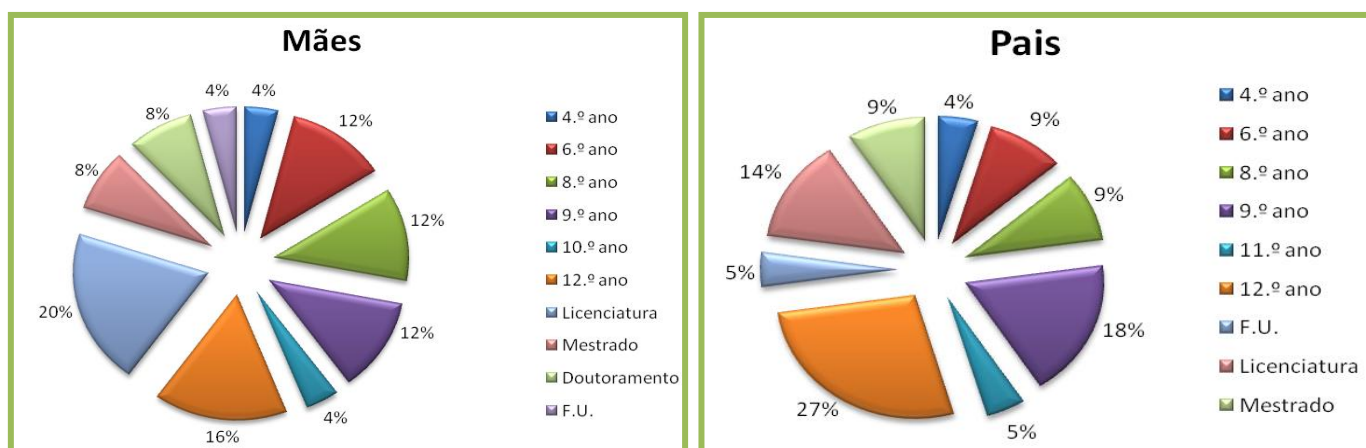


Figura A.4 - Nível académico dos pais dos alunos da turma D do 9º ano.

A figura A.5 ilustra as profissões dos pais dos alunos da turma, da sua análise foi perceptível a condição social médio alto em que estes alunos se inserem, o que se torna relevante para as suas aprendizagens. Verificou-se ao longo do ano letivo que, os melhores resultados da turma se tendem a identificar com os alunos cujos pais têm um grau académico igual ou superior à licenciatura.

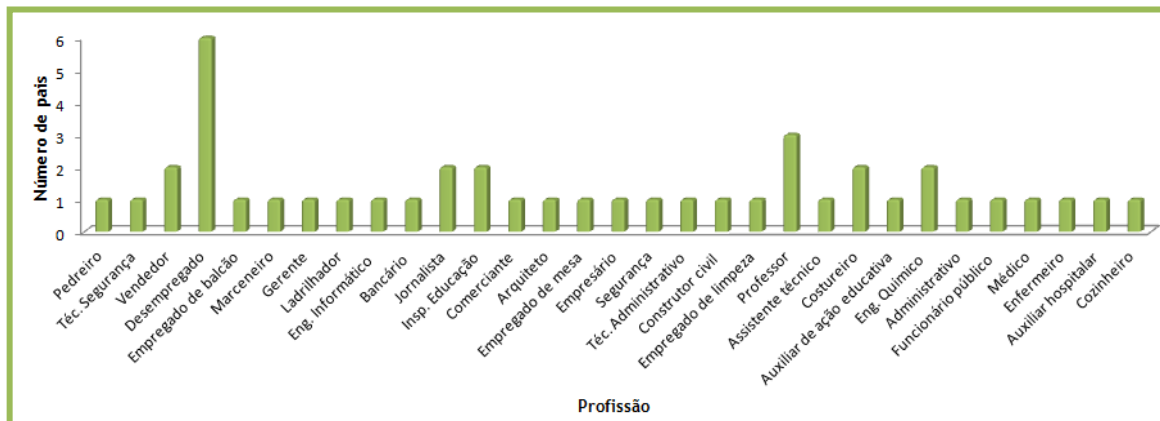


Figura A.5 - Profissões dos pais dos alunos da turma D do 9º ano

O Serviço de Ação Social Escolar (SASE) apoia os alunos de acordo com dois tipos diferentes de escalão. A atribuição do escalão A ou B do SASE está diretamente relacionada com o escalão do abono de família concebido pela Segurança Social a cada agregado familiar. De acordo com o Despacho 20 956/2008 os alunos do escalão A beneficiam da totalidade dos apoios previstos e os do escalão B de 50% destes apoios. [40]

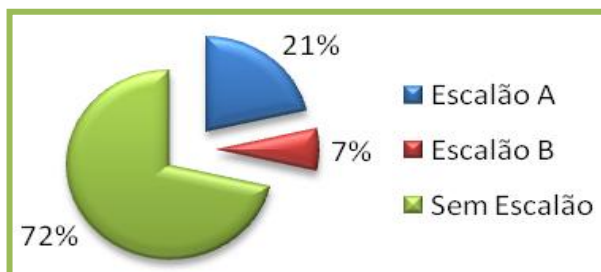


Figura A.6 - Distribuição do apoio social escolar pelos alunos da turma D do 9º ano

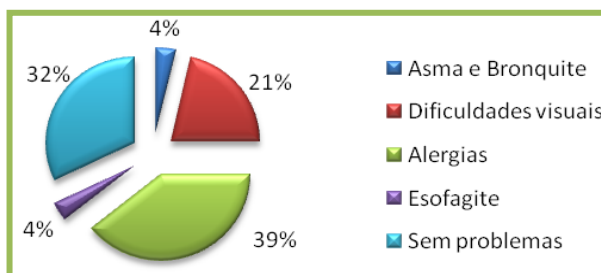


Figura A.7 - Problemas de saúde dos alunos da turma D do 9º ano

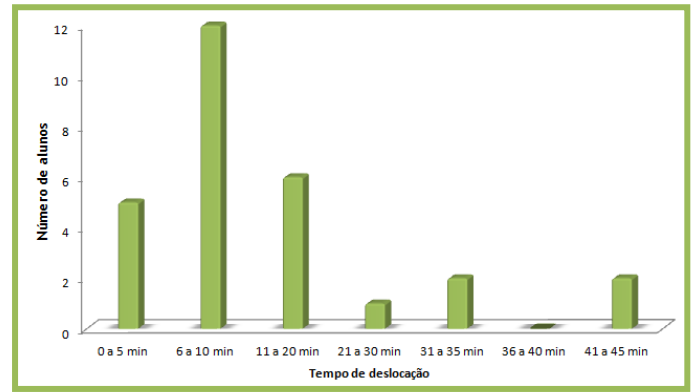
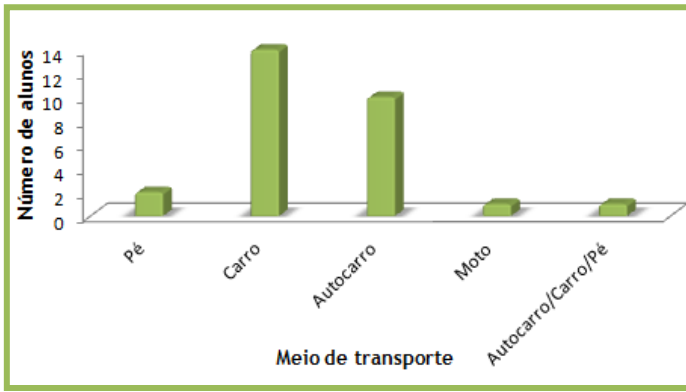


Figura A.8 - Meio de transporte e tempo de deslocação dos alunos da turma D do 9º ano no trajeto casa escola e vice-versa.

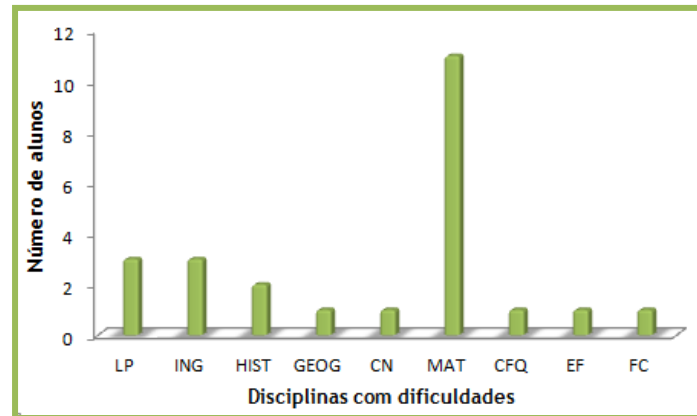
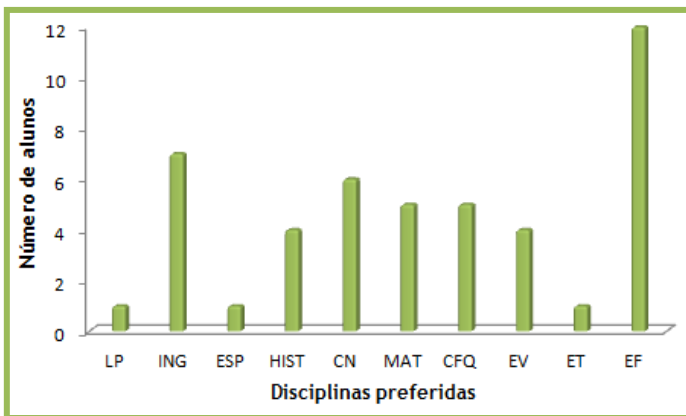


Figura A.9- Disciplinas preferidas e com mais dificuldades dos alunos da turma D do 9º ano

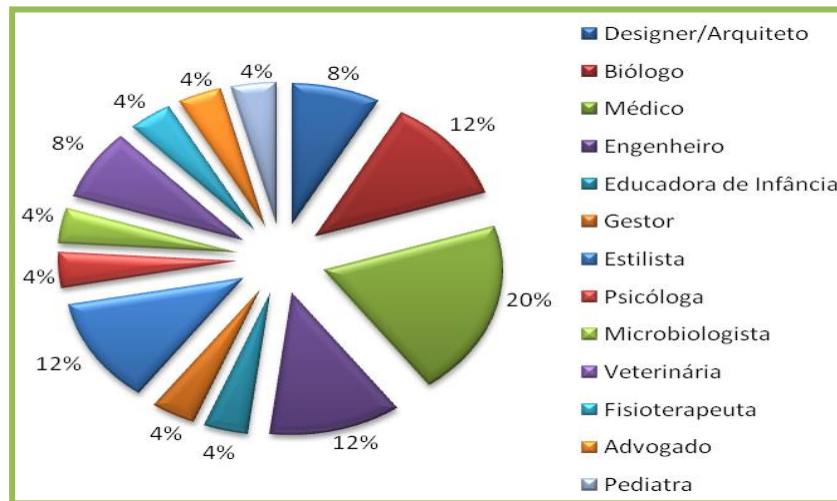


Figura A.10- Profissões desejadas pelos alunos da turma D do 9º ano

Relativamente às atividades que os alunos desta turma gostam de efetuar durante o tempo livre que têm, todos eles mencionaram gostar de ver televisão e utilizar o computador. Grande parte da turma referiu ainda gostar de ouvir música, ler e mais de metade da turma mencionou ainda gostar de passear, ir ao cinema, ao café e à catequese. Entre os alunos houve ainda quem mencionasse gostar de praticar desporto e ajudar a realizar as atividades domésticas.

ANEXO II - Caracterização da turma A do 10º ano de escolaridade

Segue em seguida as figuras referentes às representações gráficas que permitiram proceder à caracterização da turma.

A faixa etária dos alunos da turma situava-se entre os 13 e os 16 anos de idade, a média de idades da turma era de 14,9, havendo dois alunos que concluíram o 1.º Ciclo do Ensino Básico em 3 anos e dois alunos com repetências, um deles teve uma retenção no 9º ano de escolaridade e o outro, encontrava-se a repetir o 10º ano de escolaridade. No entanto, foram aprovados no 9º ano de escolaridade três alunos com níveis inferiores a 3, nas disciplinas de matemática, história, geografia e francês. Estavam propostos dois dos alunos da turma, para Aulas de Apoio Acrescido na disciplina de matemática. A figura A.11 representa a distribuição dos alunos pelas diferentes faixas etárias.

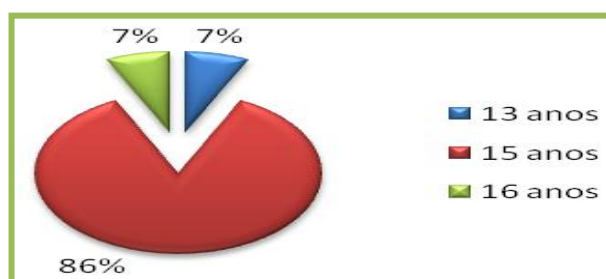


Figura A.11 - Distribuição dos alunos por faixa etária da turma A do 10º ano

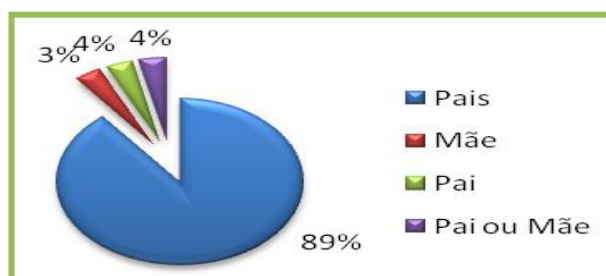


Figura A.12 - Constituição do agregado familiar dos alunos da turma A do 10º ano

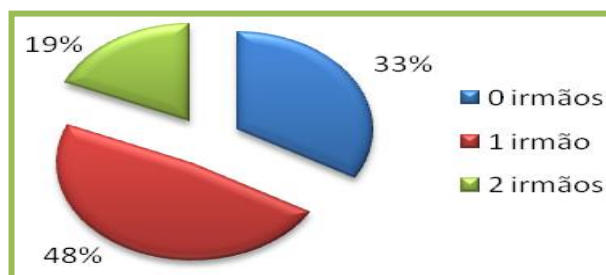


Figura A.13 - Número de irmãos dos alunos da turma D do 10º ano de escolaridade

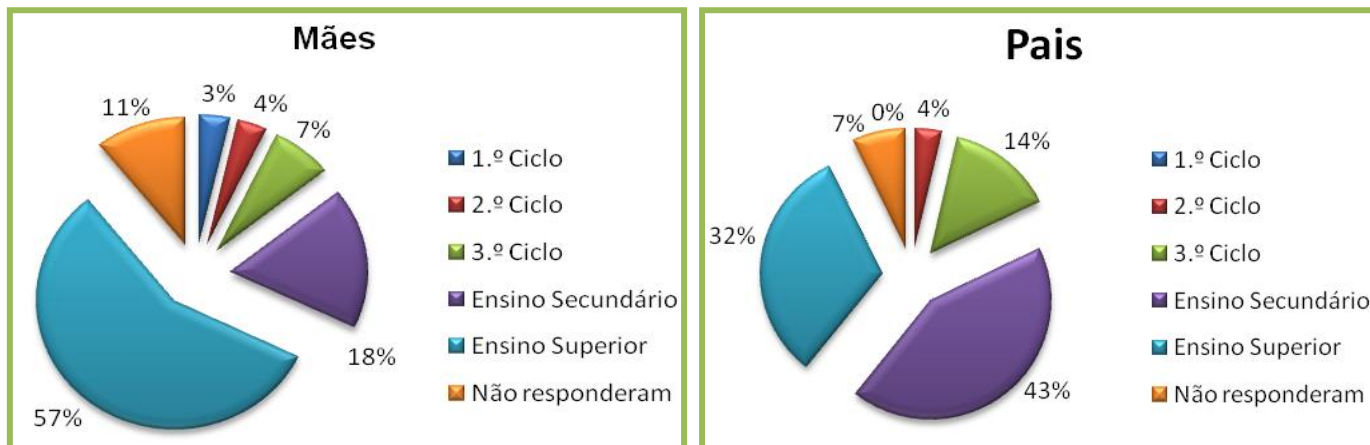


Figura A.14 - Nível académico dos pais dos alunos da turma A do 10º ano

As profissões desempenhadas pelos pais dos alunos da turma eram muito diversificadas como é perceptível na figura A.15. Apresentam, de um modo geral, uma situação profissional estável, resultado do elevado nível de literacia. Regista-se o facto das mães de dois dos alunos serem domésticas e os pais de três dos alunos serem reformados. É notável o nível socioeconómico médio do meio familiar onde os alunos da turma se inserem.

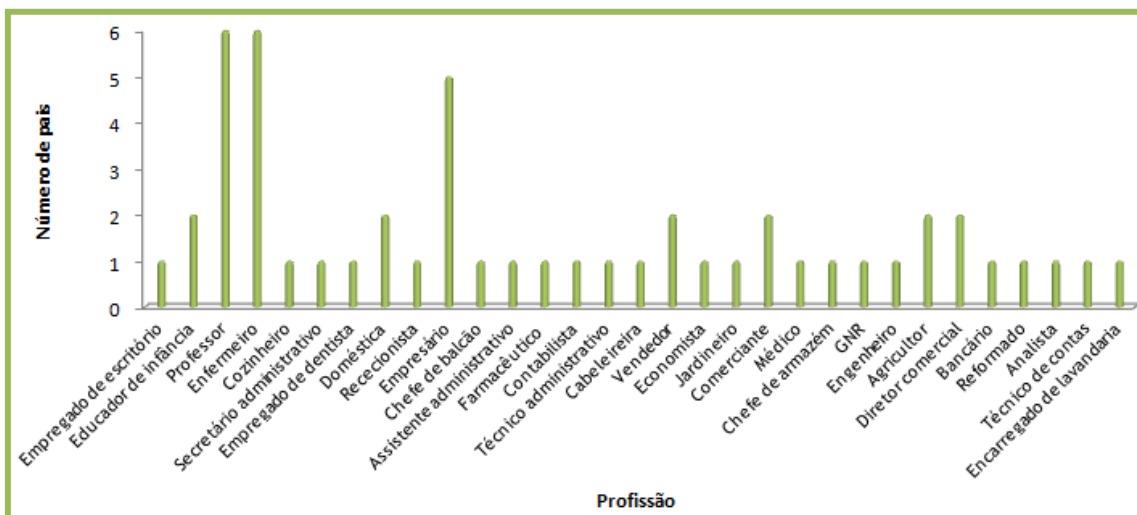


Figura A.15 - Profissões dos pais dos alunos da turma A do 10º ano

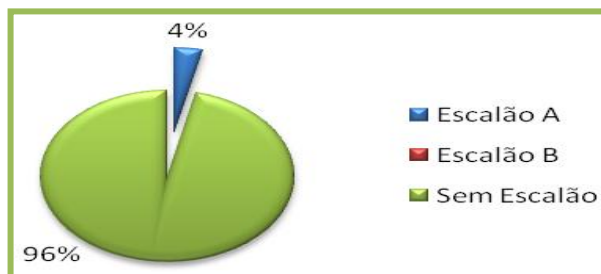


Figura A.16 - Distribuição do apoio social escolar pelos alunos da turma A do 10º ano

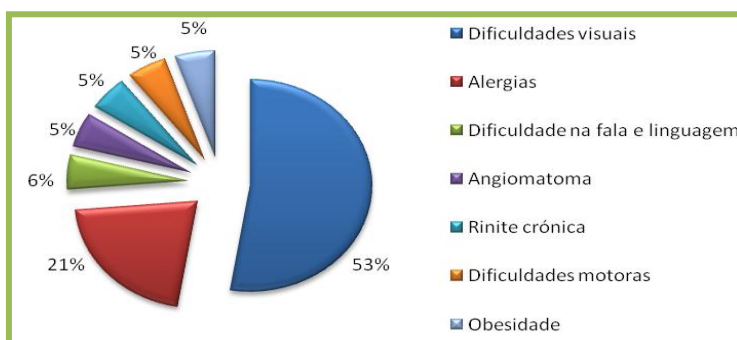


Figura A.17 - Problemas de saúde dos alunos da turma A do 10º ano

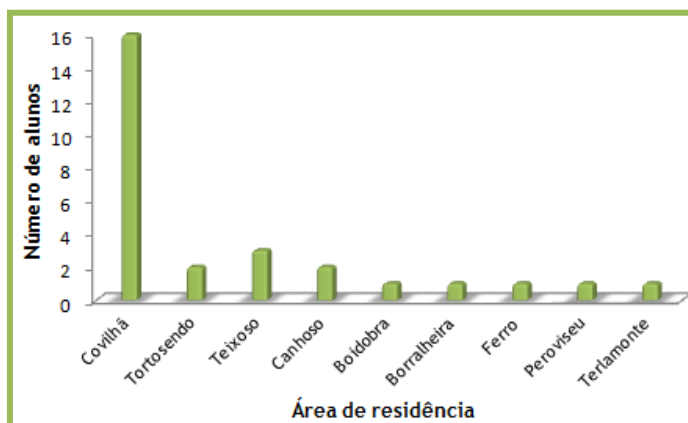


Figura A.18 - Área de residência dos alunos da turma A do 10º ano

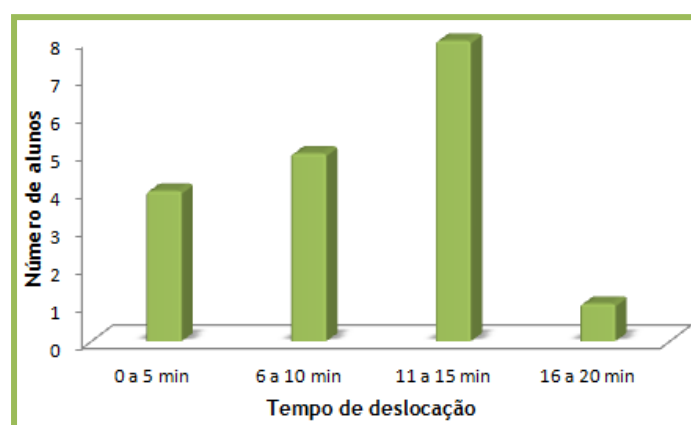
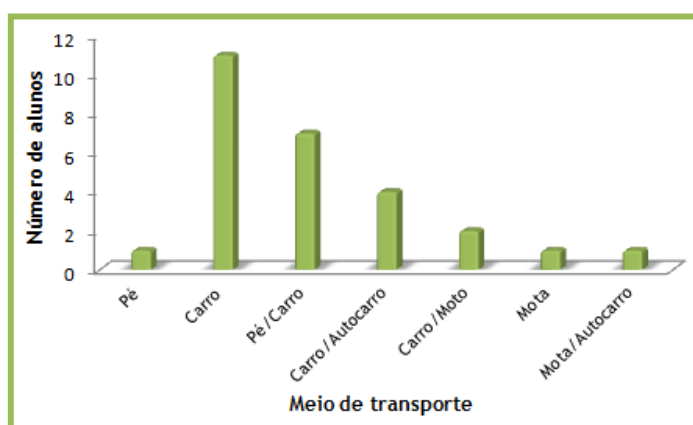


Figura A.19 - Meio de transporte e tempo de deslocação dos alunos da turma A do 10º ano no trajeto casa escola e vice-versa

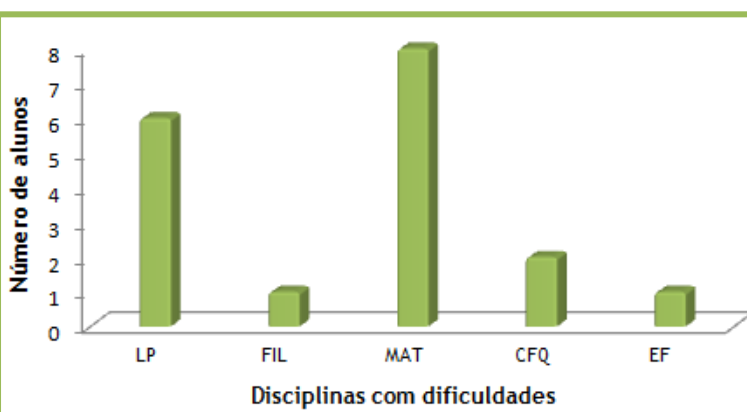


Figura A.20 - Disciplinas preferidas e com mais dificuldades dos alunos da turma A do 10º ano

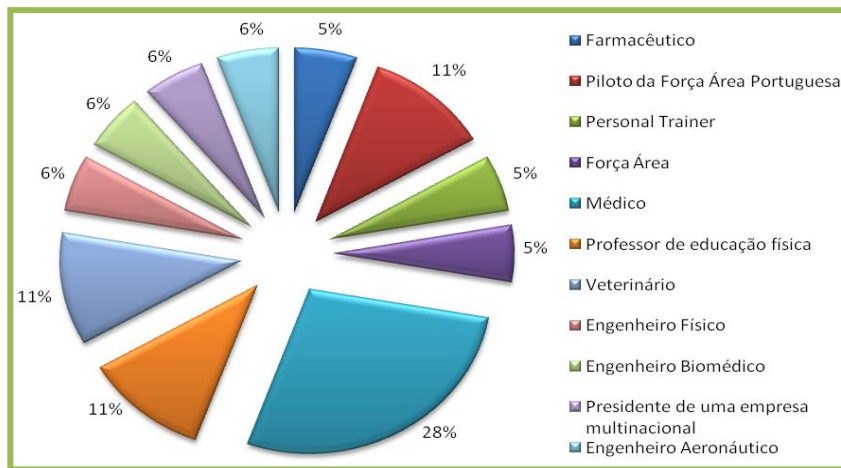


Figura A.21- Profissões desejadas pelos alunos da turma A do 10º ano

ANEXO III - Material que auxiliou a prática pedagógica das aulas de regência efetuadas na turma D do 9º ano de escolaridade

A) Apresentação em PowerPoint da aula do dia 9 de janeiro de 2012



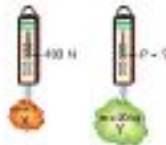
MARCAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FORÇAS



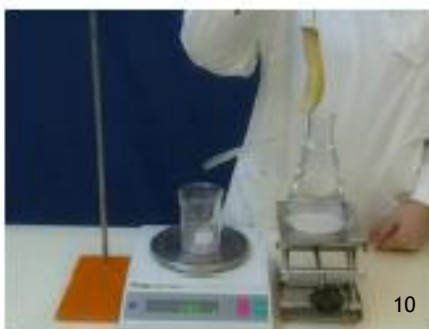
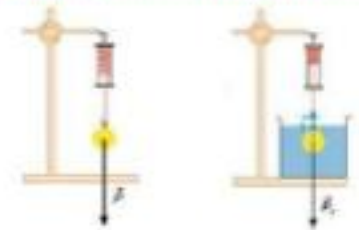
PESO DE UM CORPO

Os corpos X e Y da figura estão num local da Terra onde a aceleração gravítica é $9,8 \text{ m/s}^2$. Calcule:



1. A massa do corpo X, conhecendo o seu peso;
2. O peso do corpo Y, conhecendo a sua massa.



DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DO VALOR DA IMPULSÃO

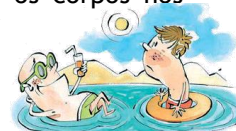


B) Atividade Prática “Determinação Experimental do Peso de um Corpo”

 Escola Secundária QUINTA DAS PALMEIRAS	 Ciências Físico-Químicas
9 ° ANO	2011/2012
Atividade prática - Determinação experimental do peso de um corpo	

Todos os corpos mergulhados total ou parcialmente num líquido ficam sujeitos a uma força vertical, de baixo para cima, que se designa por **impulsão**. É por isso que os corpos nos parecem mais leves quando estão dentro da água.

Como determinar experimentalmente o peso de um corpo?



Objetivo

Ler o valor do peso de um corpo, com um dinamómetro, no ar e mergulhado num líquido.

Material

- Corpo para suspender no gancho do dinamómetro;
- Dinamómetro de mola em hélice;
- Recipiente pequeno.

Procedimento

1. Suspender o corpo no gancho do dinamómetro;
2. Ler o valor indicado no dinamómetro - peso real do corpo P_r ;
3. Encher um recipiente com água;
4. Introduzir o corpo suspenso no recipiente com água;
5. Ler o valor do peso aparente do corpo P_a indicado no dinamómetro.



Figura 1 - a) Corpo suspenso no gancho do dinamómetro. **b)** Corpo suspenso no recipiente com água.

Registo

Peso do corpo lido no ar (peso real) = _____

Peso do corpo lido na água (peso aparente) = _____

Impulsão = _____

Nota: Peso aparente = Peso real - Impulsão

Questões

1. O peso do corpo é menor no ar ou na água?
2. A que se deve a diminuição do peso do corpo?
3. Caracteriza a impulsão, o peso aparente e o peso real, representando os respetivos vetores.

C) Correção da Ficha de Trabalho

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Ciências Físico-Químicas 9 ° ANO	2011/2012
Correção Ficha de Trabalho - Impulsão		

1. O peso da esfera representada na figura ao lado é 2,4 N. Mergulhada no líquido, a esfera pesa 0,6 N.

1.1. Calcula o valor da impulsão.

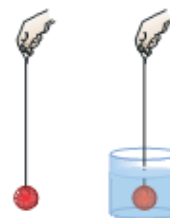
Dados:

$$P_{\text{esfera}} = 2,4 \text{ N} \rightarrow P_{\text{real}}$$

$$P_{\text{aparente}} = 0,6 \text{ N}$$

$$I = ?$$

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - I \Leftrightarrow I = P_{\text{real}} - P_{\text{aparente}} \Leftrightarrow I = 2,4 - 0,6 \Leftrightarrow I = 1,8 \text{ N}$$



1.2. Efetua todas as associações corretas entre as colunas I e II

Coluna I

Coluna II

A - Peso real do corpo

a - 1,8 N

B - Peso aparente do corpo

b - Força vertical descendente

c - 2,4 N

C - Impulsão

d - 0,6 N

e - Força vertical ascendente

A - c, b; B - d, b; C - a, e

1.3. Representa na mesma escala os vetores P_r e I .



2. Assinala a opção correta. Um corpo vai ao fundo quando colocado dentro de água se:

A. O valor da impulsão é maior do que o peso real.

B. O valor da impulsão é menor do que o peso real.

C. O valor da impulsão é igual ao peso real.

3. Assinala a opção correta. Se um corpo esta a flutuar na água:

A. O valor da impulsão é maior do que o do peso real.

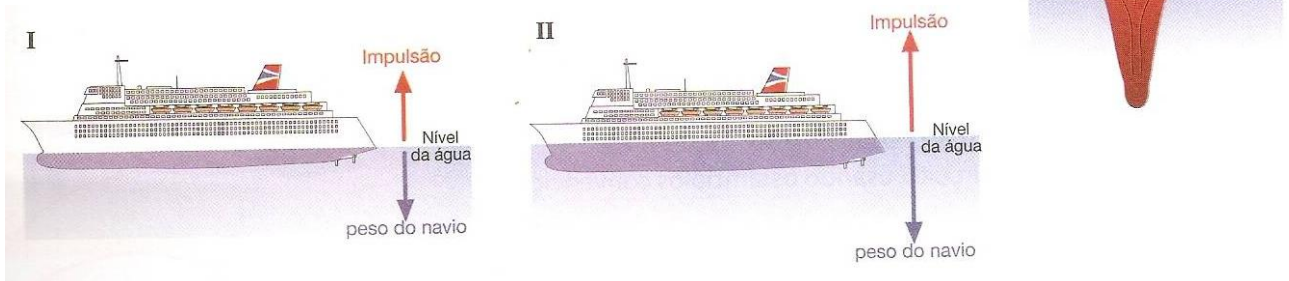
B. O valor da impulsão é menor do que o do peso real.

C. O valor da impulsão é igual ao do peso real.

4. A forma da parte inferior dos navios é convenientemente estudada para que, ao aumentar o peso, devido à carga, uma pequena deslocação para dentro da água produza um grande aumento de volume da parte imersa.

Observe a figura que representa o mesmo navio em duas situações diferentes:

I - sem carga e II - com carga



Utilizando a chave igual, superior, inferior ou nulo, completa corretamente as frases que se seguem:

- A. O peso do navio I é inferior ao peso do navio II.
 - B. A parte imersa do navio em I é inferior à parte imersa em II, por isso o peso do volume de água deslocada pelo navio em I é inferior ao peso do volume da água deslocado em II.
 - C. A impulsão em I é inferior impulsão em II.
 - D. Em qualquer dos casos, o peso do navio é igual à impulsão, por isso, o peso aparente do navio é nulo e ele flutua.
5. A figura mostra um corpo A, de peso 10 N, que pesa apenas 6 N quando completamente imerso na água e um corpo B com o mesmo volume de peso 12 N.

5.1. Calcule o valor da impulsão exercida no corpo A.

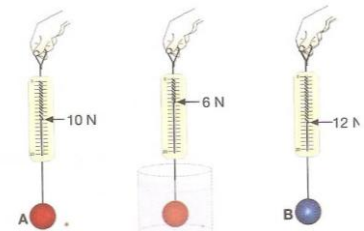
Dados:

$$P_{\text{real}} = 10 \text{ N}$$

$$P_{\text{aparente}} = 6 \text{ N}$$

$$I = ?$$

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - I \Leftrightarrow I = P_{\text{real}} - P_{\text{aparente}} \Leftrightarrow I = 10 - 6 \Leftrightarrow I = 4 \text{ N}$$



5.2. Justifique a afirmação: “se o corpo B for introduzido na água fica sujeito à mesma força de impulsão que o corpo A”.

O corpo B tem maior peso que o corpo A, mas os dois corpos têm o mesmo volume, logo quando mergulhados, o volume de água deslocado vai ser o mesmo, pela Lei de Arquimedes, o peso do volume de água deslocado por um corpo é igual ao valor da impulsão, logo os dois corpos têm a mesma impulsão, uma vez que, a impulsão não depende do peso do corpo mas sim do volume imerso. Corpos com volumes iguais, mesmo que possuam pesos diferentes, completamente imersos em água, ficam sujeitos à mesma força de impulsão.

5.3. Calcula o valor do peso do corpo **B** imerso em água.

Dados:

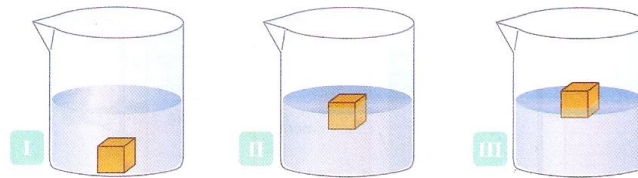
$$P_{\text{real}} = 12 \text{ N}$$

$$I = 4 \text{ N}$$

$$P_{\text{aparente}} = ?$$

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - I \Leftrightarrow P_{\text{aparente}} = 12 - 4 \Leftrightarrow P_{\text{aparente}} = 8 \text{ N}$$

6. Observa a figura que representa o mesmo cubo em três líquidos diferentes.



6.1. Escreve os três líquidos por ordem crescente da densidade.

I, II e III

6.2. Justifica a seguinte afirmação verdadeira. “Em I o peso real do corpo é maior do que a impulsão”.

Em I o cubo foi ao fundo, o que significa que o seu peso real é superior ao valor da impulsão, a resultante das forças (peso aparente), em I “empurrou” o cubo para baixo.

6.3. Classifica cada uma das afirmações A, B e C em verdadeira ou falsa para o cubo nos líquidos II e III.

A. O cubo desloca-se para cima e fica com uma parte fora do líquido para que a impulsão passe a ter o mesmo valor que o peso aparente.

B. O cubo desloca-se para cima e fica com uma parte fora do líquido, sendo o seu peso aparente nulo.

C. O cubo desloca-se para cima e fica com uma parte fora do líquido, passando a impulsão a ter o mesmo valor que o peso real.

A - Falsa...a impulsão passa a ter o mesmo valor que o peso real.

B - Verdadeira

C - Verdadeira

7. Considera as situações de A a E.

A. Um cubo de chumbo com 1 cm de aresta mergulhado em água.

B. Um cubo de chumbo com 1 cm de aresta mergulhado em álcool.

C. Um cubo de alumínio com 1 cm de aresta mergulhado em água.

D. Um cubo de chumbo com 2 cm de aresta mergulhado em água.

E. Um cubo de alumínio com 2 cm de aresta mergulhado em água salgada.

Sabendo que o volume de um cubo se calcula pela expressão $V = \text{aresta}^3$ e que $\rho_{\text{água salgada}} > \rho_{\text{água}} > \rho_{\text{álcool}}$ indica:

7.1. Em qual das situações a impulsão é maior. E

7.2. Em qual das situações a impulsão é menor. B

7.3. As duas situações em que a impulsão é igual. A e C

D) Apresentação em PowerPoint da aula do dia 13 de janeiro de 2012

ESCOLA SECUNDÁRIA/3 QUINTA DAS PALMEIRAS

Cláudia Nuno - Lezírias
10.0

1

TODOS OS CORPOS FLUTUAM?
TODOS OS CORPOS FLUTUAM?

2

EXISTE IMPULSÃO NOS GASES?
EXISTE IMPULSÃO NOS GASES?

3

VERIFICAÇÃO DA LEI DE ARQUIMEDES

4

5

1000 C - 3000 D

+ 3849

6

FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO
FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO

7

FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO
FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO

8

VOLUME IMERSO
VOLUME IMERSO

9

O SUBMARINO

10

NAVIO POUCO E MUITO CARREGADO
NAVIO POUCO E MUITO CARREGADO

11

FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO
FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO

12

FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO
FATORES DE QUE DEPENDE A IMPULSÃO

13

DENSIDADE DO FLUÍDO
DENSIDADE DO FLUÍDO

14

DENSIDADE DO FLUÍDO
DENSIDADE DO FLUÍDO



15

TABELA DE DENSIDADES
TABELA DE DENSIDADES

Massas volumicas de diferentes substancias solidas, liquidas e gasosas.

Substancia	Massa volumica (a 4°C) (g/cm³)	
Sólidas	Alumínio	2,7
	Alumínio	2,7
	Alumínio	2,7
Líquidas	Água	1,0
	Air	0,0013
Gaseiras	Ar	0,0013

E) Atividade Prática “Verificação Experimental da Lei de Arquimedes”

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Ciências Físico-Químicas
9 ° ANO	2011/2012
Atividade prática - Verificação Experimental da Lei de Arquimedes	



Arquimedes foi um dos maiores génios da Antiguidade. Viveu no século III a.C., em Siracusa, que na altura pertencia à Grécia.

Entre muitas das suas descobertas, Arquimedes constatou que os corpos mergulhados em líquidos ficavam sujeitos a uma força que contrariava o seu peso. Verificou ainda que o valor dessa força era sempre igual ao peso do volume de líquido deslocado pelos corpos nele mergulhados. Surgiu assim a Lei de Arquimedes.

Como determinar experimentalmente o valor da impulsão exercida num corpo?

Objetivo

Determinar experimentalmente o valor da impulsão exercida num corpo.

Material

- Dinamómetro em suporte universal;
- Corpo para suspender do dinamómetro;
- Recipiente com água;
- Balança;
- Gobelé.

Procedimento

1. Ler o valor da massa de água que saiu do recipiente para o gobelé (volume de água deslocado).



Figura 1 - Montagem experimental para estudar a impulsão.

Registo

Peso do corpo lido no ar (peso real) = _____

Peso do corpo lido na água (peso aparente) = _____

Massa de água deslocada = _____

Cálculos

Cálculo da impulsão e do peso da água deslocada pelo corpo.

Conclusão

Comparar os dois valores calculados.

ANEXO IV - Material de apoio à aula de Química - Efeito Fotoelétrico

A) Plano de Aula

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Física e Química A
10º ANO	2011/2012
PLANO DE AULA	

Estagiária: Vera Mónica Fernandes Luís

Grupo Disciplinar: 510

Dia:

Hora:

Sala:

Turma:

Ano: 10.º

Unidade didática lecionada: Das Estrelas ao Átomo

SUMÁRIO

Efeito Fotoelétrico. Resolução de exercícios de aplicação.

PRÉ-REQUISITOS

- ✓ Caracterizar a luz como um fenómeno ondulatório.
- ✓ Reconhecer que todas as radiações transportam energia, mas não têm todas a mesma energia.
- ✓ Relacionar a amplitude das ondas luminosas com a intensidade da luz.
- ✓ Relacionar a frequência das ondas luminosas ao tipo de luz visível que, para a mesma intensidade, é mais energética quando a frequência é maior.
- ✓ Estabelecer a distinção entre luz visível, luz infravermelha e luz ultravioleta.
- ✓ Analisar o espectro da luz visível com base na dispersão e composição da luz branca.
- ✓ Dar exemplos de radiações eletromagnéticas visíveis e invisíveis.
- ✓ Interpretar o espectro da radiação eletromagnética, associando cada radiação a um determinado valor de energia.
- ✓ Comparar radiações (UV, VIS e IV) quanto à sua energia e efeito térmico.
- ✓ Saber que a radiação eletromagnética é formada por partículas chamadas fótons.

OBJETIVOS (O ALUNO DEVE SER CAPAZ DE):

- ✓ Estabelecer a relação entre a energia de radiação incidente, a energia mínima de remoção de um eletrão e a energia cinética do eletrão quando há interação entre a radiação e um metal.
- ✓ Identificar algumas aplicações tecnológicas da interação radiação-matéria, nomeadamente o efeito fotoelétrico.

CONTEÚDOS	RECURSOS E MATERIAIS
Radiação eletromagnética Efeito fotoelétrico Aplicações do Efeito Fotoelétrico	Computador e projetor Apresentação <i>PowerPoint</i> Manual escolar Simulação Efeito Fotoelétrico Guia de simulação Registo de simulação Ficha Determinação da Constante de Planck Ficha de trabalho

AVALIAÇÃO: modalidade e instrumentos

Observação direta do desempenho e atitudes dos alunos.

OPERACIONALIZAÇÃO/DESENVOLVIMENTO DA AULA

A professora aguardará a acomodação dos alunos na sala de aula. Verificará a sua presença registando caso se justifique, às ausências e projetará uma apresentação em *PowerPoint*. De seguida, a professora escreverá no quadro o n.º da lição, a data e o sumário da aula, aguardará que os alunos passem o sumário para posteriormente proceder ao enquadramento da aula, que surgirá na sequência do estudo das radiações eletromagnéticas. A professora começará por fazer uma breve revisão do espectro eletromagnético referindo que à nossa volta existe todo um Universo de radiações (e de energia) para além daquelas que os nossos olhos detetam (luz ou radiação visível), mencionará de seguida que, essa luz ou radiação visível é apenas uma pequena parte da chamada radiação eletromagnética, e dará os seguintes exemplos: a “rádio” que ouvimos, as microondas que aquecem os alimentos, os raios x e gama em meios de diagnóstico, traduzem a seriação das radiações eletromagnéticas de acordo com a energia (ou de acordo com o comprimento de onda ou da frequência) dessas radiações, formando o espectro eletromagnético. A professora aproveitará neste momento para apresentar o diapositivo n.º 2 da apresentação em *PowerPoint*. Com o objetivo de levar os alunos a estabelecer a relação entre frequência, comprimento de onda e energia, a professora concluirá juntamente com os alunos que, quanto maior for a frequência (menor comprimento de onda) da radiação, maior a energia que lhe está associada. E aproveitará de seguida para perguntar à turma qual das radiações visíveis é a mais e a menos energética. Com o objetivo de levar os alunos a complementar que a luz um pouco mais energética que a radiação violeta é a luz ultravioleta, e que a luz um pouco menos energética que luz vermelha é a infravermelha. E escreverá no quadro a seguinte tabela de comparação da energia, frequência e comprimento de onda das radiações ultravioleta, visível e infravermelho.

Radiação Infravermelha		Radiação Visível		Radiação Ultravioleta
Energia	<	Energia	<	Energia
Frequência	<	Frequência	<	Frequência
Comprimento de onda	>	Comprimento de onda	>	Comprimento de onda

De seguida, a professora concluirá que no final do século XVIII, os cientistas consideravam que a luz comportava-se como uma onda elétrica que interagia com uma onda magnética, propagando-se através do espaço perto de 3×10^8 m/s. E que esse modelo de onda explicava a maior parte mas não todos os comportamentos da luz e de outras formas de energia radiante. Assim sendo, a professora complementarará dizendo que ao longo dos tempos, os físicos foram estudando as diferentes radiações até se aperceberem que a radiação que incidia sobre a matéria interagiu com ela.

Com o objetivo de esclarecer um pouco a história da descoberta do efeito fotoelétrico, a professora mostrará a fotografia do físico alemão Heinrich Hertz do diapositivo n.º 3 da apresentação em *PowerPoint*, mencionando que este foi o primeiro cientista a detetar as ondas eletromagnéticas e o descobridor do efeito fotoelétrico. De seguida mostrará o diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint* que contém a imagem de Max Planck, e mencionará que no início do século XX este físico estudou um dos comportamentos inexplicáveis das ondas eletromagnéticas, acabando por sugerir que a interação entre a radiação eletromagnética e a matéria se traduziria na troca de quantidades discretas de energia (a que chamou “*quantum*”, no plural quanta), proporcionais à frequência da radiação.

A professora apresentará a fotografia de Albert Einstein do dispositivo n.º 5 da apresentação em *PowerPoint* e dirá que este físico alemão revolucionou a nossa compreensão da natureza da luz, ao conseguir explicar corretamente o efeito fotoelétrico usando a ideia do quantum do seu professor, Planck.

Einstein considerou que a radiação seria constituída por um feixe de partículas, os quanta de luz, que designou de “fotões”, cada um com energia proporcional à frequência de radiação, $E = h \times f$, sendo h a constante de Planck ($6,6 \times 10^{-34}$ J.s). A energia do feixe seria então o número de estas partículas multiplicada pela energia de cada uma: $n \times h \times f$.

A professora aproveitará para concluir, com a ajuda da turma, que toda a luz transporta energia, e que essa energia, expressa pela intensidade da luz, depende do número de fotões, e da energia que cada fotão transporta. Com o objetivo de levar os alunos a perceber de forma clara a relação entre a frequência da radiação, a sua intensidade, e o fluxo (número) de fotões, a professora explorará no quadro as seguintes situações:

Situação 1: A frequência da radiação eletromagnética é constante, a professora dará o exemplo da radiação vermelha muito intensa e pouco intensa com o objetivo de levar os alunos a concluir que a radiação vermelha mais intensa tem maior número de fotões e consequentemente maior energia.

Na situação 2: A intensidade da radiação eletromagnética é constante, a professora dará o

exemplo da radiação gama e da radiação violeta, com o objetivo de levar os alunos a concluir que: a radiação gama tem maior frequência, pelo que é constituída de fótons mais energéticos, conseqüentemente, transporta a mesma energia total com um menor número (fluxo) de fótons.

De seguida a professora colocará a seguinte questão: “Onde ocorre efeito fotoelétrico?” para ajudar nas respostas, mostrará o diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*, com o objetivo de levar os alunos a concluir que o efeito fotoelétrico só ocorre em metais.

Para explicar que o efeito fotoelétrico consiste na emissão (remoção) de eletrões (fotoeletrões), com uma determinada velocidade de um metal, quando sobre este se faz incidir radiação eletromagnética, a professora mostrará a sequência de imagens dos diapositivos n.º 7, 8, 9 e 10.

Com o objetivo de levar os alunos a tentar descobrir, por eles próprios, que para remover/libertar/extrair eletrões para fora de um metal, a quantidade de energia (radiação) fornecida terá de ser a suficiente para permitir a libertação de eletrões, a professora explorará a simulação do efeito fotoelétrico para o átomo de sódio, presente nos diapositivos n.º 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, da apresentação em *PowerPoint*.

A professora mostrará os dispositivos n.º 11, 12 e 13 da apresentação em *PowerPoint* e concluirá juntamente com a turma que quando se faz incidir uma radiação de cor vermelha sobre o átomo de sódio, não se verifica ejeção de eletrões, conseqüentemente não se verifica o efeito fotoelétrico. E explicará que tal não acontece, porque a energia da radiação vermelha é inferior à energia mínima de remoção do metal, ou seja, à energia mínima necessária para extrair um dado eletrão de um átomo de um metal.

De seguida a professora fará o mesmo para a radiação de cor amarela, para tal mostrará os diapositivos n.º 14, 15 e 16 da apresentação em *PowerPoint*, facilmente os alunos visualizarão que quando se faz incidir esta radiação sobre o metal, nada acontece. A professora concluirá então, juntamente com a turma, que a radiação amarela possui uma energia inferior à energia mínima para remoção de um eletrão do sódio.

Posteriormente a professora apresentará os diapositivos n.º 17, 18 e 19 da apresentação em *PowerPoint*, com o objetivo de levar os alunos a concluir que quando sobre o sódio se faz incidir a radiação de cor azul, verifica-se o efeito fotoelétrico. A professora aproveitará para complementar o raciocínio referindo que a radiação azul é mais energética que as anteriores, tendo por isso uma energia superior à energia mínima necessária para ionizar o sódio, verificando-se assim, emissão de eletrões com uma dada velocidade. A professora fará ainda referência ao facto de que, por mais intensa (brilhante) que seja uma radiação, se cada fóton não possuir uma energia superior à energia mínima de remoção do eletrão, não se verifica o efeito fotoelétrico. Poderá então concluir com os alunos que se a energia do fóton incidente for inferior à energia mínima para a remoção de eletrões do metal a variação da sua intensidade (n.º de fótons) não produz qualquer efeito, e que por outro lado, quando se verifica o efeito fotoelétrico o n.º de eletrões emitidos irá depender da intensidade (brilho) da radiação incidente, se se aumentar a intensidade da radiação (n.º de

fotões) aumentará o n.º de eletrões ejetados.

No final a professora pedirá à turma para registar no caderno diário que se a energia da radiação que se faz incidir sobre o metal for menor que a energia mínima necessária à remoção de um eletrão não se verifica o efeito fotoelétrico, e que se a energia da radiação que se faz incidir sobre o metal for superior à energia mínima necessária para remover um eletrão verifica-se o efeito fotoelétrico.

A professora dirá que para o sódio essa energia mínima corresponde à luz azul. Se a luz for vermelha ou amarela, logo, de menor energia, não se consegue produzir efeito fotoelétrico no sódio.

Com o objetivo de levar os alunos a verificar que em cada metal há uma energia mínima de remoção que é necessário atingir para produzir o efeito fotoelétrico, a professora distribuirá a ficha de registo e o guião da simulação e procederá à execução da simulação *PHET - Efeito Fotoelétrico*.

Antes de dar início à simulação a professora clicará em *opções* e escolherá *mostrar fotões*, em seguida selecionará no *alvo (material)* o cálcio, e arrastará o cursor de *intensidade* para zero e o de *comprimento de onda* para a radiação azul. Com o objetivo de levar os alunos a concluir que a radiação que provocou a ejeção de eletrões no sódio não o fará para o cálcio, mesmo com a intensidade máxima. A professora continuará a explorar a simulação e fará o mesmo para a radiação violeta, mais energética que a anterior, com o intuito de levar os alunos a concluir que nesta zona já se começa a notar a emissão de eletrões de cálcio. A professora aumentará ainda a intensidade da radiação incidente com o objetivo de levar os alunos a concluir que com o aumento da intensidade verifica-se o aumento do número de fotões incidentes e consequentemente o aumento de fotões ejetados.

De seguida a professora selecionará no *alvo (material)* o zinco, e arrastará o cursor de *intensidade* para zero e o de *comprimento de onda* para a radiação violeta. Com o objetivo de levar os alunos a concluir que a radiação que provocou a ejeção de eletrões no cálcio não o faz para o zinco, mesmo com a intensidade máxima. A professora fará o mesmo para a radiação ultravioleta mais energética que a anterior, com o intuito de levar os alunos a concluir que nesta zona já se começa a notar a projeção de eletrões, e aumentará a intensidade da radiação de forma análoga à anterior.

Com o intuito de levar os alunos a concluir que para cada metal há uma frequência mínima para libertar eletrões, a professora fará o mesmo para o cobre, a platina e o magnésio.

Para que os alunos compreendam que os eletrões ejetados adquirem energia cinética, a professora dirá que a diferença entre o valor da energia da radiação incidente e o da energia mínima para a remoção de eletrões, converte-se em energia cinética, adquirida pelos eletrões ejetados e escreverá no quadro a equação: $E_{\text{radiação incidente ou } E_{\text{do fotão}}} = E_{\text{mínima de remoção}}$ ou $E_{\text{gasta na remoção}} + E_{\text{cinética do eletrão ejetado ou removido}} \Leftrightarrow h \times f = E_{\text{mínima de remoção}} + \frac{1}{2} \times m \times v^2$ e dirá que a $E_{\text{cinética do eletrão ejetado}}$ será tanto maior quanto maior for a diferença entre $E_{\text{radiação incidente ou } e E_{\text{mínima de remoção}}}$.

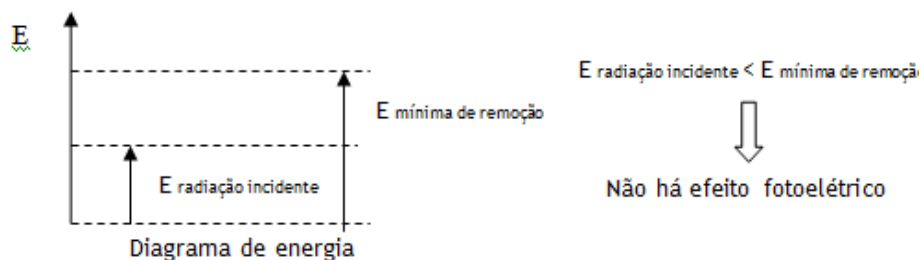
A professora questionará a turma sobre a possibilidade de se determinar ou não a velocidade

dos elétrons emitidos, com o objetivo de levar os alunos a concluir que conhecendo a energia cinética, e sabendo que $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ é fácil chegar ao valor da velocidade.

Para sintetizar toda a informação relativa à ocorrência de efeito fotoelétrico, a professora escreverá no quadro três situações usando os respectivos diagramas de energia esquematizando a energia de remoção de um metal e a energia de radiação incidente, e relacionando com a ocorrência ou não de efeito fotoelétrico.

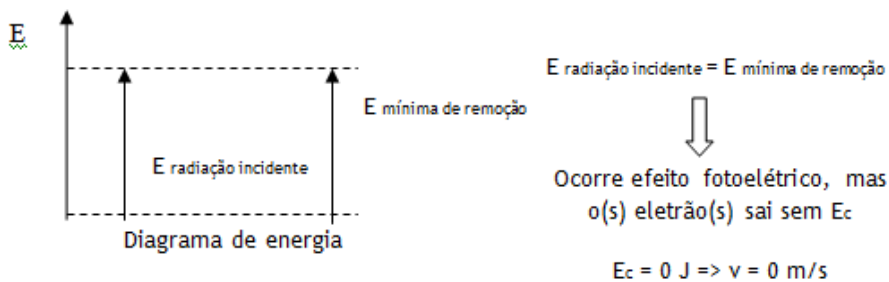
Situação 1: Energia da radiação incidente inferior à energia mínima de remoção.

Esquematizando:



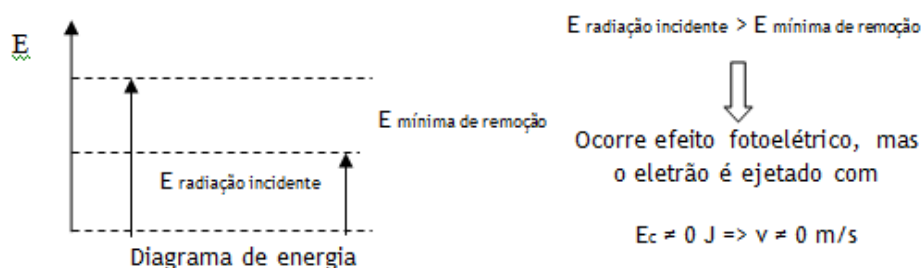
Situação 2: Energia da radiação incidente igual à energia mínima de remoção.

Esquematizando:



Situação 3: Energia da radiação incidente superior à energia mínima de remoção.

Esquematizando:

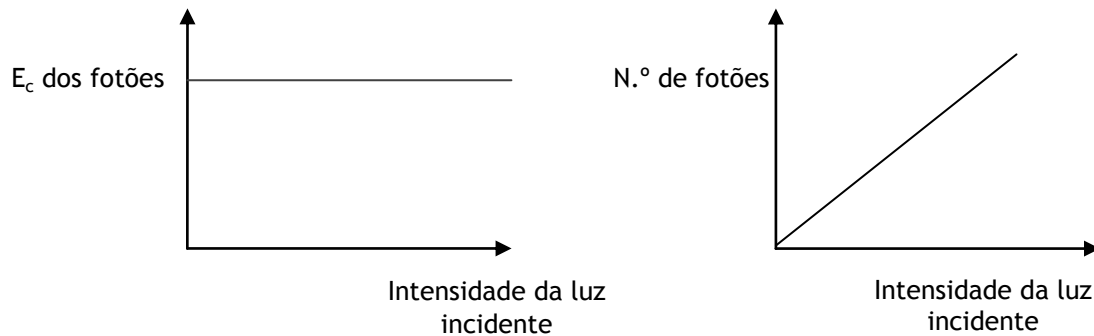


Com o intuito de ilustrar graficamente a existência de uma frequência mínima a partir da qual ocorre o efeito fotoelétrico, a professora selecionará na simulação *PHET - Efeito Fotoelétrico*, na opção *gráficos* Energia do elétron versus frequência da luz, e obterá a representação gráfica para os vários átomos. Pedirá aos alunos para proceder à sua representação na ficha de registo da simulação já distribuída pela professora na altura da realização da primeira parte da simulação.

O objetivo será levar os alunos a concluir que inicialmente não há elétrons a serem ejetados, mas que a partir de determinado valor de frequência começa a ocorrer o efeito

fotoelétrico, precisamente quando a frequência da luz incidente excede a frequência limite. Os alunos devem ainda concluir que a energia cinética dos fotoelétrons aumenta linearmente com a frequência da radiação da (luz) incidente.

Aproveitará para questionar a turma sobre o efeito da intensidade da luz incidente se a frequência da radiação for constante, com o objetivo de levar os alunos a concluir que a energia cinética dos fotões ejetados é constante, uma vez que, cada fotão tem a mesma energia, mas que o número de fotões aumenta com o aumento da intensidade da luz incidente. Procedendo à sua representação gráfica no quadro.



A professora pedirá aos alunos para registarem no caderno diário que o efeito fotoelétrico é praticamente instantâneo, que cada fotão origina a emissão de um e um só eletrão, que o número de eletrões emitidos é diretamente proporcional ao n.º de fotões incidentes, isto é, à intensidade do feixe, que só há emissão de eletrões com radiações com energia superior a um valor mínimo, característico de cada metal e que a energia cinética do eletrão emitido não depende da intensidade do feixe, mas depende apenas da energia de cada fotão incidente.

A professora informará que a explicação para o efeito fotoelétrico não está na energia total da radiação, mas antes na energia de cada fotão. Acrescentará que esta explicação, dada por Albert Einstein, permitiu o desenvolvimento de tecnologia eletrónica muito útil no quotidiano das pessoas, e que lhe valeu a atribuição em 1921 do prémio Nobel da Física.

Para concluir a professora mostrará os últimos diapositivos da apresentação em *PowerPoint* onde constam imagens de várias aplicações do efeito fotoelétrico, das quais a professora destacará os dispositivos automáticos de alguns alarmes e de abertura e fecho de portas. Explicará que quando alguém passa em frente de uma porta, a luz incidente é interrompida e deixam de ser ejetados eletrões, transmitindo-se um sinal para abrir a porta. Acrescentará que existem também dispositivos semelhantes para medir a intensidade luminosa em máquinas fotográficas.

A professora dirá que a constante de Planck poderá ser facilmente determinada a partir da simulação computacional PHET, para tal distribuirá a ficha de determinação da constante de Planck e fará o exemplo dos metais, sódio e zinco e pedirá aos alunos que façam o mesmo para o metal cobre como trabalho de casa.

A professora projetará a ficha de trabalho e pedirá aos alunos para iniciarem a sua resolução, caso os alunos concluíam a sua resolução a professora procederá à correção

juntamente com os alunos de alguns dos exercícios e escreverá no quadro as respostas. Caso os alunos não conclua a ficha, a professora pedirá aos alunos que realizem os exercícios em falta como trabalho de casa e dirá que a ficha se encontra disponível na plataforma moodle.

Se os alunos não tiverem dúvidas, a professora dará a aula por terminada e dará informação relativamente ao trabalho de casa a realizar.

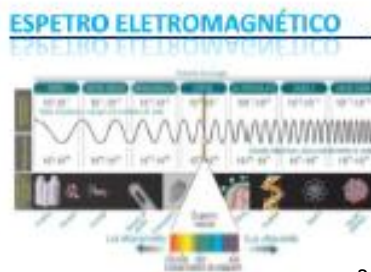
TPC

Ficha de trabalho exercícios não realizados em sala de aula.

B) Apresentação em PowerPoint



1



2



3



4



5



6



7

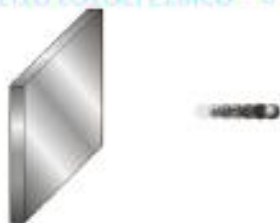


8



9

EFEITO FOTOELÉTRICO – O QUE É?



10

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



11

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



12

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



13

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



14

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



15

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



16

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



17

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



18

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



19

EFEITO FOTOELÉTRICO – COMO OCORRE?



20

EFEITO FOTOELÉTRICO – APLICAÇÕES



21

EFEITO FOTOELÉTRICO – APLICAÇÕES



22

EFEITO FOTOELÉTRICO – APLICAÇÕES





23

EFEITO FOTOELÉTRICO – APLICAÇÕES



24

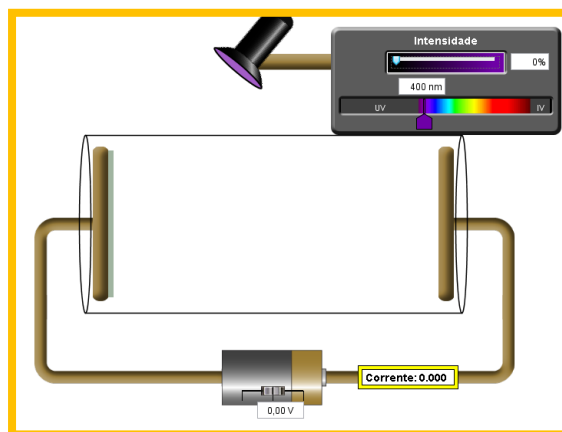
 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>	 <p>Física e Química A</p> <p>10º ANO</p> <p style="text-align: right;">2011/2012</p>
<p>Guia de simulação - Efeito Fotoelétrico</p>	



A explicação para o efeito fotoelétrico está, não na energia total da radiação, mas antes na energia de cada fotão. Esta explicação do efeito fotoelétrico dada por Albert Einstein, permitiu, mais tarde, o desenvolvimento de tecnologia eletrónica muito útil no quotidiano das pessoas. O Prémio Nobel da Física em 1921 foi-lhe atribuído devido a este trabalho.

Simulação Computacional

Site de acesso: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric



Requisitos técnicos:

Navegador de Internet: Internet Explorer 6.0, Mozilla Firefox 2.0 ou Safari

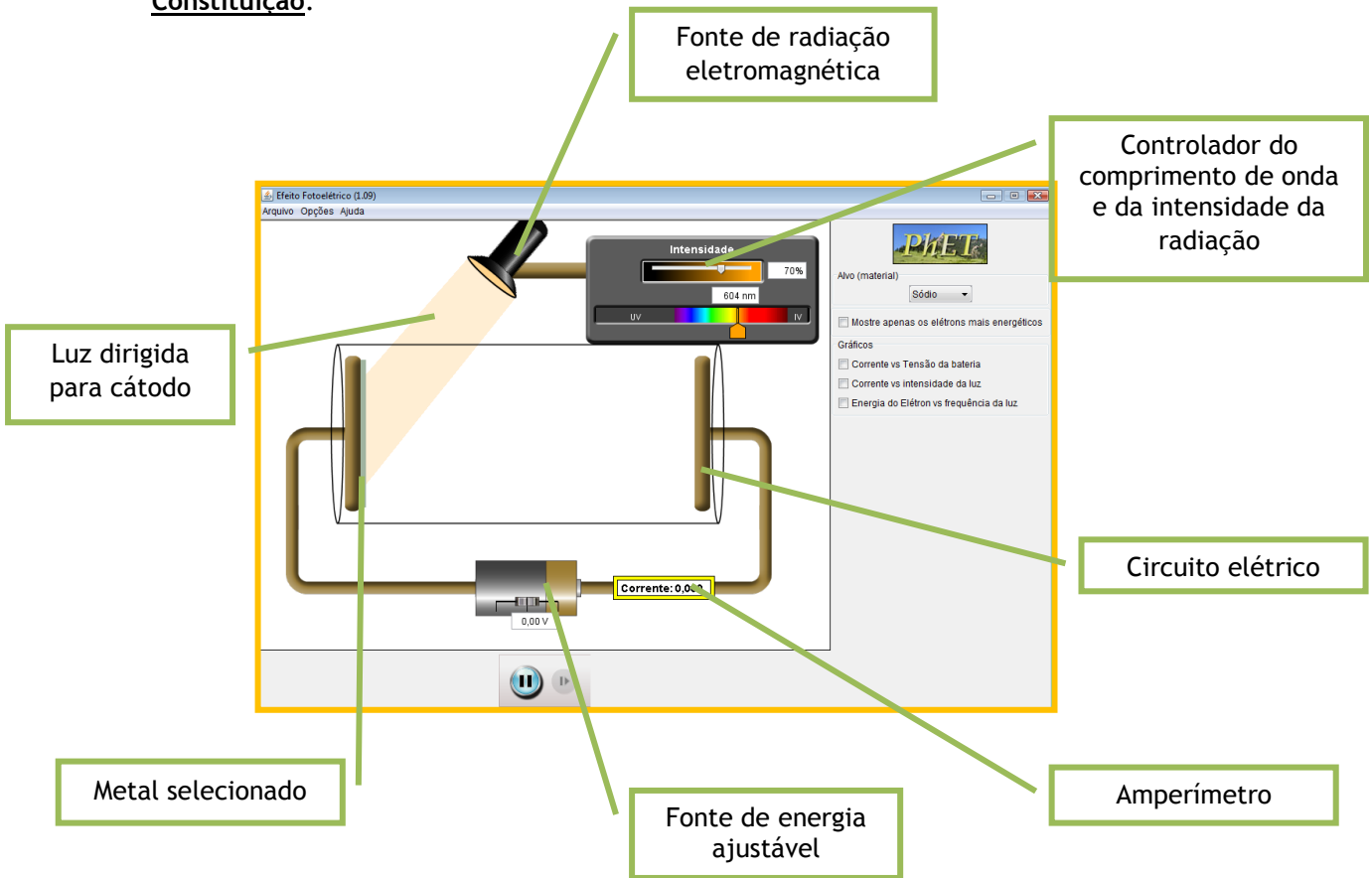
Programas (softwares): Java 1.5 e Flash 9 ou superior.

Objetivo: Consolidar os conteúdos teóricos apreendidos com uma nova prática educativa fazendo uso das tecnologias atuais.

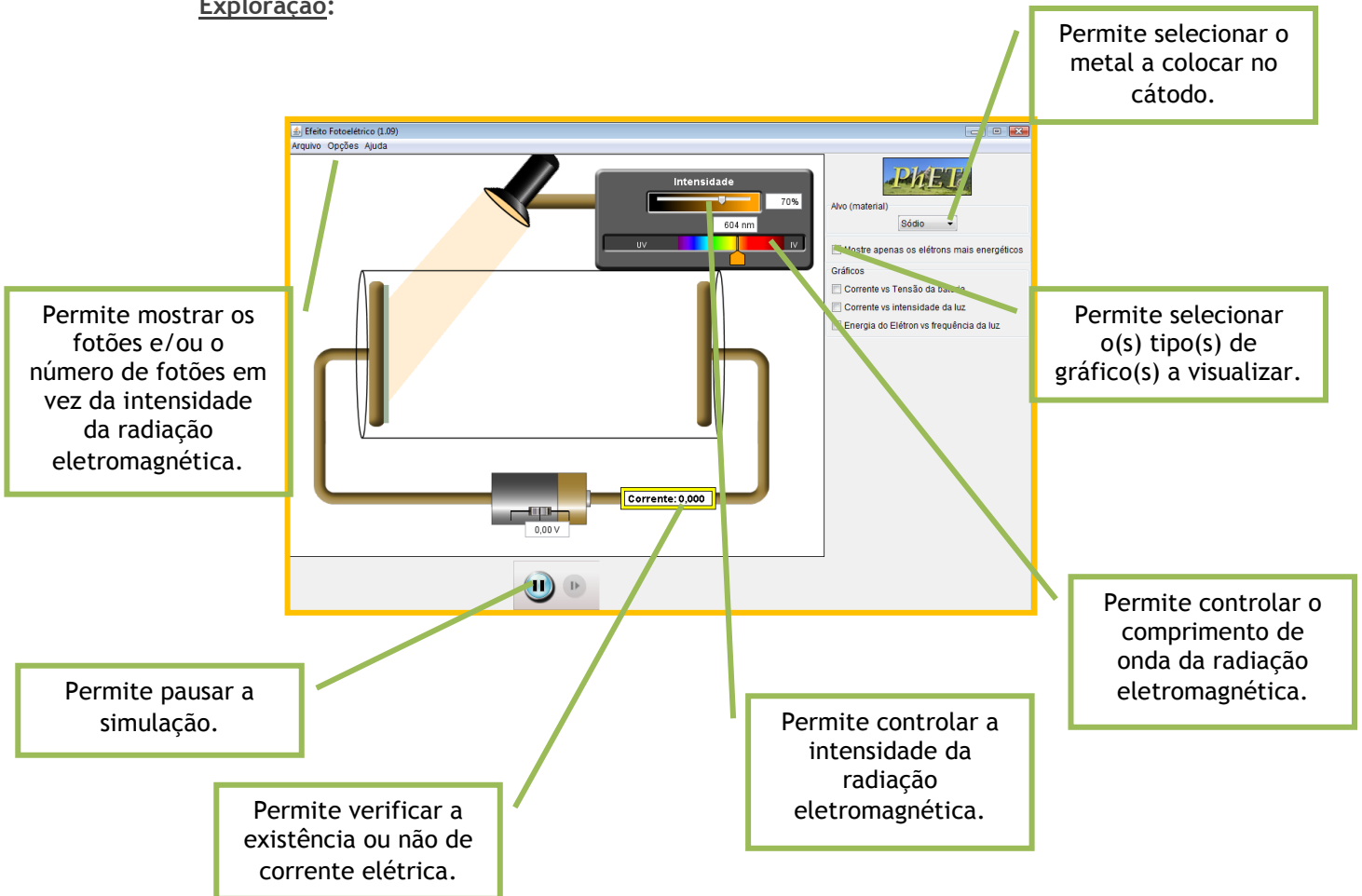
Pré - requisitos: Identificar as diferentes propriedades das ondas eletromagnéticas, como o comprimento de onda, a frequência e a intensidade, ... Interpretar as diferentes situações em que ocorre o efeito fotoelétrico, tendo em conta a energia da radiação incidente e a energia mínima de remoção.

Objetivo pedagógico: Verificar se a incidência da luz no metal selecionado provoca ou não ejeção de eletrões, ou seja, o efeito fotoelétrico.

Constituição:



Exploração:

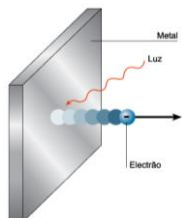


Procedimento:

1. Clicar em opção e selecionar mostrar fótons;
2. Selecionar no alvo (material) o metal;
3. Puxar o controlador de intensidade para 0%;
4. Puxar o controlador de comprimento de onda para a radiação eletromagnética inicial desejada;
5. Arrastar o controlador, para aumentar gradualmente a intensidade da radiação eletromagnética;
6. Arrastar o controlador de comprimento de onda das radiações eletromagnéticas para outros valores;
7. Registrar para o metal utilizado, o comprimento de onda da radiação eletromagnética a partir da qual se iniciou a ejeção de elétrons a corrente elétrica e a voltagem;
8. Repetir os passos anteriores para outros materiais.
9. Registrar todos os passos, resolver as questões e retirar conclusões.
10. Proceder à representação gráfica de Energia do elétron (eV) em função da frequência da luz (Hz), para cada um dos metais.

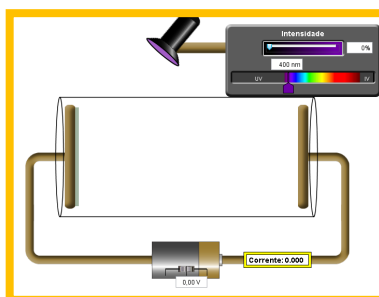
D) Registo de Simulação Computacional

 <p>Escola Secundária QUINTA DAS PALMEIRAS</p>	 <p>Física e Química A</p>	<p>2011/2012</p>
<p>10º ANO</p>		
<p>Registo de simulação - Efeito Fotoelétrico</p>		



O efeito fotoelétrico consiste na emissão (remoção) de eletrões (fotoeletrões) de um metal, quando sobre este se faz incidir radiação eletromagnética.

Simulação Computacional



Objetivo pedagógico: Verificar se a incidência da luz no metal selecionado provoca ou não ejeção de eletrões, ou seja, efeito fotoelétrico.

Registo:

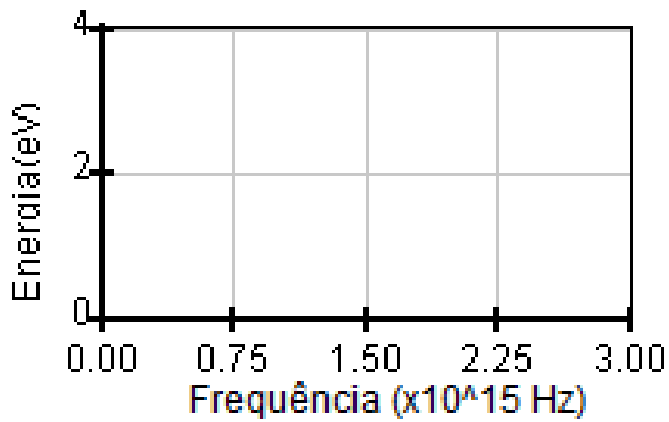
Metal selecionado	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (nm)	Amperímetro (A)	Voltagem (V)	Intensidade da radiação eletromagnética (%)
Cálcio				
Cálcio				
Cálcio				100%
Zinco				
Zinco				
Magnésio				
Cobre				
Platina				

Questões:

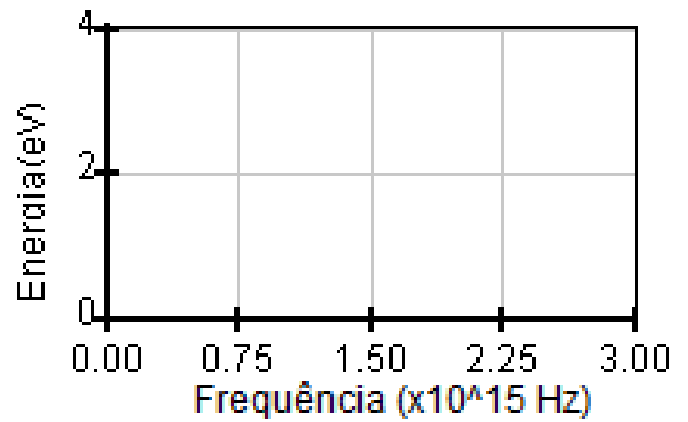
1. Na simulação com o sódio verifica-se ejeção de eletrões da superfície do metal. Quando este é iluminado por radiação eletromagnética azul. É esta radiação suficientemente energética para permitir também a libertação de eletrões da superfície do metal cálcio?
2. Seria possível verificar a ejeção de eletrões do cálcio se aumentássemos a intensidade da radiação azul? Justifica.
3. A radiação eletromagnética violeta, um pouco mais energética que a radiação eletromagnética azul, permite a ejeção de eletrões da superfície do metal cálcio?
4. Aumentando a intensidade da radiação eletromagnética violeta para 100%, o que se verifica? Justifica.
5. Será a radiação ultravioleta, mais energética que a radiação eletromagnética visível violeta, capaz de ejetar eletrões da superfície do metal cálcio? Justifica.
6. Que radiação eletromagnética permite a ejeção de eletrões do metal zinco?
7. Os metais, cobre, platina e magnésio, também libertam os seus eletrões quando iluminados por radiação eletromagnética ultravioleta, no entanto, a frequência mínima de remoção varia. Como justificas este facto?

Representação gráfica:

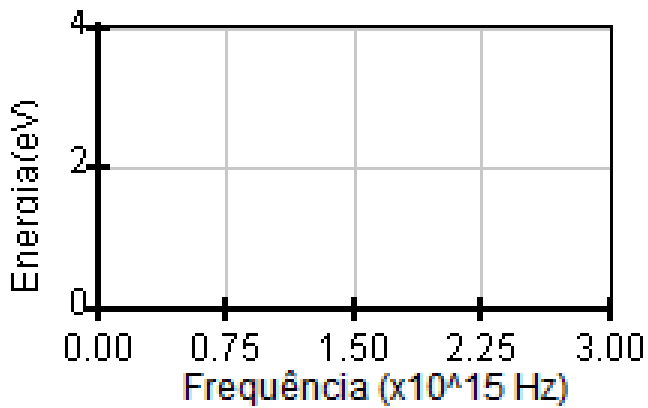
Sódio



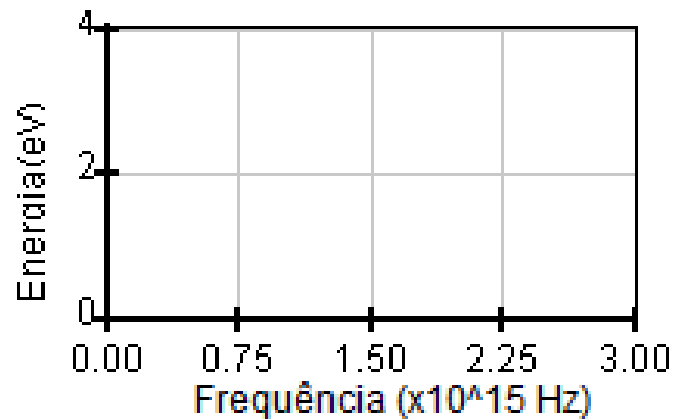
Cálcio



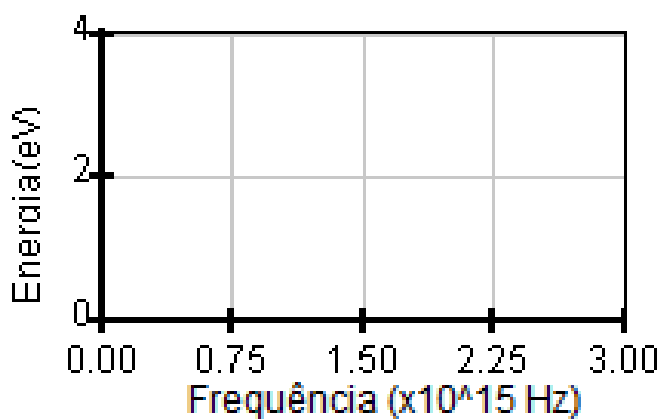
Zinco



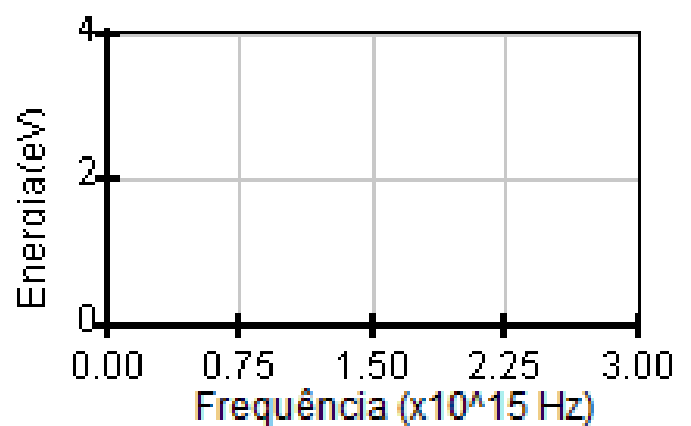
Magnésio



Cobre



Platina



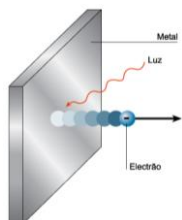
Análise dos gráficos:

Einstein determinou que a energia E de cada fóton é igual à constante de Planck h , multiplicada pela frequência f da luz. Logo, $E = h \times f$, e nos estudos dos fenômenos ondulatórios, verificou-se que a velocidade de propagação c de uma onda é igual ao comprimento de onda λ , multiplicado pela frequência f . Logo, $c = \lambda \times f$.

1. Com base nestas duas informações, e a partir das representações gráficas, como se relaciona a energia de cada fóton emitido pela luz com a frequência e o comprimento de onda da radiação eletromagnética?
2. A energia de cada fóton será diretamente ou inversamente proporcional a frequência de cada fóton?
3. A energia do fóton será diretamente proporcional ou inversamente proporcional ao comprimento de onda?

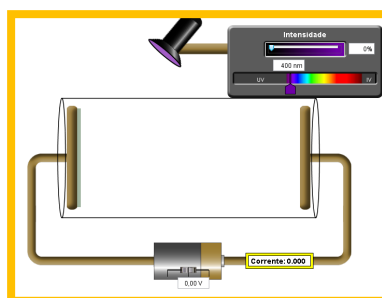
E) Proposta de Resolução Registo de Simulação Computacional

 <p>Escola Secundária QUINTA DAS PALMEIRAS</p>	 <p>Física e Química A 10º ANO</p> <p style="text-align: right;">2011/2012</p>
<p>Proposta de Resolução Registo de simulação - Efeito Fotoelétrico</p>	



O efeito fotoelétrico consiste na emissão (remoção) de eletrões (fotoeletrões) de um metal, quando sobre este se faz incidir radiação eletromagnética.

Simulação Computacional



Objetivo pedagógico: Verificar se a incidência da luz no metal selecionado provoca ou não ejeção de eletrões, ou seja, efeito fotoelétrico.

Registo:

Metal selecionado	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (nm)	Amperímetro (A)	Voltagem (V)	Intensidade da radiação eletromagnética (%)
Cálcio	436	0,000	0,00	100%
Cálcio	403	0,004	0,00	55%
Cálcio	403	0,007	0,00	100%
Zinco	403	0,000	0,00	100%
Zinco	276	0,006	0,00	100%
Magnésio	304	0,024	0,00	100%
Cobre	248	0,012	0,00	100%
Platina	188	0,009	0,00	100%

Questões:

1. Na simulação com o sódio verifica-se ejeção de eletrões da superfície do metal. Quando este é iluminado por radiação eletromagnética azul. É esta radiação suficientemente energética para permitir também a libertação de eletrões da superfície do metal cálcio?

Não. Só com a radiação eletromagnética violeta, mais energética que a radiação eletromagnética azul é que se começa a notar a emissão de eletrões do cálcio.

2. Seria possível verificar a ejeção de eletrões do cálcio se aumentássemos a intensidade da radiação azul? Justifica.

Não. Porque com o aumento da intensidade verifica-se apenas o aumento do número de fótons incidentes, mas cada um deles continua a ter uma energia inferior à energia mínima de remoção do eletrão, logo nunca serão ejetados eletrões.

3. A radiação eletromagnética violeta, um pouco mais energética que a radiação eletromagnética azul, permite a ejeção de eletrões da superfície do metal cálcio?

Sim.

4. Aumentando a intensidade da radiação eletromagnética violeta para 100%, o que se verifica? Justifica.

Ao aumentar a intensidade da radiação incidente, verifica-se o aumento do número de fótons incidentes e conseqüentemente o aumento de eletrões ejetados.

5. Será a radiação ultravioleta, mais energética que a radiação eletromagnética visível violeta, capaz de ejetar eletrões da superfície do metal cálcio? Justifica.

Sim, porque cada metal tem uma frequência mínima para libertar eletrões. Para o cálcio essa frequência mínima corresponde à radiação visível violeta, menos energética que a radiação ultravioleta, logo se houve emissão de eletrões com a radiação violeta também haverá emissão com a radiação ultravioleta. Para uma radiação menos energética, de que é exemplo a radiação azul, não haverá emissão de eletrões. Só há emissão de eletrões com fótons de energia superior a um valor mínimo, cujo valor varia consoante o metal.

6. Que radiação eletromagnética permite a ejeção de eletrões do metal zinco?

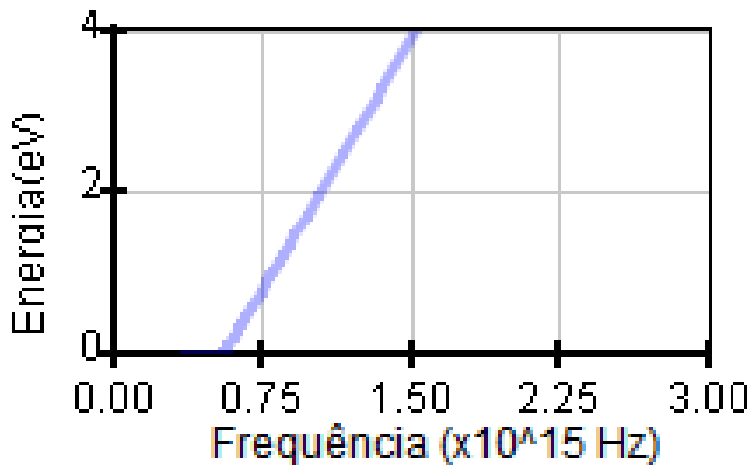
A radiação eletromagnética ultravioleta.

7. Os metais, cobre, platina e magnésio, também libertam os seus eletrões quando iluminados por radiação eletromagnética ultravioleta, no entanto, a frequência mínima de remoção varia. Como justificas este facto?

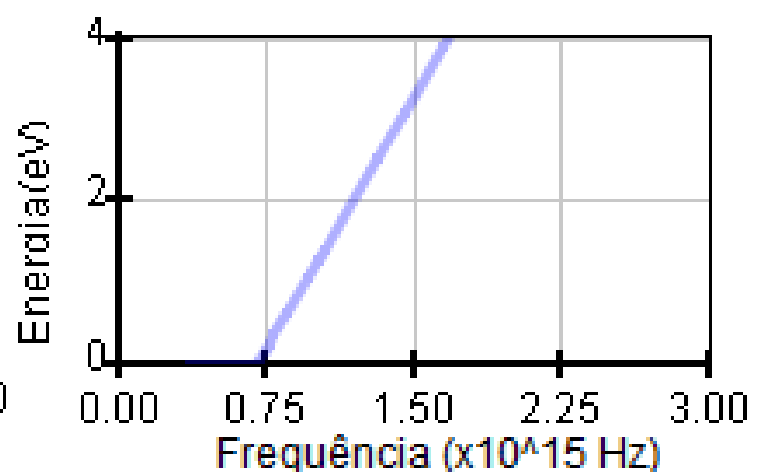
A frequência mínima de remoção varia, porque para cada metal há uma frequência mínima para libertar eletrões.

Representação gráfica:

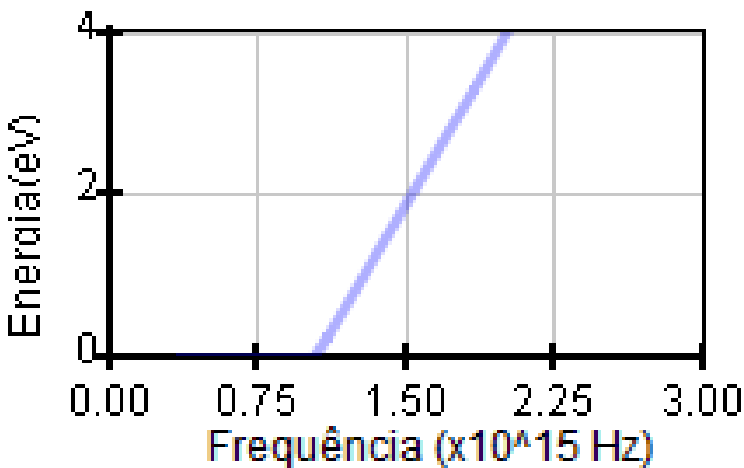
Sódio



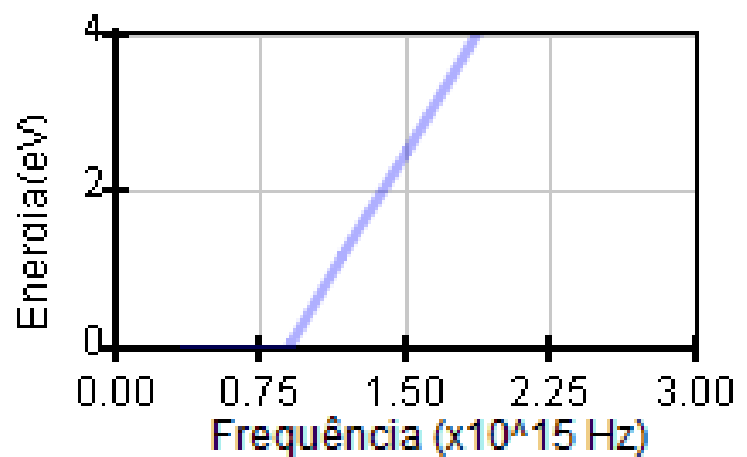
Cálcio



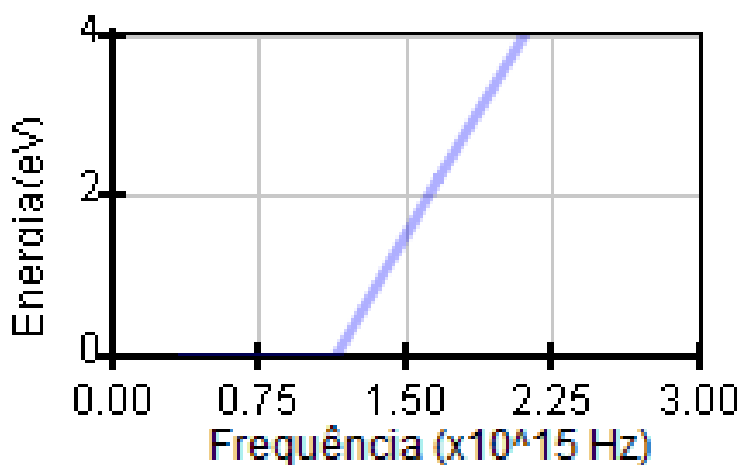
Zinco



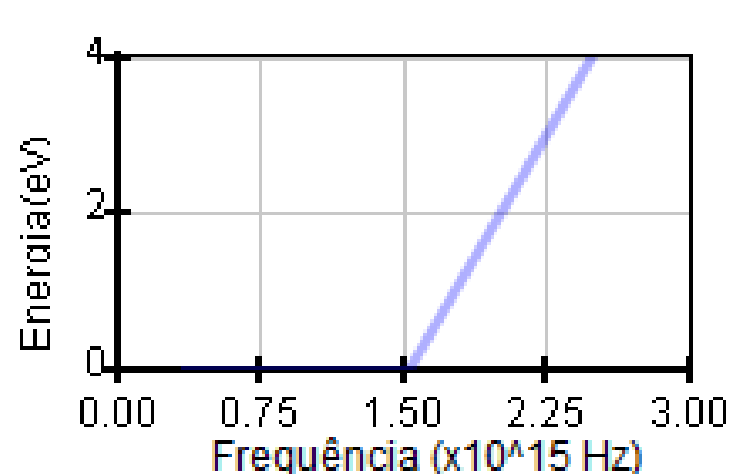
Magnésio



Cobre



Platina



Analise dos gráficos:

Einstein determinou que a energia E de cada fóton é igual à constante de Planck h , multiplicada pela frequência f da luz. Logo, $E = h \times f$, e nos estudos dos fenômenos ondulatórios, verificou-se que a velocidade de propagação c de uma onda é igual ao comprimento de onda λ , multiplicado pela frequência f . Logo, $c = \lambda \times f$.

1. Com base nestas duas informações, e a partir das representações gráficas, como se relaciona a energia de cada fóton emitido pela luz com a frequência e o comprimento de onda da radiação eletromagnética?

À medida que a frequência da radiação eletromagnética incidente aumenta a energia de cada fóton aumenta linearmente. E à medida que o comprimento de onda aumenta a energia de cada fóton diminui.

2. A energia de cada fóton será diretamente ou inversamente proporcional à frequência de cada fóton?

A energia de cada fóton será diretamente proporcional à frequência de cada fóton.

3. A energia do fóton será diretamente proporcional ou inversamente proporcional ao comprimento de onda?

A energia do fóton será inversamente proporcional ao comprimento de onda.

F) Correção da Ficha de Trabalho

 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>	 <p>Física e Química A</p>
10º ANO	2011/2012
Correção da Ficha de Trabalho - Efeito Fotoelétrico	

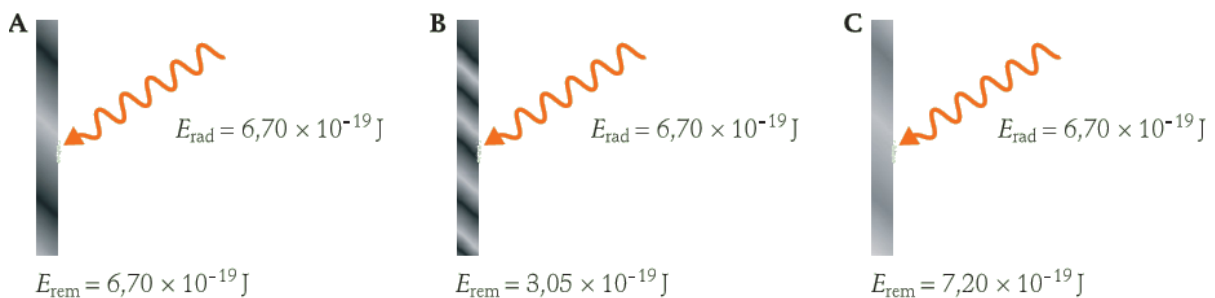
1. Classifique as afirmações seguintes em verdadeiras ou falsas.
 - A. No efeito fotoelétrico, a energia do eletrão ejetado depende da intensidade do feixe de luz incidente. **Falsa**
 - B. Se uma radiação visível é capaz de remover um eletrão de um material, o mesmo acontecerá com uma radiação ultravioleta, para o mesmo material. **Verdadeira**
 - C. A energia cinética dos eletrões emitidos por uma chapa metálica, na qual incidiu luz, depende não só da natureza do metal mas também da energia dos fotões da radiação incidente. **Verdadeira**
 - D. No efeito fotoelétrico, os eletrões mais fortemente ligados são ejetados com menor velocidade por uma mesma radiação incidente. **Verdadeira**

2. Em relação ao efeito fotoelétrico, classifique cada uma das afirmações seguintes como verdadeira ou falsa.
 - A. Se um feixe de luz verde produz efeito fotoelétrico num determinado metal, um feixe de luz violeta também o produz. **Verdadeira**
 - B. Se a intensidade do feixe de luz aumentar, aumenta a energia cinética dos eletrões extraídos. **Falsa**
 - C. Se a intensidade do feixe de luz diminuir, diminui o número de eletrões removidos. **Verdadeira**
 - D. Se um dado metal com energia de remoção X emite, por incidência de uma radiação, fotoeletrões com energia cinética $2X$, a energia de radiação é $3X$. **Verdadeira**
 - E. A energia cinética dos eletrões emitidos por efeito fotoelétrico por uma chapa metálica depende da natureza do metal e da frequência da radiação incidente. **Verdadeira**
 - F. Quanto maior a energia de remoção de um dado eletrão, maior a energia cinética do eletrão emitido por efeito fotoelétrico por uma dada radiação incidente. **Falsa**

3. Classifique cada uma das afirmações seguintes como verdadeira ou falsa e corrija as falsas.
 - A. No efeito fotoelétrico a luz transforma-se em eletrões. **Falsa. No efeito fotoelétrico, a luz absorvida arranca eletrões.**
 - B. Se uma luz verde não consegue extrair eletrões de um dado metal, então a luz vermelha também não produz o efeito fotoelétrico. **Verdadeira**

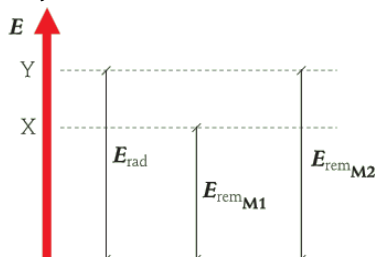
- C. Se uma luz violeta extrair elétrons de um metal M1 com maior energia cinética do que se incidir num metal M2, então M1 tem maior energia de remoção do que M2. **Falsa. Se uma luz violeta extrair elétrons de um metal M1 com maior energia cinética do que se incidir num metal M2, então M1 tem menor energia de remoção do que M2**
- D. Um metal A tem uma maior energia de remoção do que o metal B. A mesma luz incidindo sobre os dois metais pode extrair elétrons de A, mas não de B. **Falsa...se extrai elétrons de A, então também extrai elétrons de B.**
4. O que acontece à velocidade e ao número de elétrons extraídos por efeito fotoelétrico quando...
- a) ... a intensidade da radiação incidente (número de fótons do feixe) aumenta?
Como cada fóton extrai um elétron, aumentando a intensidade do feixe, o número de elétrons extraídos aumenta, mas não a respetiva velocidade.
- b) ... a frequência de radiação (energia de cada fóton) aumenta?
Quando a frequência de radiação aumenta, aumenta a energia de cada fóton. A velocidade com que o elétron é ejetado aumenta.

5. Três placas metálicas são atingidas por uma radiação de igual energia. Estabeleça a correspondência entre os diagramas A, B e C e as afirmações I, II e III.



- I - Não há efeito fotoelétrico. **C**
- II - Os elétrons são removidos sem energia cinética. **A**
- III - A energia cinética dos elétrons removidos é superior a 0 J. **B**

6. O diagrama seguinte representa as energias de remoção de dois metais M1 e M2, bem como a energia da radiação incidente nos dois metais.



A análise do diagrama permite-nos concluir que:

- A. A energia da radiação incidente tem o valor Y. **Verdadeira**
- B. A radiação incidente não provoca efeito fotoelétrico em nenhum dos metais. **Falsa**
- C. A radiação incidente só provoca efeito fotoelétrico no metal M1. **Falsa**
- D. São arrancados elétrons ao metal M2 com energia cinética Y. **Falsa**
- E. São arrancados elétrons ao metal M1 com energia cinética de valor (Y-X). **Verdadeira**

Classifique como verdadeira ou falsa cada uma das afirmações de (A) a (E).

7. Sobre uma placa metálica incide uma radiação eletromagnética. Cada fóton transporta uma energia de $6,5 \times 10^{-18}$ J, provocando saída de elétrons com a velocidade de $3,4 \times 10^6$ m s⁻¹. Dado: $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg. Qual é a energia mínima de remoção do metal da placa?

1.º Passo: Energia cinética do elétron

$$E_{C \text{ do elétron}} = (1/2) m_{\text{elétron}} v^2 \Leftrightarrow E_{C \text{ do elétron}} = (1/2) \times 9,11 \times 10^{-31} \times (3,4 \times 10^6)^2 \Leftrightarrow E_{C \text{ do elétron}} = 5,266 \times 10^{-18} \text{ J}$$

2.º Passo: Energia mínima de remoção

$$E_{\text{de um fóton de radiação incidente}} = E_{\text{mínima de remoção}} + E_{C \text{ do elétron}} \Leftrightarrow 6,5 \times 10^{-18} = E_{\text{mínima de remoção}} + 5,266 \times 10^{-18} \Leftrightarrow$$

$$6,5 \times 10^{-18} - 5,266 \times 10^{-18} = E_{\text{mínima de remoção}} \Leftrightarrow E_{\text{mínima de remoção}} = 1,23 \times 10^{-18} \text{ J}$$

8. Um aluno esqueceu-se da sequência das cores no espectro da luz visível. Em particular, esqueceu-se qual das radiações azul ou vermelha era mais energética. A frase “Um dada superfície metálica emite elétrons se sobre ela incidir luz azul mas não emite se a luz incidente for vermelha” pode ajudá-lo? Porquê?

Da frase enunciada pode deduzir-se que a radiação azul é mais energética do que a vermelha, pois a primeira consegue arrancar elétrons de uma determinada placa metálica e a segunda não.

9. Calcule a velocidade de um elétron ejetado numa placa de prata por uma radiação de energia $1,5 \times 10^{-18}$ J. (energia de remoção dos elétrons de prata: $6,9 \times 10^{-19}$ J; massa do elétron: $9,11 \times 10^{-31}$ kg; $E_c = mv^2/2$)

$$E_{\text{de um fóton}} = 1,5 \times 10^{-18} \text{ J e } E_{\text{mínima de remoção}} = 6,9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Ocorre efeito fotoelétrico porque } E_{\text{de um fóton de radiação incidente}} > E_{\text{mínima de remoção de um elétron}} \Leftrightarrow 1,5 \times 10^{-18} \text{ J} > 6,9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

1.º Passo: No efeito fotoelétrico ocorre conservação de energia.

$$E_{\text{de um fóton de radiação incidente}} = E_{\text{mínima de remoção}} + E_{C \text{ do elétron}} \Leftrightarrow 1,5 \times 10^{-18} = 6,9 \times 10^{-19} + E_{C \text{ do elétron}} \Leftrightarrow 1,5 \times 10^{-18} - 6,9 \times 10^{-19} = E_{C \text{ do elétron}} \Leftrightarrow E_{C \text{ do elétron}} = 8,1 \times 10^{-19} \text{ J}$$

2.º Passo: velocidade do elétron

$$E_C \text{ do eletr\~{a}o} = (1/2) m_{\text{eletr\~{a}o}} v^2 \Leftrightarrow 8,1 \times 10^{-19} = (1/2) \times 9,1 \times 10^{-31} \times v^2 \Leftrightarrow 8,1 \times 10^{-19} = 4,55 \times 10^{-31} \times v^2 \Leftrightarrow v^2 = 1,7802 \times 10^{12} \Leftrightarrow v = 1,33 \times 10^6 \text{ m/s}$$

10. Um laser de luz verde emite um feixe com energia total $3,67 \times 10^{-7} \text{ J}$, que contém $1,2 \times 10^{12}$ fótons. O feixe incide numa amostra de rubídio. A energia mínima necessária para remover o eletrão do rubídio é $6,69 \times 10^{-19} \text{ J}$.

10.1 Determine a energia de um fóton incidente.

$$E_{\text{feixe de radiação incidente}} = n \times h \times f \Leftrightarrow E_{\text{feixe de radiação incidente}} = 1,2 \times 10^{12} \times E_{\text{de um fóton}} \Leftrightarrow 3,67 \times 10^{-7} = 1,2 \times 10^{12} \times E_{\text{de um fóton}} \Leftrightarrow 3,67 \times 10^{-7} / 1,2 \times 10^{12} = E_{\text{de um fóton}} \Leftrightarrow E_{\text{de um fóton}} = 3,058 \times 10^{-19} \text{ J} \Leftrightarrow E_{\text{de um fóton}} = 3,0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

10.2 Indique, justificando, se ocorre efeito fotoelétrico quando incide esta radiação sobre uma chapa de rubídio.

1.º Passo: Indicar a condição que tem de se verificar para que ocorra o efeito fotoelétrico.

Para que ocorra efeito fotoelétrico $E_{\text{de um fóton de radiação incidente}} \geq E_{\text{mínima de remoção de um eletrão}}$

2.º Passo: Comparar, para a situação proposta, a Energia de um fóton com a Energia mínima de remoção.

$3,0 \times 10^{-19} \text{ J} < 6,69 \times 10^{-19} \text{ J}$, logo não ocorre o efeito fotoelétrico.



11. Uma lâmpada de hidrogénio pode emitir três radiações, L_1 , L_2 , e L_3 , de energias respetivamente iguais a: $1,75 \times 10^{-18} \text{ J}$; $7,5 \times 10^{-19} \text{ J}$ e $1,21 \times 10^{-19} \text{ J}$.

A energia mínima capaz de remover eletrões de um metal, A, é $6,7 \times 10^{-19} \text{ J}$ e a energia mínima capaz de remover eletrões de um outro metal, B, é $1,22 \times 10^{-18} \text{ J}$.

Classifique como verdadeira ou falsa cada uma das seguintes afirmações:

- A. As radiações L_1 , e L_2 removem eletrões de A e de B, mas a radiação L_3 não remove eletrões nem de A nem de B. **Falsa**
- B. A radiação L_1 remove eletrões de A e de B enquanto a radiação L_2 remove eletrões de B e a radiação L_3 remove eletrões de A. **Falsa**
- C. A radiação L_1 remove eletrões de A e de B, a radiação L_2 só remove eletrões de A e a radiação L_3 não remove eletrões nem de A nem de B. **Verdadeira**
- D. A velocidade com que os eletrões são extraídos do metal A, quando sobre ele incide a radiação L_1 , é inferior à velocidade com que os eletrões são extraídos do metal B, quando também sobre ele incide a radiação L_1 . **Falsa**
- E. Se se sujeitar o metal A às radiações L_1 e L_2 , a energia cinética dos eletrões extraídos do metal pela radiação L_1 , é superior à energia cinética dos eletrões que são ejetados do metal por L_2 . **Verdadeira**

G) Determinação da Constante de Planck

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Física e Química A
10º ANO	2011/2012
Determinação da Constante de Planck	



A energia, E , de cada fóton de luz com comprimento de onda λ é dada por $E = h \frac{c}{\lambda}$, onde c é a velocidade da luz, e h é a constante de Planck. Quando estes fótons são absorvidos pelos eletrões no cátodo, parte dessa energia é gasta para remover o eletrão do metal, e o resto fica como energia cinética do eletrão. Se φ for a energia mínima que um eletrão necessita para se libertar do metal, então a energia cinética máxima com que pode ficar é $E_{max} = h \frac{c}{\lambda} - \varphi$. Pois a energia é conservada.

Estes eletrões podem voar até ao ânodo, e então haverá uma corrente no circuito, detetada pelo amperímetro. Podemos medir esta energia cinética precisamente aplicando uma voltagem que contraria o movimento dos eletrões do cátodo (emissor) para o ânodo (coletor): ligando o pólo negativo da pilha ao coletor, este repele os eletrões, e ligando o pólo positivo ao emissor, este atrai os eletrões de volta. A energia cinética máxima dos eletrões relaciona-se com a voltagem necessária para os impedir de chegar ao coletor, a chamada *voltagem de paragem*, desta forma: $eV_p = E_{max}$. Portanto $eV_p = h \frac{c}{\lambda} - \varphi$

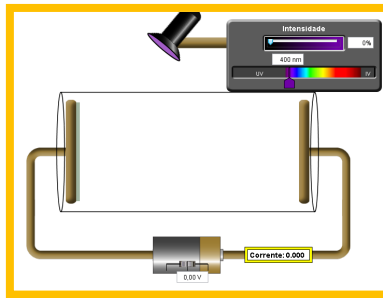
Se considerarmos um gráfico em que $\frac{c}{\lambda}$ são as abcissas, e eV_t as ordenadas, isto é exatamente uma reta com declive h : a constante de Planck. Assim podemos determinar o valor da constante de Planck determinando o declive da reta. Para isso precisamos de dois pontos, claro. Basta “medir” dois valores da voltagem de paragem correspondentes a dois valores do comprimento de onda. Se determinarmos estes dois valores V_1 e V_2 correspondentes aos comprimentos de onda λ_1 e λ_2 , a constante de Planck é:

$$h = \frac{eV_2 - eV_1}{\frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1}}$$

Podemos simplificar isto para:

$$h = \frac{e}{c} \lambda_1 \lambda_2 \frac{V_2 - V_1}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

Simulação Computacional



Objetivo pedagógico: Determinação da Constante de Planck com base no Efeito Fotoelétrico, através da simulação computacional.

Registo:

Metal selecionado	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (nm)	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (m)	Diferença de potencial (V)	Intensidade da radiação eletromagnética (%)
Sódio	527		0,06	
	328		1,49	100
Zinco	281		0,12	
	157		3,60	100
Cobre	254		0,18	
	160		3,05	100



Questões:

- Determine para cada um dos metais o valor da Constante de Planck a partir da expressão:

$$h = \frac{e}{c} \lambda_1 \lambda_2 \frac{V_2 - V_1}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

- Compare os valores obtidos para cada um dos metais com o valor teórico da Constante de Planck.

H) Proposta de Resolução Determinação da Constante de Planck

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras		Física e Química A
10º ANO		2011/2012
Proposta de Resolução Determinação da Constante de Planck		



A energia, E , de cada fóton de luz com comprimento de onda λ é dada por $E = h \frac{c}{\lambda}$, onde c é a velocidade da luz, e h é a constante de Planck. Quando estes fótons são absorvidos pelos eletrões no cátodo, parte dessa energia é gasta para remover o eletrão do metal, e o resto fica como energia cinética do eletrão. Se φ for a energia mínima que um eletrão necessita para se libertar do metal, então a energia cinética máxima com que pode ficar é $E_{max} = h \frac{c}{\lambda} - \varphi$. Pois a energia é conservada.

Estes eletrões podem voar até ao ânodo, e então haverá uma corrente no circuito, detetada pelo amperímetro. Podemos medir esta energia cinética precisamente aplicando uma voltagem que contraria o movimento dos eletrões do cátodo (emissor) para o ânodo (coletor): ligando o pólo negativo da pilha ao coletor, este repele os eletrões, e ligando o pólo positivo ao emissor, este atrai os eletrões de volta. A energia cinética máxima dos eletrões relaciona-se com a voltagem necessária para os impedir de chegar ao coletor, a chamada *voltagem de paragem*, desta forma: $eV_p = E_{max}$. Portanto $eV_p = h \frac{c}{\lambda} - \varphi$

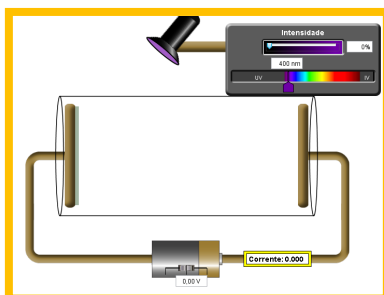
Se considerarmos um gráfico em que $\frac{c}{\lambda}$ são as abcissas, e eV_t as ordenadas, isto é exatamente uma reta com declive h : a constante de Planck. Assim podemos determinar o valor da constante de Planck determinando o declive da reta. Para isso precisamos de dois pontos, claro. Basta “medir” dois valores da voltagem de paragem correspondentes a dois valores do comprimento de onda. Se determinarmos estes dois valores V_1 e V_2 correspondentes aos comprimentos de onda λ_1 e λ_2 , a constante de Planck é:

$$h = \frac{eV_2 - eV_1}{\frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1}}$$

Podemos simplificar isto para:

$$h = \frac{e}{c} \lambda_1 \lambda_2 \frac{V_2 - V_1}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

Simulação Computacional



Objetivo pedagógico: Determinação da Constante de Planck com base no Efeito Fotoelétrico, através da simulação computacional.

Registo:

Metal selecionado	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (nm)	Comprimento de onda da radiação eletromagnética (m)	Diferença de potencial (V)	Intensidade da radiação eletromagnética (%)
Sódio	527	$5,27 \times 10^{-7}$	0,06	100
	328	$3,28 \times 10^{-7}$	1,49	
Zinco	281	$2,81 \times 10^{-7}$	0,12	100
	157	$1,57 \times 10^{-7}$	3,60	
Cobre	254	$2,54 \times 10^{-7}$	0,18	100
	160	$1,60 \times 10^{-7}$	3,05	

Questões:

- Determine para cada um dos metais o valor da Constante de Planck a partir da expressão:

$$h = \frac{e}{c} \lambda_1 \lambda_2 \frac{V_2 - V_1}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

Sódio

$$h = \frac{1,6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^8} \times (5,27 \times 10^{-7} \times 3,28 \times 10^{-7}) \frac{(1,49 - 0,06)}{(5,27 \times 10^{-7} - 3,28 \times 10^{-7})} \Leftrightarrow h = 6,624 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Zinco

$$h = \frac{1,6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^8} \times (2,81 \times 10^{-7} \times 1,57 \times 10^{-7}) \frac{(3,60 - 0,11)}{(2,81 \times 10^{-7} - 1,57 \times 10^{-7})} \Leftrightarrow h = 6,604 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Cobre

$$h = \frac{1,6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^8} \times (2,54 \times 10^{-7} \times 1,60 \times 10^{-7}) \frac{(3,05 - 0,18)}{(2,54 \times 10^{-7} - 1,60 \times 10^{-7})} \Leftrightarrow h = 6,618 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

2. Compare os valores obtidos para cada um dos metais com o valor teórico da Constante de Planck.

O valor teórico da Constante de Planck é de $6,626 \times 10^{-34}$ J.s. Da análise dos resultados encontrados a partir da simulação computacional para os três metais verificasse que os valores são muito próximos ao valor teórico, diferenciando apenas na segunda casa decimal.