



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Joana Patrícia Oliveira Couto

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário, realizado sob a orientação pedagógica da orientadora cooperante, Professora Ana Paula Branquinho e orientação científica da Professora Doutora Teresa Roseiro e do Professor Doutor Pedro Vieira Alberto e apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

Setembro de 2023

Agradecimentos

O Estágio Pedagógico decorreu ao longo de um ano letivo, com o contributo de várias pessoas, às quais deixo o meu agradecimento por tornarem este trabalho possível:

À Professora Ana Paula Branquinho, Orientadora Cooperante, pela confiança que depositou em mim desde o primeiro dia, pela total disponibilidade e por todos os ensinamentos, conselhos e sugestões.

À Professora Doutora Teresa Roseiro, Orientadora Científica de Química, por todo o apoio científico, sugestões e disponibilidade.

Ao Professor Doutor Pedro Vieira Alberto, Orientador Científico de Física, pelos esclarecimentos, partilha de conhecimentos e sugestões.

À Professora Doutora Conceição Costa por todo o apoio prestado na planificação e elaboração do Projeto de Investigação Educacional em Química.

Aos alunos das turmas 10°C e 10°D por todo o interesse e entusiasmo demonstrados.

A toda a comunidade escolar da Escola Secundária Infanta Dona Maria, em especial ao grupo de recrutamento de Física e Química por toda a disponibilidade para o desenvolvimento, nas suas turmas, das atividades realizadas no âmbito do Estágio Pedagógico.

À D. Margarida e D. Alice, funcionárias dos laboratórios, por me auxiliarem na preparação das experiências, e também por me disponibilizarem os mais variados recursos para as minhas aulas.

Aos meus irmãos por toda a alegria e motivação.

Aos meus pais pelo apoio incondicional.

Resumo

O Estágio Pedagógico, componente de Iniciação à Prática Profissional, é realizado durante o segundo ano dos Mestrados em Ensino e possibilita aos alunos estagiários o contacto com a realidade escolar e a prática docente.

A Iniciação à Prática Profissional organiza-se de acordo com os princípios vigentes no Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio. Envolve a observação e colaboração em situações de educação e ensino e a prática supervisionada nas escolas, e realiza-se em turmas dos diferentes níveis e ciclos de educação e ensino abrangidos pelo grupo de recrutamento para o qual o ciclo de estudos prepara.

O Relatório de Estágio aqui apresentado foi elaborado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Compreende o trabalho desenvolvido pela aluna Estagiária Joana Couto no Estágio Pedagógico realizado na Escola Secundária Infanta D. Maria durante o ano letivo 2022/2023.

O estágio teve orientação pedagógica da Professora Ana Paula Branquinho, e orientação científica assegurada pela Professora Doutora Teresa Roseiro e pelo Professor Doutor Pedro Vieira Alberto, nas componentes de Química e Física, respetivamente.

O presente relatório de estágio encontra-se organizado em cinco capítulos: *Enquadramento Geral*, *Componente de Química*, *Componente de Física*, *Componente não letiva* e *Considerações Finais*.

Paralelamente ao estágio, foram realizados os Projetos de Investigação Educacional em Química e em Física, que são igualmente referidos neste relatório.

Abstract

The Pedagogical Internship, a component of Initiation to Professional Practice, is carried out during the second year of the Masters in Teaching and provides student trainees with contact with school reality and teaching practice.

The Initiation to Professional Practice is organized in accordance with the principles in force in Decree-Law n.º 79/2014, of May 14th. It involves observation and collaboration in education and teaching situations and supervised practice in schools, and takes place in classes from different levels and cycles of education and teaching covered by the recruitment group for which the cycle of studies prepares.

The Internship Report presented here was prepared within the framework of the Master's Degree in Teaching Physics and Chemistry in the 3rd cycle of Basic Education and in Secondary Education. It comprises the work carried out by the trainee student Joana Couto in the Pedagogical Internship held at High School Infanta D. Maria during the 2022/2023 school year.

The internship had pedagogical guidance from teacher Ana Paula Branquinho, and scientific guidance provided by Professor Dr. Teresa Roseiro and Professor Dr. Pedro Vieira Alberto, in the components of Chemistry and Physics, respectively.

This internship report is organized into five chapters: *General Background*, *Chemistry Component*, *Physics Component*, *Non-teaching Component* and *Final Considerations*.

Parallel to the internship, Educational Research Projects were carried out, in Chemistry and Physics, which are also mentioned in this report.

Índice

Introdução.....	1
Capítulo 1 – Enquadramento Geral	4
1.1 Caracterização da escola.....	4
1.2 Caracterização das turmas.....	6
1.2.1 Caracterização do 10°C	7
1.2.2 Caracterização do 10°D	8
1.3 Aprendizagens Essenciais de FQ A – 10º ano	9
1.3.1 10º ano – Componente de Química.....	11
1.3.2 10º ano – Componente de Física	14
Capítulo 2 – Componente de Química	16
2.1 Assistência a aulas	16
2.2 Apoio a alunos com Medidas de Suporte à Aprendizagem e Inclusão (MSAI) ...	16
2.3 Organização das regências.....	17
2.4 Aula “ <i>Tabela Periódica</i> ”	17
2.5 Regências	19
2.6 Atividades Laboratoriais de Química	21
2.7 Projeto de Investigação Educacional em Química	23
2.6.1 Resultados (Turma 10°C).....	24
2.6.2 Resultados (Turma 10°D).....	25
2.6.3 Análise conjunta (Turmas 10°C e 10°D)	26
2.6.4 Resultados (Turma 10°A).....	28
2.6.5 Análise de resultados.....	29
2.6.6 Conclusões	37
Capítulo 3 – Componente de Física.....	38
3.1 Assistência a aulas	38
3.2 Organização das regências.....	38
3.3 Regências	39
3.4 Atividades Laboratoriais de Física	40
3.5 Projeto de Investigação Educacional em Física.....	42
Capítulo 4 – Componente não letiva	43
4.1 Visita de Estudo	43

4.2 Simulacro de incêndio	43
4.3 Dia Aberto.....	44
4.4 Reuniões.....	44
Capítulo 5 – Considerações finais	45
Bibliografia.....	48
ANEXOS	50
Anexo I – Planificação anual do 10º ano de FQ A da Escola Secundária Infanta D. Maria.....	50
Anexo II – Plano de aula " <i>Tabela Periódica</i> "	51
Anexo III – Apresentação de suporte à aula " <i>Tabela Periódica</i> "	53
Anexo IV – Notas de apoio à aula " <i>Tabela Periódica</i> "	66
Anexo V – Ficha formativa de apoio à aula " <i>Tabela Periódica</i> "	71
Anexo VI – Plano de aula " <i>Geometria Molecular</i> "	74
Anexo VII – Notas de apoio à aula " <i>Geometria Molecular</i> "	76
Anexo VIII – Plano de aula " <i>Hidrocarbonetos e grupos funcionais</i> "	78
Anexo IX – Apresentação de suporte à aula " <i>Hidrocarbonetos e grupos funcionais</i> "	80
Anexo X – Notas de apoio à aula " <i>Hidrocarbonetos e grupos funcionais</i> "	94
Anexo XI – Ficha formativa de apoio à Atividade Laboratorial 1	97
Anexo XII – Procedimento laboratorial de apoio à Atividade Laboratorial 2.....	101
Anexo XIII – Ficha formativa de apoio à Atividade Laboratorial 2.....	102
Anexo XIV – Projeto de Investigação Educacional em Química.....	104
Anexo XV – Resultados dos questionários na turma 10°C.....	118
Anexo XVI – Resultados dos questionários na turma 10°D	119
Anexo XVII – Resultados dos questionários na turma 10°A.....	120
Anexo XVIII – Plano de aula " <i>Conservação da Energia Mecânica</i> "	121
Anexo XIX – Notas de apoio à aula " <i>Conservação da Energia Mecânica</i> "	123
Anexo XX – Ficha formativa de apoio à aula " <i>Conservação da Energia Mecânica</i> "	125
Anexo XXI – Plano de aula " <i>Associações em série e em paralelo</i> "	127
Anexo XXII – Notas de apoio à aula " <i>Associações em série e em paralelo</i> "	129
Anexo XXIII – Projeto de Investigação Educacional em Física	132

Índice de figuras

Figura 1 – Edifício construído em 1948 para instalações da Escola Secundária Infanta D. Maria.....	4
Figura 2 – Instalações atuais da Escola Secundária Infanta D. Maria	5
Figura 3 – Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (turma 10°C)7	
Figura 4 – Situação profissional dos encarregados de educação (turma 10°C).....	8
Figura 5 – Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (turma 10°D)9	
Figura 6 – Situação profissional dos encarregados de educação (turma 10°D)	9
Figura 7 – Elementos de suporte à aula "Tabela Periódica" (seta de ferro, moeda de prata, panela de cobre, carvão)	18
Figura 8 – Elementos exemplificativos da variação de raio atómico	19
Figura 9 – Modelos moleculares correspondentes às cinco geometrias lecionadas	20
Figura 10 – Modelo molecular representativo da estrutura do ciclo-hexano	21
Figura 11 – Material utilizado para a realização da AL 2 "Teste de chama"	22
Figura 12 – Pesagem de sulfato de cobre (II) penta-hidratado (AL 4 "Soluções a partir de solutos sólidos"	22
Figura 13 – Solução de sulfato de cobre (II) penta-hidratado (AL 4 "Soluções a partir de solutos sólidos"	23
Figura 14 – Soluções de sulfato de cobre (II) penta-hidratado obtidas por diluição (AL 5 "Diluição de soluções")	23
Figura 15 – Classificações obtidas pelo 10°C no questionário (Anexo XIV, pg. 116) .	24
Figura 16 – Classificações obtidas pelo 10°D no questionário (Anexo XIV, pg. 116) .	25
Figura 17 – Classificações obtidas pelos 10°C e 10°D no questionário (Anexo XIV, pg. 116).....	26
Figura 18 – Classificações obtidas pelo 10°A no questionário (Anexo XIV, pg. 116) .	29
Figura 19 – Representação tridimensional, por um aluno, de uma geometria tetraédrica	30
Figura 20 – Diferentes representações, pelos alunos, da molécula SO ₃	31
Figura 21 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular.....	32
Figura 22 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria linear	32
Figura 23 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular.....	33
Figura 24 – Representação, por um aluno, de molécula com geometria linear	33
Figura 25 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria triangular plana	33
Figura 26 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria piramidal trigonal.....	34
Figura 27 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular.....	34
Figura 28 – Representação, pelos alunos, da molécula BeCl ₂	35
Figura 29 – Representação, pelos alunos, das moléculas OF ₂ e SF ₂	35
Figura 30 – Representação, pelos alunos, da molécula BF ₃	35
Figura 31 – Representação, por um aluno, das moléculas SF ₂ , OF ₂ , SiF ₄ e SiCl ₄	36
Figura 32 – Representação, por um aluno, das moléculas PH ₃ e OF ₂	36
Figura 33 – Esquematização da experiência de Galileu, realizada em sala de aula	39

Figura 34 – AL 1.1 "Movimento num plano inclinado: variação da energia cinética e distância percorrida"	40
Figura 35 – AL 1.2 "Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia"	41
Figura 36 – Gráficos obtidos na AL 1.2 "Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia"	41
Figura 37 – Realização da AL 3.2 "Capacidade térmica mássica"	41
Figura 38 – Visita de estudo ao Museu do Carro Elétrico	43
Figura 39 – Cartazes expostos no Dia Aberto	44

Índice de tabelas

Tabela 1 – Distribuição das aulas de FQ A do 10º ano pelos domínios e subdomínios do programa da disciplina.....	11
Tabela 2 – Distribuição temporal das aulas lecionadas pela Professora Estagiária na Componente de Química	17
Tabela 3 – Moléculas exemplificadas para cada geometria	20
Tabela 4 – Registo de respostas corretas, por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C).....	25
Tabela 5 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°D).....	26
Tabela 6 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C e 10°D)	27
Tabela 7 – Correspondência entre o número da questão e geometria presente	27
Tabela 8 – Registo de respostas certas, erradas e não respondidas ao questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C e 10°D).....	28
Tabela 9 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°A).....	29
Tabela 10 – Distribuição temporal das aulas lecionadas pela Professora Estagiária na Componente de Física	38

Lista de abreviaturas

AE: Aprendizagens Essenciais

AL: Atividade laboratorial

EE: Encarregado de educação

ESIDM: Escola Secundária Infanta D. Maria

FQ A: Física e Química A

FCTUC: Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

PIEF: Projeto de Investigação Educacional em Física

PIEQ: Projeto de Investigação Educacional em Química

TRPEV: Teoria das Repulsões dos Pares Eletrónicos de Valência

Introdução

O direito à educação e instrução encontra-se reconhecido na Declaração Universal dos Direitos Humanos. Contudo, 244 milhões de crianças e jovens encontram-se desprovidos deste direito, devido a fatores sociais, económicos e culturais (UNESCO, 2023). Apenas 70% dos países garantem aos seus cidadãos uma educação formal de pelo menos 9 anos (UNESCO, 2023).

Embora esta não seja uma relação causal, estudos na bibliografia indicam que quanto mais elevado o nível de educação, maior a probabilidade de um cidadão realizar escolhas informadas relativamente à sua saúde e ao meio ambiente, a nível de responsabilidade e consciência social (Cathro, Brenn, & Chen, 2023; Meyer, 2015)

O objetivo de uma educação científica é construir uma sociedade cientificamente literata. A literacia científica envolve a compreensão de leis científicas e fenómenos, a avaliação da informação de modo crítico e a tomada de decisão baseada em evidência (Dragos & Mih, 2015; Glaze, 2018).

A primeira definição de literacia científica remonta a 1958, como “*uma decisão tomada com base na ciência e tecnologia*” (Nugraeni & Paidi, 2020). Cidadãos com literacia científica desenvolvem competências pessoais como raciocínio crítico e capacidade de resolução de problemas; desenvolvem uma visão mais rica e completa do mundo e procuram aprender mais ao longo da vida (Altun-Yalçin, Açış, & Turgut, 2011; Nugraeni & Paidi, 2020).

Contudo, a investigação no âmbito da educação científica revela que existem lacunas na compreensão base dos conceitos científicos entre estudantes e o público em geral (Glaze, 2018). Deste modo, os professores são o fator mais importante na promoção da literacia científica nas escolas e na sociedade. Devem ter uma sólida compreensão da ciência e estar a par dos avanços tecnológicos, mantendo-se atualizados (Altun-Yalçin, Açış, & Turgut, 2011).

Estratégias para promover a literacia científica incluem também: ensino de vocabulário específico; registo e organização de dados durante uma investigação; orientação no uso de múltiplas fontes de informação; envolvimento em escrita científica (Gao *et al*, 2021).

O Estágio Pedagógico, componente de Iniciação à Prática Profissional, é realizado durante o segundo ano dos Mestrados em Ensino e possibilita aos alunos estagiários o contacto com a realidade escolar e a prática docente.

A Iniciação à Prática Profissional organiza-se de acordo com os seguintes princípios (conforme Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio):

- a) Proporciona aos formandos experiências de planificação, ensino e avaliação, de acordo com as funções cometidas ao docente, dentro e fora da sala de aula;
- b) Inclui a observação e colaboração em situações de educação e ensino e a prática supervisionada nas escolas;
- c) Realiza-se em turmas dos diferentes níveis e ciclos de educação e ensino abrangidos pelo grupo de recrutamento para o qual o ciclo de estudos prepara;

- d) É concebida numa perspetiva de formação para a articulação entre o conhecimento e a forma de o transmitir visando a aprendizagem;
- e) É concebida numa perspetiva de desenvolvimento profissional dos formandos e promove nestes uma atitude orientada para a permanente melhoria da aprendizagem.

O Estágio Pedagógico decorre em estabelecimentos de educação pré-escolar, e de ensino Básico e Secundário, designados escolas cooperantes (Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio). É constituído um Núcleo de Estágio para cada curso de Mestrado em Ensino, compreendendo:

- Um Orientador Científico do ensino superior por cada uma das unidades curriculares dos ensinos básico ou secundário a que a disciplina “*Estágio e Relatório*” respeita;
- Um Orientador Cooperante, professor do ensino básico e/ou secundário da escola cooperante.
- Os alunos estagiários da disciplina dessa escola (FCTUC, 2009).

O Estágio Pedagógico desenvolveu-se no período compreendido entre setembro de 2022 e junho de 2023, na Escola Secundária Infanta D. Maria, em Coimbra, tendo por orientadora cooperante a Professora Ana Paula Branquinho e por orientadores científicos a Professora Doutora Teresa Roseiro, na componente de Química, e o Professor Doutor Pedro Vieira Alberto, na componente de Física.

A disciplina “*Estágio e Relatório*” compreende essencialmente atividades de prática de ensino supervisionada, atividades de intervenção na escola, atividades de relação com o meio, seminários e sessões de natureza científica e pedagógico/didática e atividades de coordenação (FCTUC, 2009). Neste relatório serão abordadas as componentes de ensino supervisionado, atividades de intervenção na escola e atividades de relação com o meio.

Em simultâneo com o estágio, foram realizados os Projetos de Investigação Educacional, em Química e em Física que, sendo disciplinas concluídas do Mestrado em Ensino, foram realizados de modo integrado com o estágio e, por isso são também referidos neste relatório.

Assim, o presente relatório de estágio encontra-se organizado em cinco capítulos:

No capítulo I “*Enquadramento Geral*” procede-se à descrição da escola cooperante, do ambiente escolar e das turmas onde funcionou a prática letiva supervisionada. Este capítulo integra ainda as Aprendizagens Essenciais do 10º ano da disciplina *Física e Química A*.

O capítulo II é dedicado à componente de Química e relata o trabalho desenvolvido, aulas supervisionadas, respetivas planificações e estratégias usadas no âmbito desta componente, as atividades laboratoriais realizadas, bem como o Projeto de Investigação Educacional em Química.

O capítulo III “*Componente de Física*” é semelhante ao segundo: aborda as aulas supervisionadas, atividades laboratoriais e todo o trabalho relativo à componente de

Física. O final deste capítulo é referente ao Projeto de Investigação Educacional em Física.

No capítulo IV são apresentadas as atividades não enquadradas na componente letiva, como assistência a reuniões e visitas de estudo.

O capítulo V integra uma reflexão geral sobre o trabalho desenvolvido ao longo do ano letivo em contexto de estágio pedagógico e a evolução da Professora Estagiária.

Por fim, são listadas as referências bibliográficas consultadas, e os Anexos referidos em texto.

Capítulo I – Enquadramento Geral

O Estágio Pedagógico, componente de Iniciação à Prática Profissional, no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, foi realizado na Escola Secundária Infanta D. Maria, em Coimbra.

Neste capítulo inicial são descritos alguns aspetos relativos à caracterização da escola cooperante, e ambiente escolar, bem como a caracterização das turmas onde se realiza a prática de ensino supervisionada.

No final do capítulo são apresentadas as Aprendizagens Essenciais da disciplina *Física e Química A*, em objetivos e conteúdos.

1.1 Caracterização da escola

A escola cooperante, a Escola Secundária Infanta D. Maria (ESIDM), em Coimbra, acolhe alunos desde o 7º ano ao 12º ano de escolaridade.

Foi fundada pelo Decreto 4650 em julho de 1918, e iniciou as atividades letivas em fevereiro de 1919, sob o nome de Liceu Feminino de Coimbra. A partir de 1919 passou a designar-se Liceu Nacional Infanta D. Maria (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2020).

As suas instalações iniciais localizavam-se no nº 111 da Avenida Sá da Bandeira. O Liceu funcionaria em duas instalações, antes de ser estabelecido na localização atual: em 1932 muda para a antiga Quinta da Rainha, na zona da atual maternidade Bissaya Barreto; em 1937 muda para o Edifício de S. Bento (Nóvoa & Santa-Clara, 2003).



Figura 1 – Edifício construído em 1948 para instalações da Escola Secundária Infanta D. Mariaⁱ

ⁱ Imagem obtida de

<https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/images/hfe/lugares/osantigosliceu/newpage8.htm>

Só a partir de outubro de 1948 passaria a funcionar nas atuais instalações, na rua Infanta D. Maria (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2020). Foi exclusivamente frequentada por um público feminino até 1975. Neste ano passou a ser uma escola mista, e passou a designar-se Escola Secundária Infanta D. Maria (Ferrão, 2022).

No ano letivo 2009-2010 a escola foi alvo de obras de requalificação, dispondo atualmente de excelentes instalações (Ferrão, 2022).



Figura 2 – Instalações atuais da Escola Secundária Infanta D. Maria ⁱⁱ

A escola dispõe de instalações e equipamentos em boas condições de utilização, suficientes para suprir as necessidades relativas a aulas, ações e outras atividades organizadas (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022). Estes dividem-se em espaços para atividades letivas, salas de gabinetes de trabalho, outros espaços (atividades de ensino e aprendizagem) e espaços para funcionamento de serviços (como reprografia e refeitório) (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022).

Para as atividades letivas o estabelecimento dispõe de 31 salas de aula, equipadas com computador e projetor, 6 laboratórios, 7 salas específicas, 1 ginásio coberto e 2 campos de jogos. A escola conta com 4 gabinetes de trabalho por departamento, 1 sala de pausa para professores, 6 gabinetes – Serviços de Psicologia e Orientação (SPO), 2 da Escola Digital, Professora Bibliotecária, Mediação e Prevenção da Indisciplina, e Associação de Estudantes (AE), – 2 salas de Educação Especial, 2 salas de atendimento aos Pais e Encarregados de Educação, 1 sala de Diretores de Turma, e 1 sala de estudo (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022).

Outros espaços para realização de atividades e funcionamento de serviços, incluem: Salão Infanta D. Maria, Auditório Fernando Azeiteiro, 3 salas da direção, 3 salas de apoio a assistentes operacionais, reprografia, refeitório, Serviços de Administração Escolar, Biblioteca (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022).

ⁱⁱ Imagem obtida de <https://parque-escolar.pt/pt/escola/068>

A oferta formativa da escola integra no Ensino Secundário 4 Cursos Científico-Humanísticos: Ciências e Tecnologias, Ciências Socioeconómicas, Línguas e Humanidades e Artes Visuais. No ano letivo 2022-2023 a Escola foi frequentada por 960 alunos, distribuídos por um total de 38 turmas. 396 alunos frequentaram o ensino básico, e 564 o ensino secundário, em 15 e 23 turmas respetivamente (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022).

O número de alunos estrangeiros tem vindo a aumentar na Escola, sendo em 2022 oriundos de 20 nacionalidades (Ferrão, 2022). Esta diversidade é valorizada pela escola, que promove uma cultura de inclusão e tolerância (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2020).

O corpo docente é constituído por 95 professores, dos quais 84 pertencem ao quadro da Escola e quadro de Zona, e 11 contratados. O pessoal não docente é constituído por 23 assistentes operacionais, 9 assistentes técnicos e 2 técnicos superiores (Psicóloga e Técnico de Informática) (Ferrão, 2022).

A instituição encontra-se estabelecida como uma organização educativa de referência nacional que se rege por rigor, exigência e qualidade (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022). Para tal, muito tem contribuído o profissionalismo dos seus colaboradores (docentes e não docentes), bem como o público-alvo, constituído por jovens, na sua maioria, provenientes de um meio socioeconómico privilegiado (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2022). As famílias pertencem na sua maioria a um nível sociocultural favorável (classe média ou média-alta) (Ribeiro, 2010). Apenas 7,60% dos alunos são pertencentes a um agregado familiar carenciado (Rádio Renascença, 2023).

A Escola Secundária Infanta D. Maria surge regularmente nas primeiras posições do ranking de escolas públicas portuguesas. Nos anos 2010-2013, 2016, 2018 e 2019 a ESIDM foi a melhor escola pública portuguesa (Camilo, 2023). No ano de 2022, segundo dados do mais recente ranking de escolas, estabeleceu-se no 35º lugar, sendo a 2ª melhor escola pública, com uma média de 13,42 em Exames Nacionais e média interna de 15,87 valores (Rádio Renascença, 2023).

1.2 Caracterização das turmas

A caracterização de turma tem como objetivo dar a conhecer alguns dados sobre a turma: idade dos alunos, elementos no agregado familiar, habilitações dos encarregados de educação, disciplinas preferidas, entre outros. Deste modo, consegue-se uma visão mais abrangente do estilo de vida dos alunos, refletindo-se em estratégias educativas diferenciadas e adaptadas sempre que possível.

Os dados de turma foram recolhidos através de um questionário entregue no início do ano letivo pelos Diretores de Turma, onde constam informações como:

- Número de alunos;
- Média de idades;
- Necessidades educativas especiais;

- Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação;
- Situação laboral dos pais e encarregados de educação.

1.2.1 Caracterização do 10°C

A turma 10°C é constituída por 28 alunos, 14 rapazes e 14 raparigas, de idades entre os 13 e 16 anos, com média de 14,8 anos a 15 de setembro. Dos 28 alunos, 24 têm nacionalidade portuguesa, 3 são de nacionalidade brasileira e 1 tem nacionalidade sul-africana. Este último é o único aluno da turma que não tem como língua materna a língua portuguesa, comunicando-se em inglês.

Nenhum dos alunos do 10°C apresenta retenções no ano de escolaridade atual, e nenhum obteve classificações negativas no final do ano letivo anterior.

As habilitações académicas dos encarregados de educação (EE) são elevadas, sendo que mais de 50% apresenta pelo menos o grau de Licenciatura (**Figura 3**). A grande maioria destes encarregados de educação apresenta uma situação profissional estável, conforme dados da **Figura 4**, o que é condizente com os dados referidos aquando da caracterização da Escola, relativos à situação socioeconómica das famílias.

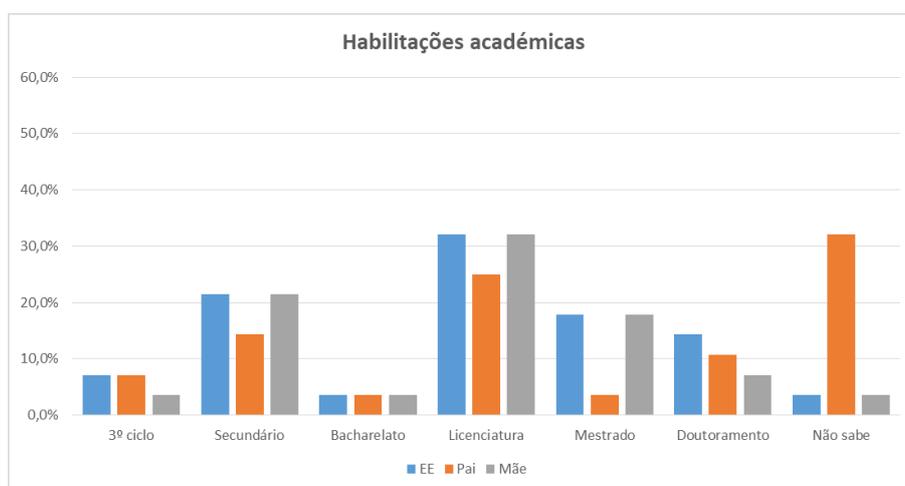


Figura 3 – Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (turma 10°C)

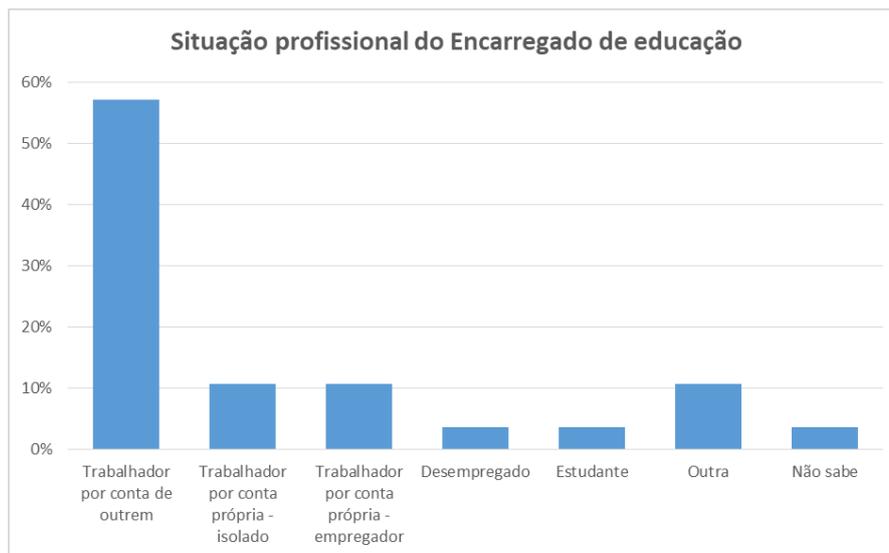


Figura 4 – Situação profissional dos encarregados de educação (turma 10°C)

1.2.2 Caracterização do 10ºD

A turma 10ºD é constituída por 24 alunos, sendo 14 raparigas e 10 rapazes, de idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos, com uma média de idades de 15 anos.

18 dos alunos da turma 10ºD têm nacionalidade portuguesa, 4 são de nacionalidade brasileira, 1 de nacionalidade angolana e 1 tem nacionalidade iraniana. O aluno iraniano é o único com língua materna diferente do português, com a particularidade de ter um alfabeto diferente do alfabeto europeu. No início do ano letivo, este aluno comunicava em inglês na comunidade escolar, tendo posteriormente apresentado alguma adaptação à língua portuguesa.

Nesta turma, dois alunos apresentam retenções no 10º ano de escolaridade, e dois alunos obtiveram 3 ou mais classificações negativas no final do ano letivo anterior.

Um dos alunos no 10ºD apresenta dislexia, tendo por isso um conjunto de medidas de suporte à aprendizagem, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho.

Tal como no 10ºC, a maioria dos encarregados de educação apresenta elevadas habilitações académicas e uma situação laboral estável, o que revela uma estabilidade económica dos agregados familiares (**Figura 5** e **Figura 6**).

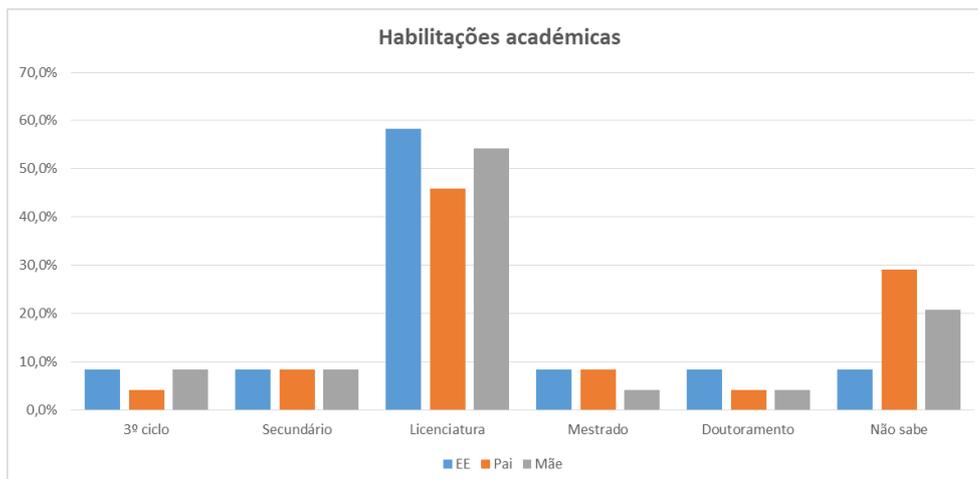


Figura 5 – Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (turma 10ºD)

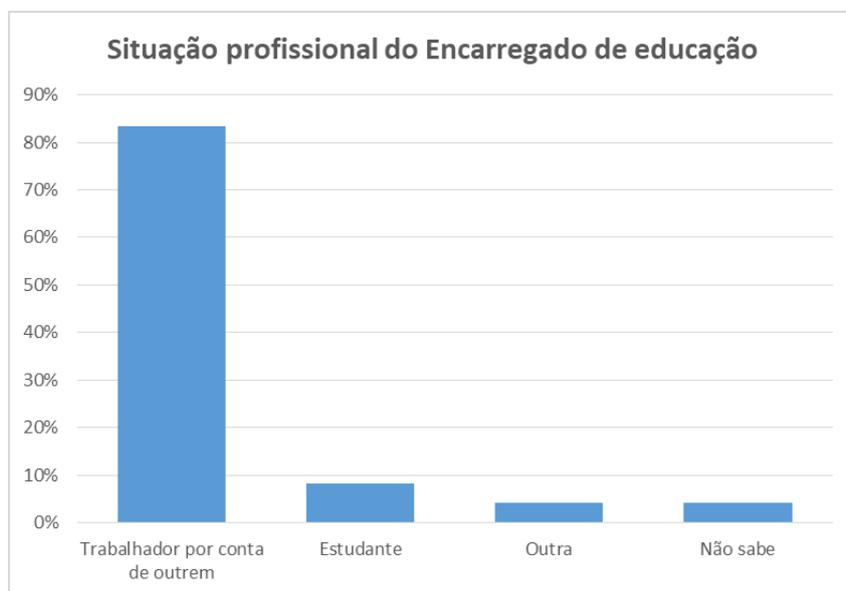


Figura 6 – Situação profissional dos encarregados de educação (turma 10ºD)

1.3 Aprendizagens Essenciais de FQ A – 10º ano

A disciplina de *Física e Química A (FQ A)* integra a componente específica do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias. Trata-se de uma disciplina bienal (10º e 11º anos), que dá continuidade à disciplina de Ciências Físico-Químicas do Ensino Básico (7º, 8º e 9º anos), e precede as disciplinas de Física e Química do 12º ano (Ministério da Educação e Ciência, 2014).

As Aprendizagens Essenciais (AE) desta disciplina contribuem para o desenvolvimento das áreas de competências referidas no *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade*

Obrigatória (Direção-Geral da Educação, 2018). As Aprendizagens Essenciais desta disciplina visam:

- Consolidar, aprofundar e ampliar conhecimentos através da compreensão de conceitos, leis e teorias que descrevem, explicam e preveem fenómenos, assim como fundamentam aplicações a diversos contextos;
- Desenvolver hábitos e competências inerentes ao trabalho científico: observação, pesquisa de informação, experimentação, abstração, generalização, previsão, espírito crítico, resolução de problemas e comunicação de ideias e resultados;
- Desenvolver competências de reconhecer, interpretar e produzir representações variadas da informação científica e do resultado das aprendizagens: relatórios, esquemas e diagramas, gráficos, tabelas, equações, modelos e simulações computacionais;
- Destacar o modo como o conhecimento científico é construído, validado e analisar situações da história da ciência;
- Fomentar o interesse pela importância do conhecimento científico e tecnológico na sociedade atual e uma tomada de decisões fundamentada procurando sempre um maior bem-estar social (Direção-Geral da Educação, 2018).

O programa da disciplina requer uma carga letiva semanal de pelo menos 315 minutos. Uma aula com a duração máxima de 150 minutos deve ser dedicada à realização das atividades laboratoriais com a turma dividida em turnos (Ministério da Educação e Ciência, 2014).

As componentes de Física e de Química são lecionadas separadamente: o 10º ano inicia-se com a componente de Química e o 11º inicia-se com a componente de Física. A lecionação de cada componente dura meio ano letivo.

As AE do 10º ano de *Física e Química A* foram estruturadas com base em três domínios (**Tabela 1**). Os estudantes de 10º ano iniciam a aprendizagem desta disciplina na componente de Química, que se divide nos dois domínios “*Elementos químicos e sua organização*” e “*Propriedades e transformações da matéria*”; a meio do ano letivo, inicia-se a componente de Física pelo domínio “*Energia e sua conservação*”.

Cada domínio prevê a realização de uma ou mais atividades laboratoriais (AL). Cada subdomínio deve ser lecionado num número de aulas meramente indicativo – este deve ser adaptado e gerido pelo professor, conforme a extensão dos temas e as características das suas turmas (Ministério da Educação e Ciência, 2014). A distribuição de aulas, domínios e subdomínios encontra-se representada na **Tabela 1**. Em cinzento encontram-se destacados os subdomínios nos quais ocorreram as regências.

Encontra-se no **Anexo I** a Planificação anual do 10º ano de FQ A, da Escola Secundária Infanta D. Maria.

Tabela 1 – Distribuição das aulas de FQ A do 10º ano pelos domínios e subdomínios do programa da disciplina

Componente	Domínio	Subdomínio	Número de aulas
Química	Elementos químicos e sua organização	Massa e tamanho dos átomos	5
		Energia dos eletrões nos átomos	8
		Tabela Periódica	4
	Propriedades e transformações da matéria	Ligação química	10
		Gases e dispersões	8
		Transformações químicas	5
Física	Energia e sua conservação	Energia e movimentos	15
		Energia e fenómenos elétricos	9
		Energia, fenómenos térmicos e radiação	15

Apresenta-se em seguida a organização das AE de FQ A do 10º ano em domínios e subdomínios, a sequência de conteúdos e as Atividades Laboratoriais a realizar.

1.3.1 10º ano – Componente de Química

Domínio: Elementos químicos e sua organização

Subdomínio: Massa e tamanho dos átomos

Objetivo geral: Consolidar e ampliar conhecimentos sobre elementos químicos e dimensões à escala atómica.

Conteúdos:

- Ordens de grandeza e escalas de comprimento
- Dimensões à escala atómica
- Massa isotópica e massa atómica relativa média
- Quantidade de matéria e massa molar
- Fração molar e fração mássica

AL 1 – Volume e número de moléculas de uma gota de água

Subdomínio: Energia dos eletrões nos átomos

Objetivo geral: Reconhecer que a energia dos eletrões nos átomos pode ser alterada por absorção ou emissão de energias bem definidas, correspondendo a cada elemento um espectro atómico característico, e que os eletrões nos átomos se podem considerar distribuídos por níveis e subníveis de energia.

Conteúdos:

- Espectros contínuos e descontínuos
- O modelo atómico de Bohr
- Transições eletrónicas
- Quantização de energia
- Espectro do átomo de hidrogénio
- Energia de remoção eletrónica
- Modelo quântico do átomo [níveis e subníveis, orbitais (*s*, *p* e *d*), *spin*]
- Configuração eletrónica de átomos [Princípio da Construção; Princípio da Exclusão de Pauli]

AL 2 – Teste de chama

Subdomínio: Tabela Periódica

Objetivo geral: Reconhecer na Tabela Periódica um meio organizador de informação sobre os elementos químicos e respetivas substâncias elementares e compreender que a estrutura eletrónica dos átomos determina as propriedades dos elementos.

Conteúdos:

- Evolução histórica da Tabela Periódica
- Estrutura da Tabela Periódica: grupos, períodos e blocos
- Elementos representativos e de transição
- Famílias de metais e de não-metais
- Propriedades periódicas dos elementos representativos (raio atómico, energia de ionização)

AL 3 – Densidade relativa de metais

Domínio: Propriedades e transformações da matéria

Subdomínio: Ligação química

Objetivo geral: Compreender que as propriedades das moléculas e materiais são determinadas pelo tipo de átomos, pela energia das ligações e pela geometria das moléculas.

Conteúdos:

- Tipos de ligações químicas
- Ligação covalente
 - Estruturas de Lewis
 - Energia de ligação e comprimento de ligação
 - Polaridade das ligações
 - Geometria molecular
 - Polaridade das moléculas
 - Estruturas de moléculas orgânicas e biológicas
- Ligações intermoleculares
 - Ligações de hidrogénio
 - Ligações de Van der Waals (de London, entre moléculas polares e entre moléculas polares e apolares)

Subdomínio: Gases e dispersões

Objetivo geral: Reconhecer que muitos materiais se apresentam na forma de dispersões que podem ser caracterizadas quanto à sua composição.

Conteúdos:

- Lei de Avogadro, volume molar e massa volúmica
- Soluções, coloides e suspensões
- Composição quantitativa de soluções
 - Concentração em massa
 - Concentração
 - Percentagem em volume e percentagem em massa
 - Partes por milhão
- Diluição de soluções aquosas

AL 4 – Soluções a partir de solutos sólidos

AL 5 – Diluição de soluções

Subdomínio: Transformações químicas

Objetivo geral: Compreender os fundamentos das reações químicas, incluindo reações fotoquímicas, do ponto de vista energético e da ligação química.

Conteúdos:

- Energia de ligação e reações químicas
 - Processos endoenergéticos e exoenergéticos
 - Variação de entalpia
- Reações fotoquímicas na atmosfera
 - Fotodissociação e fotoionização

- Radicais livres e estabilidade das espécies químicas
- Ozono estratosférico

AL 6 – Reação fotoquímica

I.3.2 10º ano – Componente de Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e movimentos

Objetivo geral: Compreender em que condições um sistema pode ser representado pelo seu centro de massa e que a sua energia como um todo resulta do seu movimento (energia cinética) e da interação com outros sistemas (energia potencial); interpretar as transferências de energia como trabalho em sistemas mecânicos, os conceitos de força conservativa e de força não conservativa e a relação entre trabalho e variações de energia, reconhecendo situações em que há conservação de energia mecânica.

Conteúdos:

- Energia cinética e energia potencial; energia interna
- Sistema mecânico; sistema redutível a uma partícula (centro de massa)
- O trabalho como medida da energia transferida por ação de forças; trabalho realizado por forças constantes
- Teorema da Energia Cinética
- Forças conservativas e não conservativas; o peso como força conservativa; trabalho realizado pelo peso e variação da energia potencial gravítica
- Energia mecânica e conservação da energia mecânica
- Forças não conservativas e variação da energia mecânica
- Potência
- Conservação de energia, dissipação de energia e rendimento

AL 1.1 – Movimento num plano inclinado: variação da energia cinética e distância percorrida

AL 1.2 – Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia

Subdomínio: Energia e fenómenos elétricos

Objetivo geral: Descrever circuitos elétricos a partir de grandezas elétricas; compreender a função de um gerador e as suas características e aplicar a conservação de energia num circuito elétrico tendo em conta o efeito Joule.

Conteúdos:

- Grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica
- Corrente contínua e corrente alternada
- Resistência de condutores filiformes; resistividade e variação da resistividade com a temperatura
- Efeito Joule
- Geradores de corrente contínua: força eletromotriz e resistência interna; curva característica
- Associações em série e em paralelo: diferença de potencial elétrico e corrente elétrica
- Conservação da energia em circuitos elétricos; potência elétrica

AL 2.1 – Características de uma pilha

Subdomínio: Energia, fenómenos térmicos e radiação

Objetivo geral: Compreender os processos e mecanismos de transferências de energia entre sistemas termodinâmicos, interpretando-os com base na Primeira e Segunda Leis da Termodinâmica

Conteúdos:

- Sistema, fronteira e vizinhança; sistema isolado; sistema termodinâmico
- Temperatura, equilíbrio térmico e escalas de temperatura
- O calor como medida da energia transferida espontaneamente entre sistemas a diferentes temperaturas
- Radiação e irradiância
- Mecanismos de transferência de energia por calor em sólidos e fluidos: condução e convecção
- Condução térmica e condutividade térmica
- Capacidade térmica mássica
- Variação de entalpia de fusão e de vaporização
- Primeira Lei da Termodinâmica: transferências de energia e conservação da energia
- Segunda Lei da Termodinâmica: degradação de energia e rendimento

AL 3.1 – Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico

AL 3.2 – Capacidade térmica mássica

AL 3.3 – Balanço energético num sistema termodinâmico

Capítulo 2 – Componente de Química

2.1 Assistência a aulas

A componente letiva de química iniciou-se na primeira metade do ano letivo, compreendendo o período de setembro a final de janeiro. A Professora Estagiária Joana Couto acompanhou a leção de toda a componente de Química do 10º ano, nas aulas do 10ºC e do 10ºD, lecionadas pela Professora Ana Paula Branquinho. Deste modo a Professora Estagiária Joana Couto foi ganhando familiaridade junto de ambas as turmas, e com toda a dinâmica de uma sala de aula.

Aquando das aulas laboratoriais de Química, a Professora Estagiária Joana Couto esteve presente em ambos os turnos de ambas as turmas, prestando assistência na realização das 6 Atividades Laboratoriais previstas nas AE, conforme descrito no ponto 2.6.

A Professora Estagiária Joana Couto vigiou também as provas de avaliação sumativa, juntamente com a Professora Ana Paula Branquinho. Ocasionalmente quando algum aluno faltava na data da prova, por doença ou outro motivo, a Professora Estagiária garantiu a vigilância destas provas.

2.2 Apoio a alunos com Medidas de Suporte à Aprendizagem e Inclusão (MSAI)

O Decreto-Lei n.º 54/2018 estabelece os princípios e normas que garantem a inclusão, de modo a responder à diversidade das necessidades e potencialidades de todos e de cada um dos alunos.

O aluno com dislexia na turma 10ºD, de acordo com o Decreto-Lei n.º 54/2018, beneficia de medidas de suporte à aprendizagem e inclusão de nível 2 – medidas seletivas – e, também, de adaptações no processo de avaliação, nomeadamente:

- Tempo suplementar para a realização da prova;
- Leitura de enunciados;
- Utilização de sala separada para realização da prova.

Nestes moldes, a Professora Estagiária Joana Couto algumas vezes prestou apoio na vigilância das provas deste aluno, realizada em sala distinta da restante turma, na leitura de enunciado e sublinhando a informação relevante do enunciado.

Quando necessário, a Professora Estagiária Joana Couto comunicava em inglês com os alunos de língua materna diferente do português que, conforme referido nas caracterizações de turma, eram dois, um aluno em cada turma.

2.3 Organização das regências

No início do ano letivo, em reunião do núcleo de estágio, decidiu-se que a Professora Estagiária Joana Couto iria lecionar duas aulas assistidas, o correspondente a 4 tempos letivos de aulas teóricas.

As regências decorreram no subdomínio Ligação Química, abrangendo os seguintes conteúdos curriculares:

- Geometria Molecular
- Estruturas de moléculas orgânicas e biológicas

Além das duas aulas de regência, a Professora Estagiária Joana Couto lecionou as correspondentes aulas na segunda turma, dado serem duas turmas de 10º ano. Lecionou também uma aula nas primeiras semanas no ano letivo, enquadrada no subdomínio *Tabela Periódica*, conforme descrito no ponto 2.4.

Assim, ao longo do ano letivo, a Professora Estagiária lecionou, dentro da Componente de Química do 10º ano, as seis aulas indicadas na **Tabela 2**, encontrando-se sombreadas em cinzento as datas em que ocorreram as duas regências.

Tabela 2 – Distribuição temporal das aulas lecionadas pela Professora Estagiária na Componente de Química

Aula	Data	Duração	Turma
Tabela Periódica	07/11/2022	100 min	10º D
	09/11/2022	100 min	10º C
Geometria Molecular	28/11/2022	100 min	10º D
	29/11/2022	125 min (turnos)	10º C
Hidrocarbonetos e grupos funcionais	12/12/2022	100 min	10º D
	04/01/2023	100 min	10º C

2.4 Aula “Tabela Periódica”

Nos dias 7 e 9 de novembro de 2022 a Professora Estagiária Joana Couto lecionou a primeira aula do subdomínio *Tabela Periódica*, a ambas as turmas.

Esta aula funcionou como uma preparação da Professora Estagiária perante as turmas, de modo a ganhar controlo sobre alguns elementos: a colocação e entoação de voz, a organização da escrita no quadro e a solicitação de intervenção dos alunos. Inversamente, ambas as turmas puderam familiarizar-se com o seu método de ensino e com a prática letiva.

Para organização desta aula, foi realizada a Planificação disponível no **Anexo II**. Como elemento de suporte à aula, a Professora Estagiária preparou a apresentação disponível no **Anexo III**. As notas de apoio a esta aula podem ser consultadas no **Anexo IV**.

A aula iniciou-se com a exposição de alguns elementos da Tabela Periódica na forma de objetos (seta de ferro, moeda de prata, panela de cobre, carvão), com indicação de que estes elementos já eram conhecidos há 4000 anos (**Figura 7**). Seguiu-se a exposição da história da descoberta dos elementos ao longo dos séculos, com destaque para a contribuição de Lavoisier, Döbereiner, Newlands, Meyer, Mendeleev e Moseley. A primeira parte da aula terminou com a exposição da organização da Tabela Periódica em grupos, períodos e blocos.

Na segunda parte da aula, foram introduzidas as propriedades periódicas dos elementos: raio atómico e energia de ionização. Para exemplificar a variação de tamanho dos átomos ao longo de um grupo e ao longo do período, foram utilizados os materiais na **Figura 8**. A aula foi concluída com a realização de exercícios presentes na apresentação *PowerPoint* (**Anexo III**). No final da aula foi colocada na plataforma *Classroom* uma ficha formativa de apoio (**Anexo V**).



Figura 7 – Elementos de suporte à aula "*Tabela Periódica*" (seta de ferro, moeda de prata, panela de cobre, carvão)



Figura 8 – Elementos exemplificativos da variação de raio atômico

2.5 Regências

A preparação das regências iniciou-se com a consulta do manual adotado (Paiva *et al*, 2021), e das Aprendizagens Essenciais (Direção-Geral da Educação, 2018). Outros manuais foram consultados, na busca por exercícios e propostas didáticas (Dantas, Fontinha, & Ramalho, 2021; Silva, Cunha, & Vieira, 2021).

Com base nas AE da disciplina e na consulta realizada, foram realizadas as planificações das duas aulas de regência (**Anexo VI**, **Anexo VIII**).

Para as duas aulas teóricas os principais recursos utilizados foram: o manual escolar adotado (Paiva *et al*, 2021), apresentações *PowerPoint* e o quadro para exposição de fórmulas e demonstrações.

Na primeira aula de regência, *Geometria Molecular*, foi privilegiado o recurso ao quadro para exposição de conteúdos a rever: ligação química, ligação covalente, comprimento médio de ligação e energia média de ligação. De seguida foram apresentadas as repulsões entre pares eletrónicos de valência e a Teoria das Repulsões dos Pares Eletrónicos de Valência. As notas de apoio desta aula podem ser consultadas no **Anexo VII**.

Cada uma das cinco geometrias constantes nas AE foi representada no quadro, remetendo para exemplos de moléculas conhecidas (**Tabela 3**). Nesta fase foi apresentado o modelo molecular 3D correspondente (**Figura 9**), que os alunos puderam manipular individualmente.

Procurou-se integrar uma tecnologia familiar aos alunos na exploração das diferentes geometrias adquiridas. Deste modo, nesta fase foi solicitado aos alunos que, de modo independente, acessem ao simulador PhET “*Geometria Molecular*”ⁱⁱⁱ nos seus telemóveis para representação das estruturas moleculares. Os estudantes puderam

ⁱⁱⁱ <https://phet.colorado.edu/en/simulations/molecule-shapes>

visualizar no simulador a repulsão entre os pares ligantes e não ligantes, e confrontar as geometrias com os modelos físicos correspondentes.

A leção desta aula foi enquadrada no Projeto de Investigação Educacional em Química (PIEQ), conforme descrito no ponto 2.7 e no Anexo XIV.

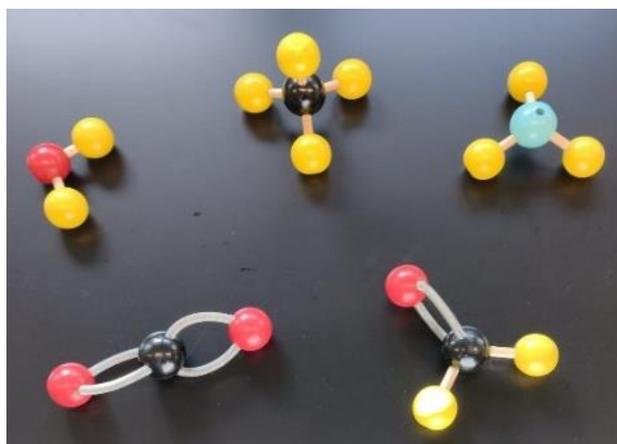


Figura 9 – Modelos moleculares correspondentes às cinco geometrias lecionadas

Tabela 3 – Moléculas exemplificadas para cada geometria

Geometria	Exemplos
Linear	Moléculas diatómicas: HF, Cl ₂ . CO ₂ ; CS ₂ ; BeH ₂
Angular	H ₂ O, SF ₂ , Cl ₂ O
Triangular plana	BH ₃ , CH ₂ O, CH ₂ S
Piramidal trigonal	NH ₃ , PF ₃ , PCl ₃
Tetraédrica	CH ₄ , CF ₄ , SiH ₄

Para a segunda aula de regência, “*Hidrocarbonetos e grupos funcionais*”, foi preparada a planificação presente no **Anexo VIII**.

Esta aula iniciou-se com a escrita da configuração eletrônica do carbono no quadro, e a indicação de que este elemento pode realizar até quatro ligações a diversos outros átomos.

Dada a variedade de compostos possíveis, foi apresentada a Química Orgânica como o ramo da química que estuda os compostos de carbono. De seguida introduziu-se o estudo dos hidrocarbonetos saturados, insaturados e cíclicos. Um modelo molecular de ciclohexano foi apresentado durante a aula, para que os alunos pudessem visualizar a estrutura cíclica (**Figura 10**). Nestes últimos foi destacada a importância dos hidrocarbonetos aromáticos.

Em interação com os alunos, foi explorada a variação de comprimento de ligação e energia de ligação tendo como exemplos um alceno, alceno e alcino de dois carbonos (etano, eteno e etino, respetivamente).

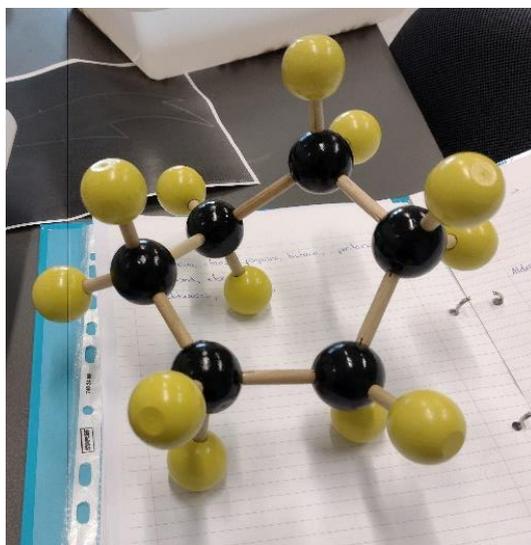


Figura 10 – Modelo molecular representativo da estrutura do ciclo-hexano

Na segunda parte da aula foi utilizada uma apresentação *PowerPoint* de suporte à introdução de outras famílias de compostos orgânicos: álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, aminas (**Anexo IX**). Foram apresentados os grupos funcionais, nomes e estruturas, bem como algumas moléculas simples pertencentes a cada família. As notas de acompanhamento desta aula podem ser consultadas no **Anexo X**.

No final da aula foram distribuídos pelos alunos cartões com variadas estruturas de moléculas orgânicas para identificação dos grupos funcionais presentes. Estas estruturas estão representadas nos últimos diapositivos da apresentação *PowerPoint* (**Anexo IX**).

Em ambas as aulas no domínio da Química foi notório o interesse dos alunos, expresso na sua participação, espontânea e quando solicitados, e na colaboração nas atividades propostas.

2.6 Atividades Laboratoriais de Química

As Atividades Laboratoriais devem ser realizadas obrigatoriamente em trabalho de grupo (Ministério da Educação e Ciência, 2014). O trabalho em grupo deve permitir uma efetiva colaboração entre os seus membros, mas, ao mesmo tempo deve aumentar o espírito de entreajuda, desenvolver também hábitos de trabalho e a autonomia em cada um dos elementos (Ministério da Educação e Ciência, 2014). Neste sentido, numa turma os dois turnos de 12-14 alunos eram divididos em grupos de 3-4 elementos para a execução dos trabalhos propostos.

Durante o ano letivo, a Professora Estagiária Joana Couto prestou apoio na preparação e realização das Atividades Laboratoriais previstas nas AE do 10º ano, na realização de fichas formativas de apoio (**Anexo XI, Anexo XIII**), e protocolos laboratoriais (**Anexo XII**).

Nestas aulas, a Professora Estagiária auxiliou os grupos de trabalho na execução de cada atividade em tarefas como: manipulação de reagentes, pesagem de solutos sólidos, medição de volumes com pipetas, manipulação correta de material de laboratório e tratamento de resultados. Procedia também a auxiliar na lavagem e reposição de materiais durante a transição de turnos. As figuras **11** a **14** retratam algumas das atividades laboratoriais realizadas.

Aquando da realização da Atividade Laboratorial 2 “*Teste de chama*”, a Professora Estagiária Joana Couto, com auxílio da Técnica de Laboratório, selecionou de entre os sais de cloro disponíveis no Laboratório de Química da ESIDM, cinco destes sais para a realização da atividade.



Figura 11 – Material utilizado para a realização da AL 2 “*Teste de chama*”



Figura 12 – Pesagem de sulfato de cobre (II) penta-hidratado (AL 4 “*Soluções a partir de solutos sólidos*”



Figura 13 – Solução de sulfato de cobre (II) penta-hidratado (AL 4 "*Soluções a partir de solutos sólidos*")



Figura 14 – Soluções de sulfato de cobre (II) penta-hidratado obtidas por diluição (AL 5 "*Diluição de soluções*")

2.7 Projeto de Investigação Educacional em Química

O Projeto de Investigação Educacional em Química (PIEQ) constitui uma componente de formação na área de docência. Esta disciplina visa complementar, reforçar e aprofundar a formação académica e incide sobre conhecimentos necessários à docência nas disciplinas abrangidas pelo grupo de recrutamento (Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio).

O Projeto de Investigação Educacional em Química foi realizado durante o 1º período do ano letivo. Teve como objetivo estudar a influência do uso de um simulador virtual em conjunto com modelos físicos, numa proposta didática para a lecionação da Geometria Molecular no 10º ano.

O PIEQ envolveu uma aula lecionada pela Professora Estagiária, a aula de Geometria Molecular. Nesta aula, conforme já descrito, foram utilizados dois modelos para visualização de estruturas: modelos físicos e um simulador virtual. No final da aula foi aplicado um questionário anónimo em ambas as turmas para verificação das aprendizagens.

No **Anexo XIV** encontra-se o trabalho desenvolvido no âmbito da disciplina de Projeto de Investigação Educacional em Química, contendo: revisão da bibliografia, contextualização da investigação, *design* do projeto e metodologia de investigação. Neste subcapítulo são apresentados e discutidos os resultados desta investigação.

2.6.1 Resultados (Turma 10°C)

Nesta turma foram recolhidos 26 questionários. Os resultados por aluno estão representados na tabela Excel no **Anexo XV**.

A média de classificações foi de 75,80%, com uma mediana de 81,25%. As classificações obtidas nesta turma encontram-se representadas no seguinte gráfico (**Figura 15**).

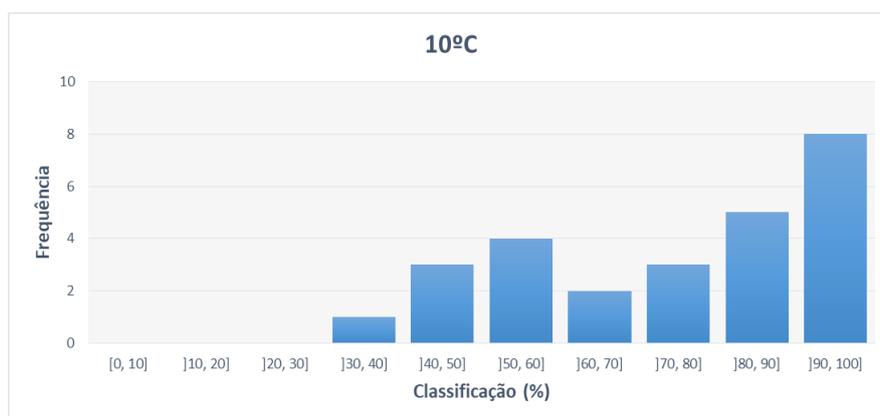


Figura 15 – Classificações obtidas pelo 10°C no questionário (Anexo XIV, pg. 116)

O registo de respostas corretas por questão encontra-se na **Tabela 4**, segundo uma escala de cores: [0-49%] – vermelho; [50-75%] – amarelo; [75-100%] – verde.

Tabela 4 – Registo de respostas corretas, por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C)

Questão		Respostas certas	% respostas certas	% conjunta
1	Estrutura	21	80,8	● 78,8
	Nome	20	76,9	
2	Estrutura	20	76,9	● 78,8
	Nome	21	80,8	
3	Estrutura	26	100,0	● 94,2
	Nome	23	88,5	
4	Estrutura	19	73,1	● 71,2
	Nome	18	69,2	
5	Estrutura	26	100,0	● 94,2
	Nome	23	88,5	
6	Estrutura	20	76,9	● 80,8
	Nome	22	84,6	
7	Estrutura	22	86,6	● 78,8
	Nome	19	73,1	
8	Estrutura	18	69,2	● 63,5
	Nome	15	57,7	
9	Estrutura	24	92,3	● 71,2
	Nome	13	50,0	
10	Estrutura	16	61,5	● 61,5
	Nome	16	61,5	
11	Estrutura	26	100,0	● 94,2
	Nome	23	88,5	
12	Estrutura	12	46,2	● 42,3
	Nome	10	38,5	

2.6.2 Resultados (Turma 10°D)

Nesta turma foram recolhidos 23 questionários. Os resultados por aluno estão representados na tabela Excel no **Anexo XVI**. A média de classificações nesta turma foi de 64,86%, com uma mediana de 70,83%. As classificações obtidas encontram-se representadas na **Figura 16**.

O registo de respostas corretas por questão encontra-se na **Tabela 5**, segundo a mesma escala de cores: [0-49%] – vermelho; [50-75%] – amarelo; [75-100%] – verde.

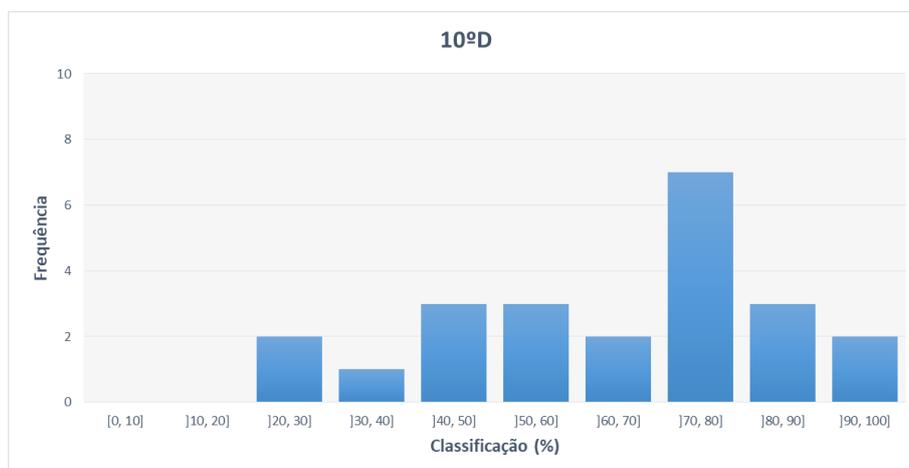


Figura 16 – Classificações obtidas pelo 10ºD no questionário (Anexo XIV, pg. 116)

Tabela 5 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10ºD)

Questão		Respostas certas	% respostas certas	% conjunta
1	Estrutura	22	95,7	● 89,1
	Nome	19	82,6	
2	Estrutura	17	73,9	● 69,6
	Nome	15	65,2	
3	Estrutura	22	95,7	● 82,6
	Nome	16	69,6	
4	Estrutura	21	91,3	● 80,4
	Nome	16	69,6	
5	Estrutura	22	95,7	● 80,4
	Nome	15	65,2	
6	Estrutura	13	56,5	● 56,5
	Nome	13	56,5	
7	Estrutura	15	65,2	● 63,0
	Nome	14	60,9	
8	Estrutura	7	30,4	● 21,7
	Nome	3	13,0	
9	Estrutura	18	78,3	● 65,2
	Nome	12	52,2	
10	Estrutura	17	73,9	● 58,7
	Nome	10	43,5	
11	Estrutura	20	87,0	● 69,6
	Nome	12	52,2	
12	Estrutura	9	39,1	● 41,3
	Nome	10	43,5	

2.6.3 Análise conjunta (Turmas 10ºC e 10ºD)

Analisando o conjunto das duas turmas (10ºC e 10ºD), a média de classificações foi de 70,66%, com uma mediana de 75,00%. As classificações obtidas encontram-se representadas na **Figura 17**; o registo de respostas corretas por questão encontra-se na **Tabela 6**.

A **Tabela 7** estabelece a correspondência entre o número da questão e a geometria presente. Na **Tabela 8** registam-se as percentagens de respostas certas, erradas e não respondidas, do total de 49 alunos nas duas turmas.



Figura 17 – Classificações obtidas pelos 10ºC e 10ºD no questionário (Anexo XIV, pg. 116)

Tabela 6 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C e 10°D)

Questão	Respostas certas	% respostas certas	% conjunta
1	Estrutura 43 Nome 39	87,8 79,6	● 83,7
2	Estrutura 37 Nome 36	75,5 73,5	● 74,5
3	Estrutura 48 Nome 39	98,0 79,6	● 88,8
4	Estrutura 40 Nome 34	81,6 69,4	● 75,5
5	Estrutura 48 Nome 38	98,0 77,6	● 87,8
6	Estrutura 33 Nome 35	67,3 71,4	● 69,4
7	Estrutura 37 Nome 33	75,5 67,3	● 71,4
8	Estrutura 25 Nome 18	51,0 36,7	● 43,9
9	Estrutura 42 Nome 25	85,7 51,0	● 68,4
10	Estrutura 33 Nome 26	67,3 53,1	● 60,2
11	Estrutura 46 Nome 35	93,9 71,4	● 82,7
12	Estrutura 21 Nome 20	42,9 40,8	● 41,8

Tabela 7 – Correspondência entre o número da questão e geometria presente

Geometria	Número da questão
Linear	6, 7
Angular	2, 10
Triangular plana	8, 9, 12
Piramidal trigonal	1, 4
Tetraédrica	3, 5, 11

Tabela 8 – Registo de respostas certas, erradas e não respondidas ao questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10°C e 10°D)

Questão		Certas (%)	Erradas (%)	NR (%)
1	Estrutura	87,8	12,2	0,0
	Nome	79,6	18,4	2,0
2	Estrutura	75,5	24,5	0,0
	Nome	73,5	18,4	8,2
3	Estrutura	98,0	2,0	0,0
	Nome	79,6	12,2	8,2
4	Estrutura	81,6	18,4	0,0
	Nome	69,4	18,4	12,2
5	Estrutura	98,0	0,0	2,0
	Nome	77,6	8,2	14,3
6	Estrutura	67,3	28,6	4,1
	Nome	71,4	18,4	10,2
7	Estrutura	75,5	16,3	8,2
	Nome	67,3	20,4	12,2
8	Estrutura	51,0	30,6	18,4
	Nome	38,8	40,8	20,4
9	Estrutura	85,7	10,2	4,1
	Nome	51,0	32,7	16,3
10	Estrutura	67,3	28,6	4,1
	Nome	53,1	34,7	12,2
11	Estrutura	93,9	2,0	4,1
	Nome	71,4	10,2	18,4
12	Estrutura	42,9	46,9	10,2
	Nome	40,8	40,8	18,4

2.6.4 Resultados (Turma 10°A)

Nesta turma foram recolhidos 24 questionários. Os resultados por aluno estão representados na tabela Excel no **Anexo XVII**. A média de classificações foi de 72,92%, com uma mediana de 75,00%. As classificações obtidas nesta turma encontram-se representadas no seguinte gráfico (**Figura 18**). A **Tabela 9** representa o registo de respostas corretas por questão.

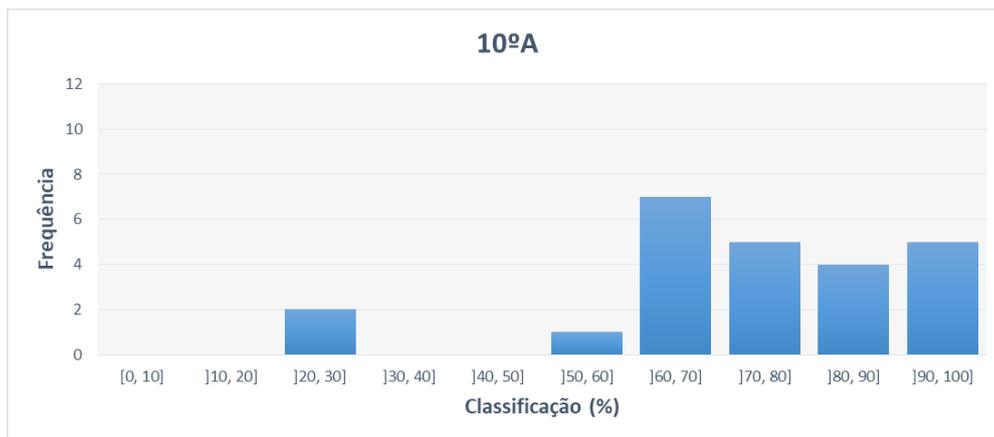


Figura 18 – Classificações obtidas pelo 10ºA no questionário (Anexo XIV, pg. 116)

Tabela 9 – Registo de respostas corretas por questão no questionário (Anexo XIV, pg. 116) (turma 10ºA)

Questão	Respostas certas	% respostas certas	% conjunta
1	Estrutura	20	83,3
	Nome	21	87,5
2	Estrutura	13	54,2
	Nome	21	87,5
3	Estrutura	21	87,5
	Nome	23	95,8
4	Estrutura	16	66,7
	Nome	20	83,3
5	Estrutura	22	91,7
	Nome	23	95,8
6	Estrutura	18	75,0
	Nome	23	95,8
7	Estrutura	11	45,8
	Nome	19	79,2
8	Estrutura	13	54,2
	Nome	17	70,8
9	Estrutura	15	62,5
	Nome	17	70,8
10	Estrutura	13	54,2
	Nome	17	70,8
11	Estrutura	21	87,5
	Nome	23	95,8
12	Estrutura	2	8,3
	Nome	11	45,8

2.6.5 Análise de resultados

A média de classificações na turma 10ºC é de 75,80%, e na turma 10ºD é de 64,86%, com medianas respetivamente de 81,25% e 70,83%. Tal significa que metade dos alunos do 10ºC obtiveram uma classificação igual ou superior a 81,25%; e que metade dos alunos do 10ºD obtiveram uma classificação igual ou superior a 70,83%.

A turma 10^oA obteve uma média de classificações de 72,92%, com uma mediana de 75,00%. Nesta turma, que não foi sujeita à proposta didática implementada nas outras turmas, os resultados foram semelhantes.

Destaca-se que no 10^oC e 10^oD a ficha de avaliação foi realizada no final da aula, imediatamente a seguir à leção da matéria. Os alunos não usufruíram de tempo de estudo individual para a consolidação dos novos conteúdos. Necessitaram ainda de relembrar conceitos lecionados em aulas anteriores, tais como ligação química e estrutura de Lewis.

Verificou-se ainda que as notas mais baixas nas três turmas (abaixo de 40%) são devidas à ausência de respostas a diversas alíneas (**Anexo XV**, **Anexo XVI**, **Anexo XVII**), e não pela existência de respostas erradas, o que valoriza ainda mais os resultados obtidos.

Na avaliação dos resultados conjuntos nas turmas 10^oC e 10^oD (**Tabela 6**), verifica-se que entre as cinco geometrias com maior percentagem de acerto, incluem-se as três moléculas com geometria tetraédrica (questões 3, 5 e 11), e as duas moléculas com geometria piramidal trigonal (questões 1 e 4), conforme **Tabela 7**. Na turma 10^oA verifica-se que as três geometrias mais acertadas correspondem às três moléculas de geometria tetraédrica (questões 3, 5 e 11) (**Tabela 9**).

A geometria tetraédrica é, das cinco lecionadas, a mais fácil de identificar pelos alunos, pela particularidade de a molécula ter um total de cinco átomos, e de o átomo central não ter pares não ligantes (Furió & Calatayud, 1996). Apenas dois alunos erraram a fórmula de estrutura, devido a uma contagem errada de átomos. Mesmo os alunos que erraram o nome desta geometria, representaram corretamente a sua fórmula de estrutura, sendo que um aluno representou com a visualização tridimensional (**Figura 19**).

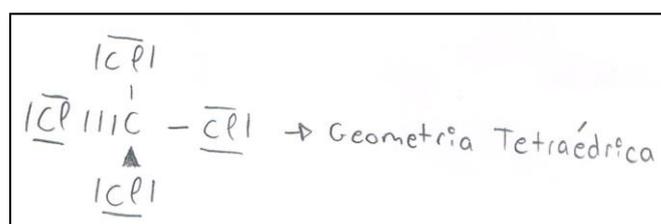


Figura 19 – Representação tridimensional, por um aluno, de uma geometria tetraédrica

Entre as geometrias menos acertadas, surgem as moléculas CH₂O, e SO₃. A primeira representa o aldeído mais simples, e nesta fase do ano letivo os alunos ainda não tinham aprendido os grupos funcionais. O 10^oC teve vantagem no desenho desta molécula pois foi-lhes pedida a sua representação de Lewis em contexto de aula, e daqui deriva o melhor desempenho na questão número 8.

O SO₃ é uma molécula com estruturas de ressonância, e daí deriva a dificuldade de muitos alunos de chegarem a uma estrutura de Lewis. Alguns alunos conseguiram classificar a geometria da molécula como triangular plana, e dois alunos conseguiram a representação de uma estrutura de ressonância (**Figura 20**).

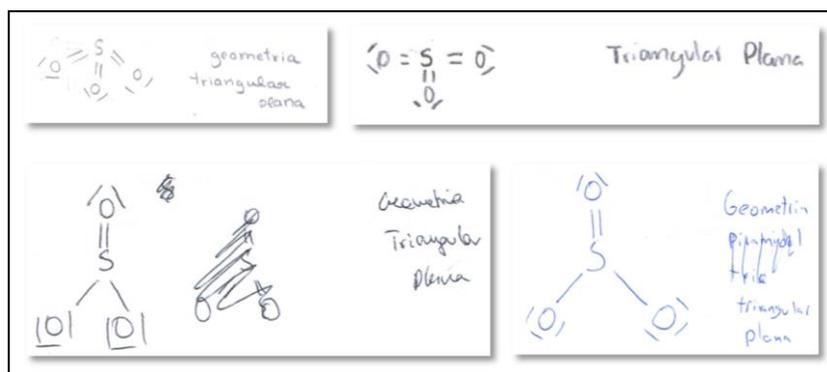


Figura 20 – Diferentes representações, pelos alunos, da molécula SO_3

No geral os resultados demonstram que os alunos desenharam corretamente a estrutura de Lewis, e identificaram corretamente o átomo central da molécula. Apesar das representações estarem corretas, muitas das respostas erraram na identificação da geometria (Uyulgan & Akkuzu, 2016).

Os erros mais comuns cometidos foram os seguintes:

- A representação errada das fórmulas de estrutura – os alunos desenharam uma fórmula de estrutura errada, por várias razões: a omissão de pares não ligantes no átomo central; a representação de pares não ligantes inexistentes nessa estrutura; contagem errada do número de átomos presentes na molécula. Estes erros conduziram aos erros seguintes, nomeadamente à troca na identificação de geometrias.
- Confusão entre as geometrias angular e linear
- Confusão entre as geometrias triangular plana e piramidal trigonal
- Confusão entre geometrias angular e triangular plana
- Outros casos – surgiram alguns erros de contagem de elétrons de valência; erros a nível da regra do octeto; surgiram 2 questionários onde o aluno confunde todas as 5 geometrias, sem qualquer coerência entre as suas respostas

Confusão entre as geometrias angular e linear

Perante uma molécula triatómica, os alunos sabem que uma destas geometrias será a correta, mas confundem-nas devido à representação errada da fórmula de estrutura, consoante presença/ausência de pares não ligantes.

Diversos alunos denominaram a geometria angular como geometria linear e vice-versa. Ambas são estruturas com três átomos, diferenciáveis pelos pares não ligantes presentes no átomo central.

As duas moléculas angulares presentes na ficha foram o OF_2 e SF_2 , ambas moléculas com três átomos, e com dois pares de elétrons não ligantes no átomo central. As moléculas

lineares foram o BeCl_2 e CS_2 . A confusão entre estas duas geometrias surge em 4 variantes.

Conforme os exemplos seguintes, a fórmula de estrutura destas duas moléculas foi corretamente representada por um total de 7 alunos, com destaque para os pares não ligantes no átomo central. No entanto, todos os 7 designaram a geometria como linear (**Figura 21**).

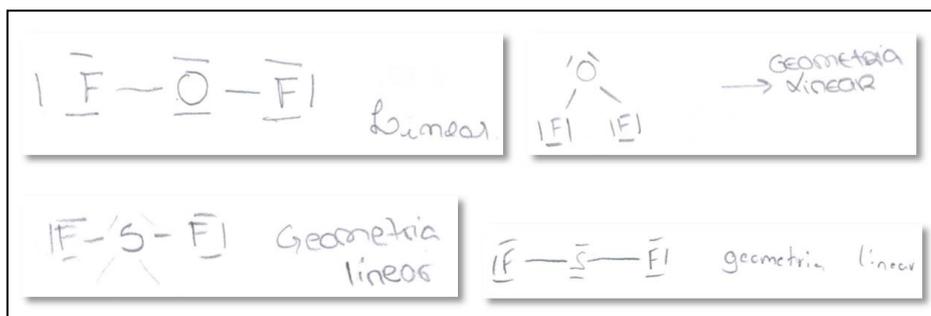


Figura 21 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular

O inverso também se verifica em algumas respostas. A representação correta de uma fórmula de estrutura linear, no caso da molécula BeCl_2 que não contém pares não ligantes, foi identificada como angular por 4 alunos (**Figura 22**).

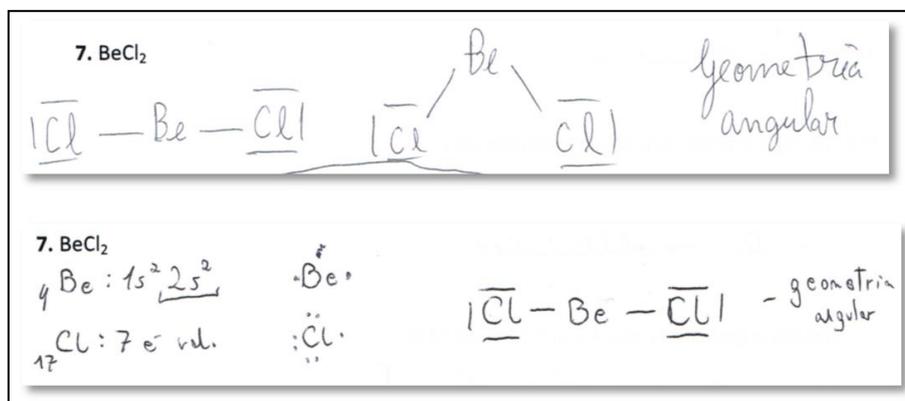


Figura 22 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria linear

Numa geometria angular (OF_2 e SF_2), a não representação dos pares não ligantes no átomo central leva alguns alunos (4 alunos) a concluir que estão perante uma geometria linear. Destaca-se nestes casos o não cumprimento da regra do octeto pelo átomo central – oxigénio ou enxofre.

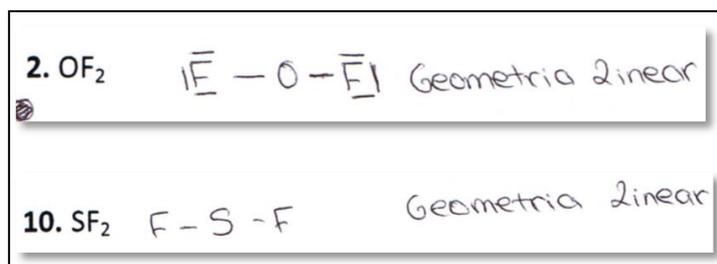


Figura 23 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular

No último caso, a adição de dois pares não ligantes ao átomo central Be transformou esta molécula de geometria linear numa geometria angular. O erro deriva de uma tentativa de fazer o átomo central obedecer à regra do octeto.

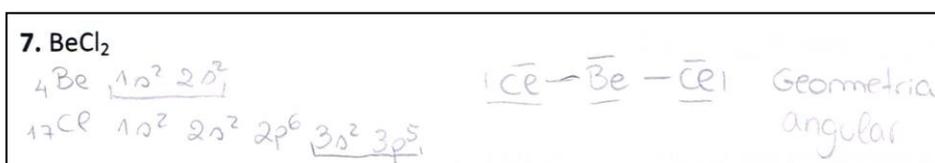


Figura 24 – Representação, por um aluno, de molécula com geometria linear

Confusão entre as geometrias triangular plana e piramidal trigonal

Em moléculas de 4 átomos, os alunos confundem estas duas geometrias devido a uma representação errada da fórmula de estrutura: a falta do par não ligante no átomo central, ou pela sua representação quando este não existe.

As duas moléculas com geometria triangular plana propostas foram BF₃ e CH₂O. Nas respetivas representações de fórmula de estrutura, um total de 16 alunos identificou uma geometria triangular plana, corretamente estruturada, como piramidal trigonal.

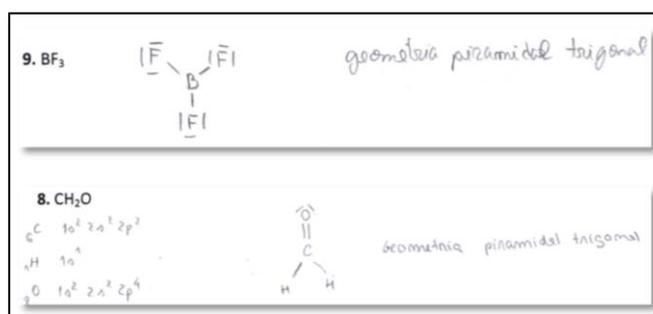


Figura 25 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria triangular plana

Inversamente, as moléculas de geometria piramidal trigonal (NCl_3 , PH_3), corretamente representadas nas suas fórmulas de estrutura com pares não ligantes no átomo central, foram designadas como geometria triangular plana por 3 alunos. Não ter em consideração os pares não ligantes no átomo central é um erro comum relatado na bibliografia (Uyulgan & Akkuzu, 2016).

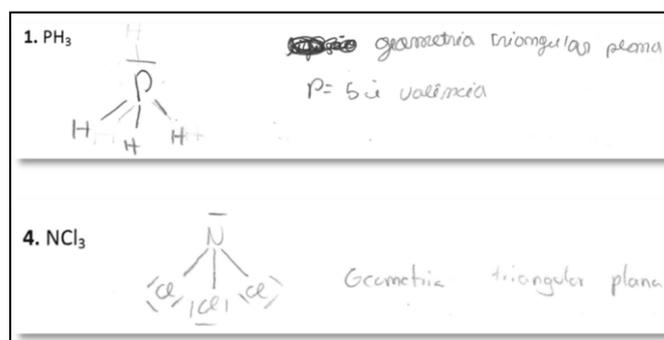


Figura 26 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria piramidal trigonal

Verificou-se ainda que, mesmo representando corretamente a fórmula de estrutura destas duas geometrias, os alunos revelam muita confusão entre os nomes das geometrias “*triangular plana*” e “*piramidal trigonal*”. Por vezes misturam os termos originando as seguintes designações: *piramidal triagonal*, *piramidal triangular*, *pirâmide trigonal* ou *triangular piramidal*.

Há alunos disléxicos nestas duas turmas, mas o número de questionários que revela esta mistura de termos supera o número de alunos disléxicos. Conclui-se que neste caso existe realmente uma dificuldade em assimilar o novo vocabulário com termos tão semelhantes.

Confusão entre geometria angular e triangular plana

Nos exemplos seguintes verifica-se uma confusão entre duas geometrias com diferente número de átomos: 3 átomos (angular) e 4 átomos (triangular plana). Três alunos desenharam corretamente uma fórmula de estrutura angular, com os pares não ligantes, mas nomearam-na de geometria triangular plana, devido ao formato adquirido.

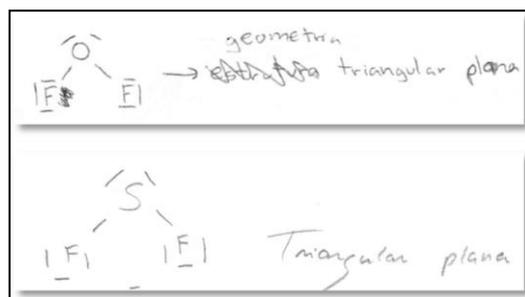


Figura 27 – Representação, pelos alunos, de moléculas com geometria angular

Outros casos

Contagem errada de elétrons de valência

Três alunos, no total dos 49, erraram na contagem dos elétrons de valência do átomo de berílio. Na molécula BeCl_2 , o Be tem dois elétrons de valência, e cada um participa numa ligação covalente simples com um átomo de Cl, adquirindo uma estrutura linear. A **Figura 28** representa duas estruturas erradas desenhadas pelos alunos.

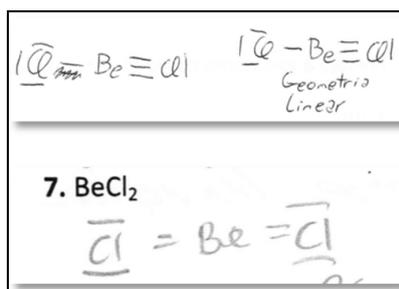


Figura 28 – Representação, pelos alunos, da molécula BeCl_2

Erros a nível de regra do octeto

Nas duas geometrias angulares (OF_2 e SF_2), as fórmulas de estrutura propostas representadas na **Figura 29** não respeitam a regra do octeto para nenhum dos átomos envolvidos.

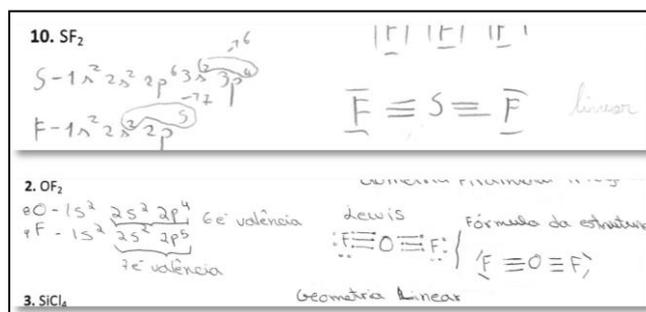


Figura 29 – Representação, pelos alunos, das moléculas OF_2 e SF_2

No exemplo seguinte, o átomo central, boro, não cumpre a regra do octeto, devido a um erro na contagem dos seus elétrons de valência.

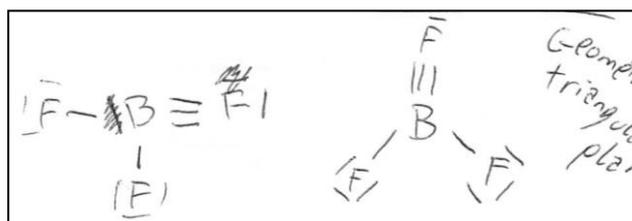


Figura 30 – Representação, pelos alunos, da molécula BF_3

Confusão entre várias geometrias

Em 2 dos questionários verificou-se uma classificação errada das 5 geometrias das moléculas, e sem haver coerência entre respostas à mesma geometria.

Nos exemplos que se seguem, as moléculas angulares (OF_2 , SF_2) são classificadas uma como triangular plana e a outra como tetraédrica. Já as verdadeiras geometrias tetraédricas (SiF_4 , SiCl_4) surgem como triangular plana ou piramidal trigonal. Destacam-se as fórmulas de estrutura corretamente representadas, que contrastam com a classificação ao acaso das geometrias, sem ter em conta as semelhanças entre moléculas ou o seu número de átomos.

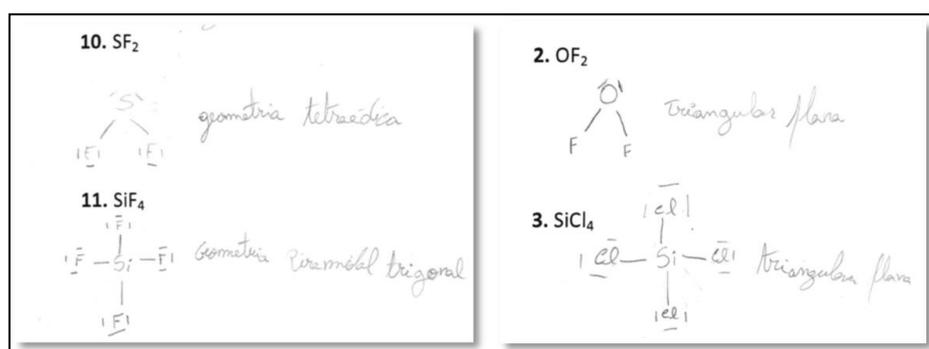


Figura 31 – Representação, por um aluno, das moléculas SF_2 , OF_2 , SiF_4 e SiCl_4

Noutro questionário foram classificadas como lineares duas moléculas com diferente número de átomos, sem consideração pela presença de pares não ligantes no átomo central.

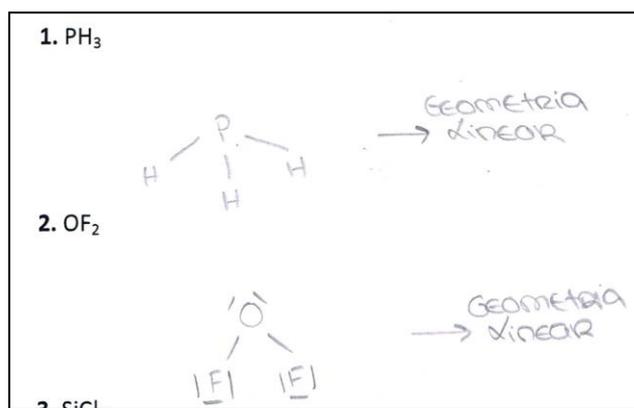


Figura 32 – Representação, por um aluno, das moléculas PH_3 e OF_2

2.6.6 Conclusões

Nesta investigação pretendeu-se determinar se o uso de simuladores virtuais constituiria uma metodologia eficaz para ensinar Geometria Molecular ao 10º ano.

Foi apresentada uma proposta didática, seguida de um teste de avaliação de conhecimentos. Era naturalmente expectável que os alunos apresentassem alguns conhecimentos adquiridos no teste, mas os resultados obtidos foram surpreendentes. Em 49 alunos, metade conseguiu uma nota igual ou superior a 75% no teste realizado. Perante a média conjunta obtida nesta prova (70,66%) conclui-se que a proposta didática foi eficaz.

Os resultados obtidos na turma 10ªA – turma controlo – atingem uma média de classificações de 72,92%, com uma mediana de 75,00%. Estes resultados, sendo semelhantes aos das turmas em estudo, validam a proposta didática. A estratégia de ensino proposta favorece a aprendizagem dos alunos, no sentido de permitir que estes visualizem corretamente as estruturas tridimensionais, posteriormente criando a sua própria imagem mental. O recurso a meios digitais propicia um ambiente de motivação e interesse na turma (Santos & Cirino, 2019). De facto, foi notório o entusiasmo dos alunos aquando da manipulação independente do simulador nos seus telemóveis.

Esta atividade promove ainda o desenvolvimento de competências previstas no PASEO, nomeadamente: *Desenvolvimento pessoal e autonomia, Saber científico, técnico e tecnológico, e Pensamento crítico*. Os alunos desenvolvem autonomia na construção independente das moléculas, e entreajudam-se entre os colegas mais próximos; adquirem o vocabulário cientificamente correto e desenvolvem o pensamento crítico quando na análise de moléculas com fórmula de estrutura semelhantes, percebem que deverão adquirir a mesma geometria. Isto foi denotado em vários testes, onde erram o nome de todas as geometrias do mesmo tipo.

Entre as principais dificuldades, verifica-se que os alunos confundem principalmente as geometrias diferenciáveis pela presença/ausência de pares de eletrões não ligantes no átomo central (linear e angular; triangular plana e piramidal trigonal). Estes erros são indicativos de que alguns dos alunos não compreenderam a influência dos pares de eletrões na geometria adquirida, ou entendem que os pares não ligantes não têm influência na geometria final, como corroborado pela literatura (Nugraha, Supriatna & Fatimah, 2019; Uyulgan & Akkuzu, 2016).

Considero que este foi um trabalho que me surpreendeu a nível de resultados. Por estes motivos, esta pode ser uma metodologia alternativa ao ensino tradicional, sem descurar a eficácia deste.

Capítulo 3 – Componente de Física

3.1 Assistência a aulas

A componente letiva de Física iniciou-se em fevereiro. À semelhança da componente de Química, a Professora Estagiária Joana Couto assistiu às aulas da Professora Ana Paula Branquinho, acompanhando a lecionação das AE de Física 10º ano de forma contínua. Conforme descrito no ponto 3.4, a Professora Estagiária Joana Couto acompanhou também a realização das Atividades Laboratoriais de Física, em ambas as turmas.

Tal como na componente de Química, a Professora Estagiária vigiou as provas de avaliação sumativa, e outras provas de avaliação realizadas, juntamente com a Professora Ana Paula Branquinho.

3.2 Organização das regências

Relativamente às regências da Componente de Física do 10º ano, decidiu-se que a Professora Estagiária Joana Couto iria lecionar duas aulas assistidas, o correspondente a 4 tempos letivos de aulas teóricas.

As regências decorreram no domínio *Energia e sua conservação*, nos subdomínios *Energia e movimentos* e *Energia e fenómenos elétricos*. Foram abrangidos os seguintes conteúdos curriculares:

- Energia Mecânica e conservação da Energia Mecânica
- Associações em série e em paralelo

De modo semelhante ao ocorrido na componente de Química, a Professora Estagiária lecionou, ao longo do ano letivo, nas AE de Física, todas as aulas indicadas na **Tabela 10**, encontrando-se sombreadas em cinzento as datas das duas regências.

Tabela 10 – Distribuição temporal das aulas lecionadas pela Professora Estagiária na Componente de Física

Aula	Data	Duração	Turma
Conservação da Energia Mecânica	28/02/2023	100 min	10º D
	02/03/2023	100 min	10º C
Associações em série e em paralelo	02/05/2023	100 min	10º D
	04/05/2023	100 min	10º C

3.3 Regências

Para a preparação das aulas foi consultado o manual escolar adotado (Ventura, Fiolhais, & Fiolhais, 2021), outros manuais de 10º ano (Maciel, *et al*, 2021) e as Aprendizagens Essenciais (Direção-Geral da Educação, 2018).

Com base nesta pesquisa foram realizadas as duas planificações em **Anexo XVIII**, **Anexo XXI**, e a ficha de apoio em **Anexo XX**.

A aula “*Conservação da Energia Mecânica*” iniciou-se com o visionamento de um excerto de filme, onde se observa uma situação cinematográfica exagerada, que não respeita as leis físicas de conservação de energia. Este excerto serviu como elemento motivacional para iniciar a aula.

Com recurso ao quadro, foi realizada a revisão da matéria dada em aulas anteriores: energia potencial, energia cinética, e as suas fórmulas matemáticas de aplicação.

Em exposição a partir do quadro, foi demonstrado partindo do Teorema da Energia Cinética que, num sistema conservativo, ou se o trabalho realizado pelas forças não conservativas for nulo, existe Conservação de Energia Mecânica. Esta demonstração, e outros elementos da aula, podem ser consultados nas notas de apoio à aula, em **Anexo XIX**. O Princípio da Conservação da Energia Mecânica foi demonstrado experimentalmente em sala de aula, com recurso à experiência de Galileu, ilustrada na **Figura 33**.

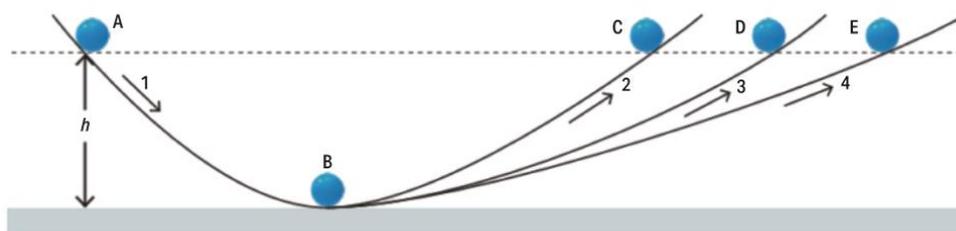


Figura 33 – Esquemática da experiência de Galileu, realizada em sala de aula ^{iv}

Na segunda parte da aula foram realizados exercícios de aplicação do manual adotado, e da ficha formativa de apoio (**Anexo XX**). Os alunos realizaram os exercícios individualmente e foram solicitados para resolução no quadro perante a turma.

A segunda aula de regência, “*Associações em série e em paralelo*”, iniciou-se com uma revisão da eletricidade do 9º ano: componentes de circuitos, distinção entre sentido real e convencional da corrente elétrica, grandezas elétricas e Lei de Ohm.

Recorrendo a um simulador *online* “*Kit de construção de circuitos*”, foram representados circuitos simples, em série e em paralelo. Conforme notas de aula (**Anexo XXII**), foi demonstrado neste simulador que, num circuito em série, a corrente elétrica é igual em

^{iv} Imagem obtida de: Maciel *et al*, 2021

qualquer ponto do circuito e que a diferença de potencial elétrico é igual à soma das diferenças de potencial nos terminais de cada lâmpada.

Nos circuitos associados em paralelo, foi verificado no simulador que a corrente elétrica no circuito principal é igual à soma das correntes elétricas nos circuitos derivados; que numa associação de resistências elétricas em paralelo, a diferença de potencial elétrico nos terminais das resistências elétricas associadas é igual.

Na segunda parte da aula foram realizados dois exercícios de aplicação, um por cada tipo de associação estudada.

3.4 Atividades Laboratoriais de Física

Tal como na Componente de Química, as AE de Física englobam diversas atividades laboratoriais, a realizar em grupo. Na realização das atividades laboratoriais de Física, dada a menor disponibilidade de materiais no laboratório, apenas existia uma montagem experimental. A dinâmica de trabalho nestas aulas envolvia um grupo a executar a Atividade Laboratorial, com auxílio das Professoras, enquanto os outros grupos realizavam as questões pré-laboratoriais do manual.

Nestas aulas a Professora Estagiária Joana Couto procedeu à preparação prévia das atividades, bem como auxiliou os alunos na execução das mesmas, e na realização das questões pré e pós-laboratoriais, nomeadamente no tratamento de dados, que implicava a utilização da calculadora gráfica para regressão linear e determinação da equação de uma reta. As figuras 34 a 37 representam algumas montagens experimentais e resultados das atividades realizadas.

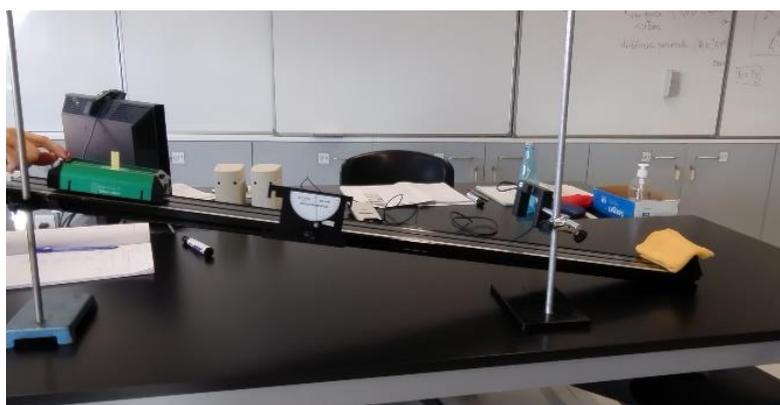


Figura 34 – AL 1.1 "*Movimento num plano inclinado: variação da energia cinética e distância percorrida*"



Figura 35 – AL 1.2 "Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia"

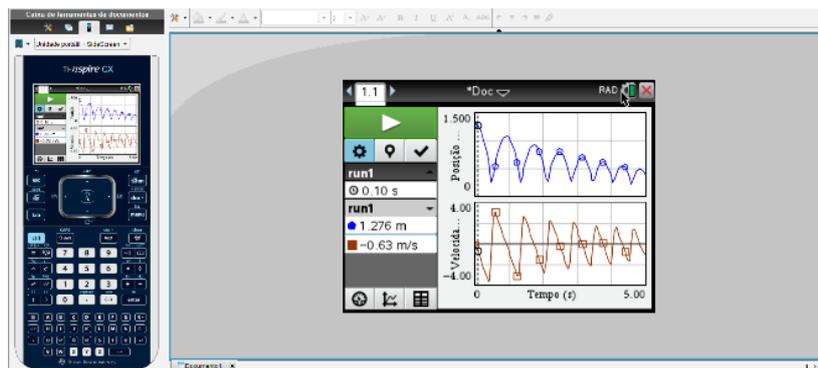


Figura 36 – Gráficos obtidos na AL 1.2 "Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia"

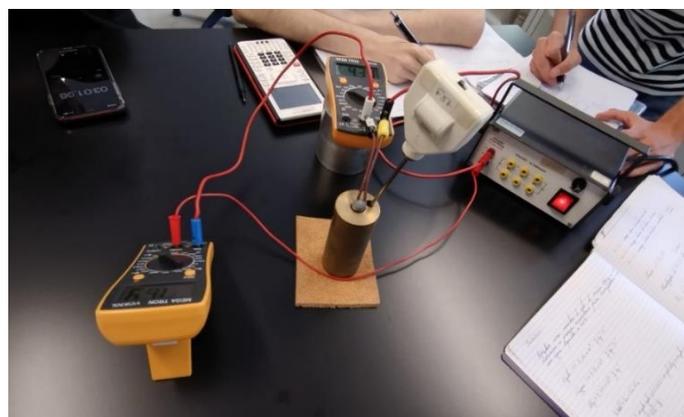


Figura 37 – Realização da AL 3.2 "Capacidade térmica mássica"

3.5 Projeto de Investigação Educacional em Física

O Projeto de Investigação Educacional em Física (PIEF), tal como o projeto de Investigação em Química, constitui uma componente de formação na área de docência, com o objetivo de complementar a formação académica. Incide sobre conhecimentos necessários à docência nas disciplinas abrangidas pelo grupo de recrutamento (Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio).

O Projeto de Investigação Educacional em Física, realizado durante o 3º período, teve como objetivo determinar as conceções alternativas sobre calor e temperatura que os alunos detêm ao início da lecionação do subdomínio “*Energia, fenómenos térmicos e radiação*”.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que as conceções de calor e temperatura encontradas são concordantes com as descritas na bibliografia. Conclui-se que é importante ter em conta as conceções alternativas dos alunos no processo de ensino.

Todo o trabalho desenvolvido neste âmbito (revisão da bibliografia, metodologia, resultados e conclusões) encontra-se disponível no **Anexo XXIII**.

Capítulo 4 – Componente não letiva

4.1 Visita de Estudo

A Professora Estagiária Joana Couto colaborou com a Professora Cooperante na planificação e dinamização da visita de estudo constante do Plano Anual de Atividades do 10º ano no âmbito da disciplina de *Física e Química A*. Acompanhou os alunos das turmas 10ºC e 10ºD nesta visita de estudo realizada no dia 28 de março de 2023, ao Parque Biológico de Gaia e ao Museu do Carro Elétrico (Porto), com partida da Escola pelas 8h00 e regresso pelas 19h30.

Esta visita encontra-se integrada no Plano Anual de Atividades aprovado em Conselho Geral. No total, participaram na Visita de Estudo 4 turmas de 10º ano, 7 Professores acompanhantes e a Professora Estagiária, totalizando cerca de 100 pessoas.

No âmbito da Visita de Estudo, encontram-se subjacentes o subdomínio “*Energia e fenómenos elétricos*”, da Física 10º ano, e o domínio “*Biodiversidade*”, na Biologia 10º ano.

Incluem-se entre os objetivos da Visita de Estudo: desenvolver a colaboração entre pares, fomentar a reflexão crítica, motivar para a utilização de recursos que permitam um desenvolvimento sustentável, promover a saúde e bem-estar.



Figura 38 – Visita de estudo ao Museu do Carro Elétrico

4.2 Simulacro de incêndio

O dia 8 de março foi o dia escolhido para a realização do simulacro de incêndio na Escola Secundária Infanta D. Maria.

O simulacro foi realizado sem aviso prévio à comunidade escolar. Durante a primeira aula da manhã, pelas 9h40 soaram os três toques consecutivos da campainha. Seguiram-se os procedimentos de evacuação, segundo as orientações dos Professores.

Os alunos respeitaram a ordem de saída e os percursos indicados, em direção ao campo de jogos, onde se concentrou toda a comunidade escolar. A Professora Estagiária encontrava-se a assistir à aula do 10°C, e acompanhou a evacuação da turma, juntamente com a Professora Ana Paula Branquinho.

A importância da realização do simulacro recai na preparação da comunidade escolar a nível de procedimentos e segurança para eventuais situações de emergência em contexto real.

4.3 Dia Aberto

O Dia Aberto da ESIDM teve lugar no dia 5 de maio de 2023. Alguns dos cartazes realizados pelos alunos do 10°C e 10°D, num trabalho de pesquisa “*Biomoléculas – Construção de um poster digital*”, realizado no âmbito das disciplinas de *Biologia e Geologia e Física e Química A*, foram expostos no âmbito do Dia Aberto.

A Professora Estagiária Joana Couto dinamizou a realização destes cartazes, tendo colaborado com a Professora Ana Paula Branquinho na seleção dos melhores cartazes, e na correção de alguns erros ortográficos, ajustes de imagem e no rigor científico. Os cartazes selecionados encontram-se na **Figura 39**.



Figura 39 – Cartazes expostos no Dia Aberto

4.4 Reuniões

A Professora Estagiária Joana Couto assistiu a reuniões intercalares do 10°C e 10°D, onde eram discutidos assuntos diversos da turma, tais como comportamento, atividades a realizar, necessidades educativas especiais e medidas a aplicar.

A Professora Estagiária assistiu também a reuniões de avaliação de ambas as turmas, onde eram retificadas as classificações atribuídas. Esta participação foi essencial, pois permitiu o contacto com diversos aspetos pedagógicos e a interação com outros docentes, completando assim a dinâmica de um ambiente escolar.

Capítulo 5 – Considerações finais

No processo de formação de professores, o Estágio Pedagógico confere um conjunto de aprendizagens que só é possível através do contacto com a prática letiva e as vivências num ambiente escolar.

O Estágio Pedagógico, realizado no ano letivo 2022/2023, na Escola Secundária Infanta D. Maria, foi o primeiro contacto da Professora Estagiária com o ambiente escolar, de uma perspetiva docente. Após muitos anos no papel de aluna, a transição para o papel de Professora foi gradual, conforme a Professora Estagiária se ambientava na dinâmica de sala de aula e no ambiente escolar para além da componente letiva associada.

Começou por assistir às aulas da Professora Ana Paula Branquinho, onde desde o início foi apresentada como Professora Estagiária. De uma perspetiva externa, os alunos viam a Professora Estagiária como alguém com o papel pedagógico.

Da perspetiva da Professora Estagiária, a transição aluna-professora materializou-se inicialmente com as aulas laboratoriais do primeiro período, na componente de Química, onde auxiliava na manipulação de reagentes, colocava questões sobre o protocolo e gradualmente ganhava confiança na interação com a turma.

É de realçar o interesse e entusiasmo das duas turmas aquando da primeira aula lecionada pela Professora Estagiária, “*Tabela Periódica*”, ou na aula de “*Geometria Molecular*”, com o uso de um simulador nos telemóveis. Os alunos revelavam confiança nos ensinamentos da Professora Estagiária e, ocasionalmente, colocavam dúvidas ou questionavam acerca da matéria a sair nas provas que se aproximavam. Aquando das aulas assistidas de Física, quando entravam na sala, os alunos revelavam curiosidade pelos materiais montados na sala de aula como a rampa para a experiência de Galileu e os circuitos.

Na componente de Física, a Professora Estagiária já se sentia mais envolvida na dinâmica de uma turma. Por este motivo, foi mais fácil lecionar a componente de Física, dada a experiência adquirida no período anterior. Foi também nas aulas laboratoriais desta componente que a Professora Estagiária aprendeu a manipular os programas de computador com sensores associados, algo que no seu percurso académico não tinha sido concretizado.

Na planificação das suas aulas, a Professora Estagiária preocupou-se realizar uma revisão de conteúdos no início da aula, e em relacionar os novos conteúdos com os conhecimentos já adquiridos pelos alunos.

A responsabilidade da transmissão de conhecimento de modo eficaz, aliada à necessidade de transmitir este conhecimento numa linguagem adequada ao ano de ensino, ao mesmo tempo que captava o interesse dos alunos, foram as principais dificuldades sentidas pela Professora Estagiária.

Deste modo, a Professora Estagiária procurou utilizar recursos e métodos que estimulassem a atenção e curiosidade dos alunos, propiciando o gosto pela ciência. O uso

de *smartphones* numa das suas aulas e no desenvolvimento do Projeto de Investigação Educacional em Química (PIEQ) ajudou a despertar o interesse e motivação dos discentes. Sempre que possível, a Professora Estagiária recorria a exemplos e elementos do dia-a-dia, como forma de relacionar a matéria lecionada com a realidade conhecida pelos alunos. Esta estratégia verificou-se na representação de estruturas de moléculas conhecidas (vitaminas e princípios ativos de medicamentos), e também na utilização de circuitos com uma lâmpada fundida e sua relação com as instalações elétricas nos edifícios.

Analisando as suas aulas lecionadas, a Professora Estagiária verificou que os alunos responderam às suas questões, espontaneamente e quando solicitados. Desde a primeira à última aula lecionada, a Professora Estagiária considera que evoluiu, a nível de postura e exposição de voz, e na desenvoltura perante a turma. Considera que conseguiu contribuir para a aprendizagem dos alunos e também estimular o gosto destes pelas ciências.

Na concretização dos dois Projetos de Investigação Educacional, a Professora Estagiária desenvolveu pesquisa bibliográfica, de modo a que os trabalhos resultantes fossem devidamente fundamentados a nível pedagógico e científico.

A nível de resultados, os projetos permitiram uma consciencialização das dificuldades dos alunos em relação às matérias estudadas e da necessidade de se ter em conta as pré-concepções dos alunos antes do ensino. Na área de Física e Química, duas ciências que regulam a natureza e o mundo, torna-se banal criar explicações para aquilo que se observa, sem existir uma explicação de base científica, e daqui derivam muitas concepções erradas que os alunos detêm quando iniciam as matérias. Também se constatou que o recurso a metodologias familiares aos alunos (tecnologias), motiva a turma e se expressa numa melhoria da aprendizagem.

Assim, apesar de a realização de Investigação Educacional constituir uma novidade no percurso académico da Professora Estagiária, esta reconhece que as aprendizagens realizadas lhe permitem melhorar a sua prática pedagógica.

O trabalho docente não se cinge apenas à componente letiva, e a Professora Estagiária teve contacto com a parte não letiva em variadas ocasiões: ao acompanhar a organização de uma visita de estudo, ao participar na mesma e com a participação em reuniões de turma, reuniões de avaliação e, também, em convívios amigáveis entre professores e alunos.

O papel da Orientadora Cooperante foi essencial na evolução do desempenho da Professora Estagiária. Mostrou-se sempre disponível no esclarecimento de todas as questões da Professora Estagiária, relativamente à preparação de aulas, tópicos a abordar, metodologias, interligação dos conceitos, gestão de tempo e outros aspetos.

O papel dos Orientadores Científicos é de destacar, na medida em que sempre se disponibilizaram para ajudar na planificação de aulas, dando conselhos, sugestões de abordagem e sugestões para aulas futuras.

O Estágio Pedagógico constitui a última etapa de um Mestrado em Ensino, mas não é o último passo no processo de formação de professores. Um professor está em constante aprendizagem, pois a procura por novas ferramentas de ensino, por novas estratégias e atualização de conhecimentos, nunca cessará. A formação de um professor será sempre um processo contínuo na sua carreira.

O ano letivo 2022/2023 representa o fim de um percurso académico, mas também o início de um futuro na educação, um caminho onde a aprendizagem e formação caminham de mãos dadas.

A Professora Estagiária considera que este ano letivo foi um ano de crescimento pessoal e profissional, tendo desenvolvido competências em ambos os níveis. Ao longo do ano letivo, procurou integrar diferentes estratégias nas suas aulas e projetos educacionais, procurou estimular o interesse nas ciências físico-químicas e considera-se preparada para exercer a profissão docente com entusiasmo, empenho e dedicação.

Bibliografia

- Altun-Yalçın, S., Açış, S., & Turgut, Ü. (2011). Determining the levels of pre-service science teachers' scientific literacy and investigating effectuality of the education faculties about developing scientific literacy. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, pp. 783-787.
- Camilo, D. (16 de junho de 2023). *Ranking das Escolas 2022*. Obtido de Rádio Renascença: <https://rr.sapo.pt/especial/pais/2023/06/16/ranking-das-escolas-2022-colegio-no-porto-e-o-novo-lider-escolas-publicas-continuam-fora-do-top-30/334965/>
- Cathro, C., Brenn, T., & Chen, S. (2023). Education Level and Self-Reported Cardiovascular Disease in Norway - The Tromsø Study, 1994-2016. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 5958.
- Dantas, M., Fontinha, M., & Ramalho, M. (2021). *Jogo de Partículas - Física e Química A - 10º ano - Química*. Texto. ISBN: 978-111-11-5054-9.
- Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho. (julho de 2018). *Diário da República n.º 129/2018, Série I de 2018-07-06*, pp. 2918-2928.
- Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio, do Ministério da Educação e Ciência. (14 de maio de 2014). *Diário da República, 1.ª série*, pp. 2819 - 2828.
- Direção-Geral da Educação. (agosto de 2018). *Aprendizagens Essenciais, Física e Química A, 10.º ano - Articulação com o perfil dos alunos*. Obtido de <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario>
- Dragos, V., & Mih, V. (2015). Scientific Literacy in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209, pp. 167-172.
- Escola Secundária Infanta D. Maria. (2020). Projeto Educativo 2019-2022.
- Escola Secundária Infanta D. Maria. (2022). Projeto Curricular ESIDM 2022-2023.
- FCTUC. (25 de junho de 2009). Regulamento da disciplina "Estágio e Relatório" dos cursos de Mestrado em Ensino da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- Ferrão, C. (2022). Projeto de Intervenção ESIDM 2022-2026.
- Furió, C., & Calatayud, M. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules. *Journal of Chemical Education*, 73(1), 36-41.
- Gao, S., Hall, J., Zyouris-Coe, V., & Grysko, R. (2021). Understanding the Role of Science-Specific Literacy Strategies in Supporting Science Teaching and Student Learning. *Electronic Journal for research in Science & Mathematics Education*, 26(1), pp. 33-55.

- Glaze, A. L. (2018). Teaching and Learning Science in the 21st Century: Challenging critical assumptions in post-secondary science. *Education Sciences*, 8(12).
- Maciel, N., Marques, M., Cação, A., Magalhães, A., & Azevedo, C. (2021). *Física em Ação - Física e Química A - 10º ano*. Porto Editora. ISBN: 978-972-0-85898-6.
- Meyer, A. (2015). Does education increase pro-environmental behavior? Evidence from Europe. *Ecological Economics*, 116, pp. 108-121.
- Ministério da Educação e Ciência. (2014). Programa de Física e Química A, 10º e 11º anos – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias.
- Nóvoa, A., & Santa-Clara, A. (2003). *Liceus de Portugal: histórias, arquivos, memórias*. Porto: ASA. ISBN: 972-41-3173-4.
- Nugraeni, M., & Paidi. (2020). Instructional designs to promote scientific literacy on students and teachers: a review study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(2021) 012042.
- Nugraha, M., Supriatna, A., & Fatimah, S. (2019). Analysis of student difficulties based on respondents ability test on the topic of geometry molecules. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3).
- Paiva, J., Matos, M., Morais, C., & Fiolhais, C. (2021). *10 Q - Física e Química A - 10.º ano - Química* (1ª ed.). Texto. ISBN: 978-111-11-5051-8.
- Rádio Renascença. (16 de junho de 2023). *Em que lugar ficou a minha escola no ranking? E as outras?* Obtido de Rádio Renascença: <https://especiais.rr.pt/ranking-escolas-2022/>
- Ribeiro, G. B. (15 de outubro de 2010). Alunos da Infanta mostram resultados do “lado bom” da competitividade. *Público - Ranking ensino básico e secundário*, p. 6.
- Santos, A., & Cirino, M. (2019). Ensino de Geometria Molecular com app de simulação digital: contribuições para uma aprendizagem significativa. *Ensino e Multidisciplinaridade*, 5(2), pp. 36-52.
- Silva, C., Cunha, C., & Vieira, M. (2021). *Química em Reação - Física e Química A - 10º ano*. Porto Editora. ISBN: 978-972-0-85896-2.
- UNESCO. (abril de 2023). *What you need to know about the right to education*. Obtido de <https://www.unesco.org/en/right-education/need-know>.
- Uyulgan, M., & Akkuzu, N. (2016). An insight towards conceptual understanding: looking into the molecular structures of compounds. *Acta Didactica Napocensia*, 9(4).
- Ventura, G., Fiolhais, M., & Fiolhais, C. (2021). *10 F - Física e Química A - 10.º ano - Física* (1ª ed.). Texto. ISBN: 978-111-11-5048-8.

ANEXOS

Anexo I – Planificação anual do 10º ano de FQ A da Escola Secundária Infanta D. Maria



REPÚBLICA PORTUGUESA

EDUCAÇÃO



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

PLANIFICAÇÃO ANUAL

Ano letivo 2022/23

FÍSICA E QUÍMICA A – 10º Ano

Dias da semana	1º Período	2º Período	3º Período
			Até 14 de junho
2.ª	13	11	8
3.ª	13	12	8
4.ª	13	13	9
5.ª	12	13	7
6.ª	14	13	8

PERÍODO	Nº de aulas previstas (50min)
1.º	84,5
2.º	78
3.º	52
Total	214,5

Distribuição por temas

Temas	Nº de aulas (50 min)		Calendarização
	Lecionação de conteúdos	Avaliação	
QUÍMICA 1.Elementos químicos e sua organização; 2.Propriedades e transformações da matéria (em lecionação).	71,5	13	16 de setembro a 16 dezembro
QUÍMICA 2.Propriedades e transformações da matéria (conclusão). FÍSICA 1.1. Energia e movimentos; 1.2. Energia e fenómenos elétricos (em lecionação).	65	13	3 de janeiro a 31 de março
FÍSICA 1.2. Energia e fenómenos elétricos (conclusão). 1.3. Energia, fenómenos térmicos e radiação.	44	8	17 de abril a 14 de junho
Subtotais	180,5	34	
Total (ano)	214,5		

Anexo II – Plano de aula "Tabela Periódica"

Plano de aula – Tabela periódica

10º ano

07/11/2022; 09/11/2022

Domínio: Propriedades e transformações da matéria

Subdomínio: Ligação química

Conteúdos:

- Evolução histórica da Tabela periódica
- Estrutura da Tabela periódica: grupos, períodos e blocos
- Elementos representativos e de transição
- Famílias de metais e de não-metais
- Propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atómico, energia de ionização

Sumário: História da tabela periódica. Tabela periódica e configurações eletrónicas. Propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atómico e energia de ionização.

Aprendizagens essenciais

- Pesquisar o contributo dos vários cientistas para a construção da Tabela Periódica atual, comunicando as conclusões.
- Interpretar a organização da Tabela Periódica com base nas configurações eletrónicas dos elementos.
- Interpretar a energia de ionização e o raio atómico dos elementos representativos como propriedades periódicas, relacionando-as com as respetivas configurações eletrónicas.

Recursos

- Manual escolar adotado
- Apresentação power point "Tabela Periódica"
- Tabela periódica
- Novelas
- Elementos químicos

Atividades propostas / Desenvolvimento

- Destacar as contribuições de Lavoisier, Döbereiner, Newlands, Meyer, Mendeleev e Moseley para a organização dos elementos e construção da atual Tabela Periódica.
- Analisar a organização da Tabela Periódica: 18 grupos, 7 períodos, 4 blocos.
- Distinguir elementos representativos de elementos de transição.
- Localizar elementos representativos na Tabela periódica através da sua configuração eletrônica.
- Analisar distribuição eletrônica de Li, Na e K, e concluir que quanto maior o número de níveis de energia ocupados, maior será o tamanho da nuvem eletrônica.
- Analisar a distribuição eletrônica de Li, O, F e concluir que ao longo de um período o aumento da carga nuclear provoca contração da nuvem eletrônica.
- Definir energia de ionização
- Analisar como varia a energia de ionização ao longo de um grupo e de um período, concluindo que varia de modo inverso ao raio atômico.
- Realização das questões propostas 3 e 4 nas pgs. 96 e 98 do manual

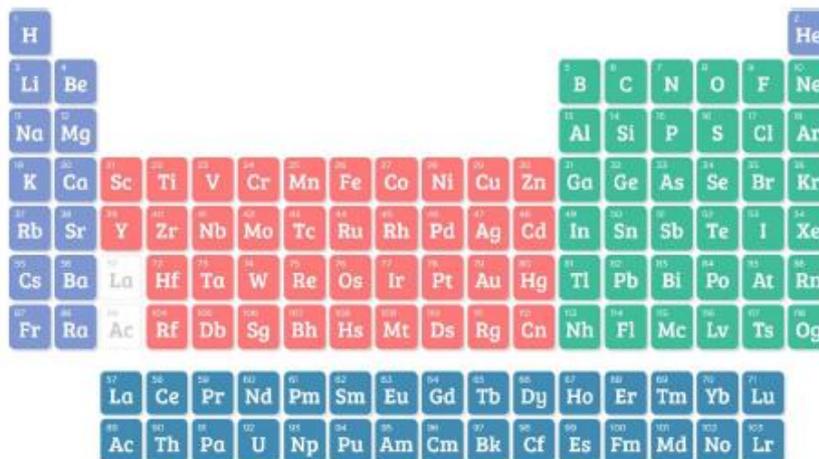
Anexo III – Apresentação de suporte à aula "Tabela Periódica"



1.3 Tabela Periódica

Sumário: História da tabela periódica. Tabela periódica e configurações eletrônicas. Propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atômico e energia de ionização.

1

A full periodic table with color-coding. The table is organized into groups and periods. The color-coding is as follows: Group 1 (alkali metals) and Group 2 (alkaline earth metals) are blue; Groups 3-10 (transition metals) are red; Groups 11-18 (post-transition metals, metalloids, nonmetals, and noble gases) are green; and the lanthanide and actinide series are purple. Each element cell contains its atomic number, symbol, and name.

2

2000 AC

1.3.1 História da Tabela Periódica



Cobre (Cu)



Ferro (Fe)



Chumbo (Pb)



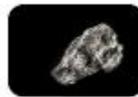
Prata (Ag)



Ouro (Au)



Carbono (C)



Estanho (Sn)

3

1789

1.3.1 História da Tabela Periódica

TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.	
ÉTATS MÉTALLIQUES	ÉTATS NON MÉTALLIQUES
1. L'ÉTAT LIQUIDE	1. L'ÉTAT LIQUIDE
2. L'ÉTAT SOLIDE	2. L'ÉTAT SOLIDE
3. L'ÉTAT GAZÉUX	3. L'ÉTAT GAZÉUX
4. L'ÉTAT VAPORIFIÉ	4. L'ÉTAT VAPORIFIÉ
5. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	5. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
6. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	6. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
7. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	7. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
8. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	8. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
9. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	9. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
10. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	10. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
11. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	11. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
12. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	12. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
13. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	13. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
14. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	14. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
15. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	15. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
16. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	16. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
17. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	17. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
18. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	18. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
19. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	19. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
20. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	20. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
21. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	21. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
22. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	22. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
23. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	23. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
24. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	24. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
25. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	25. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
26. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	26. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
27. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	27. L'ÉTAT ÉLASTIQUE
28. L'ÉTAT ÉLASTIQUE	28. L'ÉTAT ÉLASTIQUE

Listou os 28 elementos conhecidos

Agrupou **metais** e **não metais**



Antoine Lavoisier
(1743-1794)

<https://www.edmb.org/edmb-today/science/000731/a-brief-history-of-the-periodic-table>

4

1817-1829

1.3.1 História da Tabela Periódica

Triádes

Grupos de três elementos com propriedades semelhantes

Li – Lítio	Ca – Cálcio	Cl – Cloro
Na – Sódio	Sr – Estrôncio	Br – Bromo
K – Potássio	Ba – Bário	I – Iodo



Johann W. Döbereiner
(1780-1849)

<http://www.edmb.org/edmb-today/science/020721/a-brief-history-of-the-periodic-table>

5

1864

1.3.1 História da Tabela Periódica

Lei das Oitavas

Repetição de propriedades químicas de 8 em 8 elementos

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co, Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce, La	Zr	Di, Mo	Ro, Ru
Pd	Ag	Cd	U	Sn	Sb	Te
I	Cs	Ba, V	Ta	W	Nb	Au
Pt, Ir	Os	Hg	Tl	Pb	Bi	Th



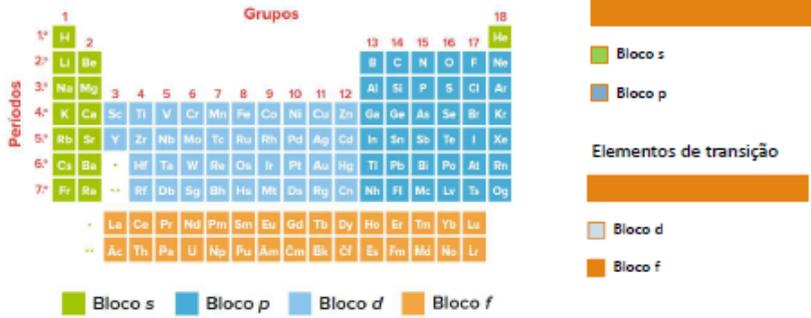
John Newlands
(1837-1898)

Filosofia Química A – Jogo de Partículas 10
Marta Dantas, Maria Fortínha, Maria Remédio
Teófilo

<http://www.edmb.org/edmb-today/science/020721/a-brief-history-of-the-periodic-table>

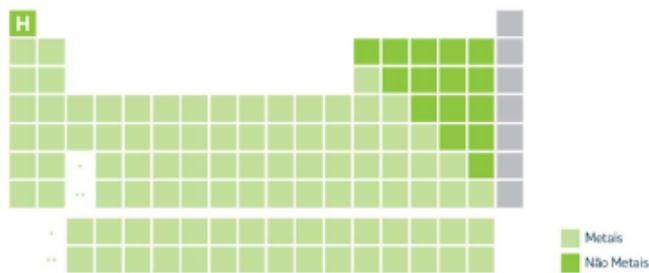
6

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas



11

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas



12

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas

Exercícios:

1. Um elemento possui a seguinte configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Indique o bloco, período e grupo a que pertence.

13

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas

Exercícios:

1. Um elemento possui a seguinte configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Indique o bloco, período e grupo a que pertence.

Bloco p

3 níveis ocupados → 3º Período

6 elétrons de valência → Grupo 6 + 10 → Grupo 16

14

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas

Exercícios:

2. Um elemento possui a seguinte configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Indique o seu número atômico, o bloco, grupo e período a que pertence.

15

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrônicas

Exercícios:

2. Um elemento possui a seguinte configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Indique o seu número atômico, o bloco, grupo e período a que pertence.

Z=11

Bloco s

3 níveis ocupados → 3º Período

1 elétron de valência → Grupo 1

16

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrónicas

Exercícios:

3. O átomo de um elemento X, no estado excitado, apresenta a seguinte configuração eletrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$

- a) Escreva a configuração do átomo do elemento X no estado fundamental.
- b) Indique a localização desse elemento na Tabela Periódica (grupo, período e bloco).

17

1.3.2 Tabela Periódica e configurações eletrónicas

Exercícios:

3. O átomo de um elemento X, no estado excitado, apresenta a seguinte configuração eletrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- b) Grupo 17; 3º Período; Bloco p

18

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos

A full periodic table where the representative elements (groups 1, 2, 13-18) are highlighted in green. The rest of the elements are in grey. The elements highlighted include H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og, and the lanthanide and actinide series.

19

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos

Bloco s Bloco p

1																	18
1 ^o	H																He
2 ^o	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne									
3 ^o	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar									
4 ^o	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
5 ^o	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
6 ^o	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn									
7 ^o	Fr	Ra	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og									

❖ Raio atômico

❖ Energia de ionização

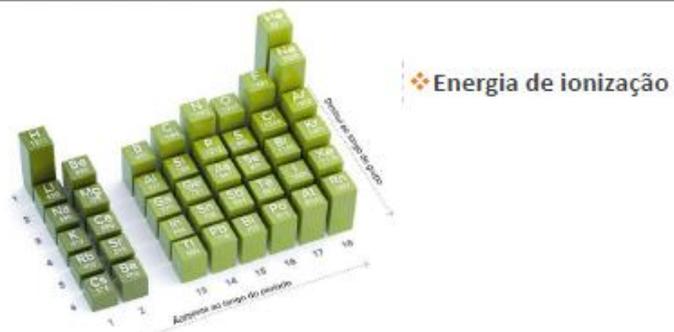
20

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos



21

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos



22

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos

Exercícios:

1. Considere os átomos dos elementos: ${}_{9}\text{F}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{12}\text{Mg}$ e ${}_{20}\text{Ca}$.

A partir das suas configurações eletrónicas compare:

- a) os raios atómicos de ${}_{12}\text{Mg}$ e ${}_{20}\text{Ca}$
- b) as energias de ionização de ${}_{9}\text{F}$ e de ${}_{10}\text{Ne}$

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos

Exercícios:

2. Justifique o facto de a primeira energia de ionização do potássio (${}_{19}\text{K}$) ser $6,9 \times 10^{-19} \text{ J/átomo}$, enquanto a do sódio (${}_{11}\text{Na}$) é $8,2 \times 10^{-19} \text{ J/átomo}$.

1.3.3 Propriedades periódicas dos elementos representativos

Exercícios:

3. Compare o raio do catião magnésio (${}_{12}\text{Mg}^+$) com o raio do átomo que lhe deu origem (${}_{12}\text{Mg}$).

Referências

Andriiko, A. A., & Lunk, H. J. (2018). The short form of Mendeleev's Periodic Table of Chemical Elements: toolbox for learning the basics of inorganic chemistry. A contribution to celebrate 150 years of the Periodic Table in 2019. *ChemTexts*, 4(4), 1–13.

Román Polo, P. (2010). El sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos. *Anales de Química*, 106(3), 231–239.

Scerri, E. R. (2004). The Best Representation for the Periodic System: The Role of the $n + l$ Rule and of the Concept of an Element as a Basic Substance. In *The Periodic Table: Into the 21st Century* (pp. 143–160).

<https://www.asbmb.org/asbmb-today/science/020721/a-brief-history-of-the-periodic-table>

Física e Química A - Química em Reação 10. Cristina Celina Silva, Carlos Cunha, Miguel Vieira. Porto Editora, 2021

Física e Química A - Jogo de Partículas 10. Maria Dantas, Maria Fontinha, Marta Ramalho. Texto

Anexo IV – Notas de apoio à aula "Tabela Periódica"



REPÚBLICA
PORTUGUESA

EDUCAÇÃO



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

Notas de apoio da aula "Tabela periódica"

10º ano

07/11/2022; 09/11/2022

Diapositivo	Notas de apoio
1	-
2	<p>Iniciamos um novo capítulo, a "Tabela Periódica", que já foi estudada no 9º ano.</p> <p>Questão: O que sabem sobre a Tabela Periódica?</p> <p>A diversidade de materiais na natureza é constituída por um ou mais elementos da Tabela Periódica: Água → H₂O Flúor → F₂</p> <p>Hoje são conhecidos 118 elementos. Foi sempre assim? Quais foram os primeiros elementos a ser identificados?</p>
3	<p>Há 4000 anos o Homem os elementos conhecidos eram metais, metais preciosos, e o carbono (como carvão), usado nas pinturas rupestres.</p>
4	<p>Antoine Lavoisier foi o primeiro a tentar ordenar os elementos conhecidos. Listou 33 "substâncias", onde inclui 28 elementos conhecidos até à data. Nestas "substâncias" incluiu a luz e calor, algo que hoje sabemos estar errado. A sua importância histórica recai no facto de ter sido o primeiro a distinguir <i>metais e não metais</i>.</p>
5	<p>Outra contribuição na história da Tabela Periódica vem de Johann Döbereiner. Entre os elementos conhecidos, identificou grupos de três elementos com propriedades semelhantes, os quais designou "Triades". Existia a limitação de nem todos os elementos poderem ser agrupados em triades. Verificamos que as três triades propostas por Döbereiner correspondem a elementos dos grupos 1, 2 e 17 da Tabela Periódica. Foi o primeiro a introduzir a noção de <i>grupo</i>, na organização dos elementos.</p>
6	<p>John Newlands introduziu a noção de <i>período</i>. Ordenou os 60 elementos conhecidos por massa atómica, e verificou que de 8 em 8 elementos havia repetição de propriedades. Propôs a organização representada na tabela, mas infelizmente a designada <i>Lei das Oitavas</i> só se verificava até ao elemento Cálcio.</p>
7	<p>J. Lothar Meyer, a partir dos contributos anteriores, ordena os elementos por massa atómica, mas ao mesmo tempo tendo em conta as suas semelhanças. Deste modo organizou os elementos numa tabela, onde existem espaços vazios. J. Lothar Meyer não fez comentários a estes espaços vazios.</p>

8	<p>Contemporâneo, Dmitri Mendeleev fez exatamente o mesmo que J. Lothar Meyer – ordenou os elementos por massa atômica, atendendo também às suas propriedades semelhantes.</p> <p>Os dois trabalhos foram feitos ao mesmo tempo, numa época em que não existia a comunicação instantânea.</p> <p>O nome de Mendeleev ficou na História porque ele soube interpretar os espaços vazios da tabela como elementos que ainda não eram conhecidos. Conseguiu prever as propriedades de três elementos que viriam a ser descobertos mais tarde: Gálio, Escândio e Germânio</p>
9	<p>Antes do contributo de Henry Moseley ocorreu a descoberta dos gases nobres, e do eletrão.</p> <p>Moseley ordenou os elementos por número atômico, e define que as propriedades dos elementos estão relacionadas com as suas configurações eletrónicas.</p>
10	<p>Todos estes cientistas, entre outros, contribuíram para a construção da Tabela Periódica atual</p>
11	<p>A Tabela Periódica está organizada em 7 períodos, 18 grupos e 4 blocos</p> <p>Elementos do mesmo grupo têm o mesmo número de eletrões de valência – com exceção do He</p> <p>Elementos do mesmo período têm o mesmo número de níveis eletrónicos</p> <p>Elementos do mesmo bloco têm o mesmo tipo de orbital de valência: s, p, d, f</p> <p>Elementos representativos: blocos s e p</p> <p>Elementos de transição: blocos d e f</p>
12	<p>Metais: bons condutores de calor e corrente elétrica, elevados pontos de fusão, tendência a formar iões positivos</p> <p>Não metais: maus condutores de calor e corrente, tendência a formar iões negativos</p>
<p>Exposição no quadro Notas de apoio</p>	
	<p>Através da configuração eletrónica podemos localizar um elemento na Tabela Periódica</p> <p><u>Bloco s:</u></p> <p>$_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^1}$</p> <p>3º nível – 3º Período da T.P. 1 eletrão de valência: grupo 1 da T.P.</p> <p>$_{20}\text{Ca}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^2}$</p> <p>4º nível – 4º Período da T.P. 2 eletrões de valência: grupo 2 da T.P.</p> <p><u>Bloco p:</u></p> <p>$_{7}\text{N}: 1s^2 \underline{2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1}$</p> <p>2º nível – 2º Período da T.P. 5 eletrões de valência: grupo 5 + 10 → grupo 15 da T.P.</p>

2

	<p>$_{17}\text{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^5}$</p> <p>3º nível – 3º Período da T.P. 7 elétrons de valência: grupo 7 + 10 → grupo 15 da T.P.</p> <p>Localizar um elemento representativo na Tabela Periódica:</p> <p><u>Bloco</u>: igual à letra do último subnível ocupado com elétrons de valência no estado fundamental</p> <p><u>Período</u>: igual ao número do último nível ocupado, no estado fundamental</p> <p><u>Grupo</u>: <i>Bloco s</i> – igual ao número de elétrons de valência; <i>Bloco p</i>: igual ao número de elétrons de valência + 10</p>
Diapositivo	Notas de apoio
13	-
14	-
15	-
16	-
17	-
18	-
19	<p>Vamos estudar os elementos representativos: blocos <i>s</i> e <i>p</i></p> <p>Grupo 1 – metais alcalinos Grupo 2 – metais alcalino-terrosos Grupo 17 – Halogéneos Grupo 18 – Gases nobres</p>
20	<p>Questão: Porque é se se chama Tabela Periódica?</p> <p>Porque existem propriedades dos elementos com uma variação que podemos prever: <i>Raio atômico</i> e <i>Energia de ionização</i></p>
21	<p>Questão: Como varia o tamanho dos átomos?</p>
Exposição no quadro	
Notas de apoio	
Raio atômico	<p>Grupo:</p> <p>$_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$</p> <p>$_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$</p> <p>$_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$</p> <p>Aumenta o número de níveis eletrônicos, do $_{3}\text{Li}$ para o $_{19}\text{K}$. Existem mais níveis de energia preenchidos, o que faz com que os elétrons de valência estejam mais afastados do núcleo. O <i>Raio atômico</i> aumenta ao longo de um grupo.</p>

3

	<p>Período:</p> <p>${}_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$</p> <p>${}_{8}\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4$</p> <p>${}_{9}\text{F}: 1s^2 2s^2 2p^5$</p> <p>Ao longo de um período há aumento da carga nuclear, havendo maior atração dos elétrons pelo núcleo, e contração da nuvem eletrônica. O <i>Raio atômico</i> diminui ao longo de um período.</p> <p>Vamos realizar a Questão proposta 3, pg. 96 do manual.</p>
Energia de ionização	<p>Define-se <i>Energia de ionização</i> como a energia mínima necessária para remover um elétron de um átomo no estado fundamental.</p> <p><i>Primeira energia de ionização</i>: energia necessária para remover um dos elétrons do subnível de maior energia.</p> <p>Grupo:</p> <p>${}_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$</p> <p>${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$</p> <p>${}_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$</p> <p>Como aumenta o número de níveis de energia, os elétrons de valência em níveis superiores necessitam de menos energia para a sua remoção, logo, são mais fáceis de remover. A <i>Energia de ionização</i>, no geral, diminui ao longo de um grupo.</p> <p>Período:</p> <p>${}_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$</p> <p>${}_{8}\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4$</p> <p>${}_{9}\text{F}: 1s^2 2s^2 2p^5$</p> <p>Ao longo de um período a carga nuclear aumenta, aumentando a atração nuclear, sendo necessária mais energia para remover um elétron de valência. A <i>Energia de ionização</i>, no geral, aumenta ao longo de um período.</p> <p>Vamos realizar a Questão proposta 4, pg. 98 do manual.</p>

22	<p>A Energia de ionização, no geral, diminui ao longo de um grupo. A Energia de ionização, no geral, aumenta ao longo de um período.</p> <p>Existem exceções pontuais a esta regra geral.</p> <p>A <i>Energia de ionização</i> e o <i>raio atômico</i> variam de modo inverso na Tabela Periódica.</p>
23	-
24	-
25	-
26	-

Anexo V – Ficha formativa de apoio à aula "Tabela Periódica"



Ficha de avaliação para as Aprendizagens

Tabela periódica: História da Tabela periódica; Tabela periódica e configurações eletrónicas;
Propriedades periódicas dos elementos representativos

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Data ___/___/___

1. Considere os nomes de cientistas que contribuíram de forma relevante para a construção da Tabela Periódica atual.

I – Mendeleev

II – Newlands

III – Döbereiner

Selecione a sequência que traduz os diferentes contributos por ordem cronológica:

(A) I → II → III

(B) III → II → I

(C) I → III → II

(D) III → I → II

(Química em reação 10, Porto Editora)

2. Um elemento químico X localiza-se no 3º período e no grupo 13 da Tabela Periódica.

2.1 Represente a configuração eletrónica de um átomo do elemento X no estado fundamental.

2.2 Indique a carga do núcleo do átomo do elemento X.

2.3 Escreva a configuração eletrónica de um elemento que pertence ao grupo 18 e ao mesmo período que o átomo do elemento X.

(Química em reação 10, Porto Editora)

3. Um elemento representativo da Tabela Periódica está situado no 2º período e no grupo 16.

3.1 Escreva a configuração eletrónica do elemento

3.2 Indique a que bloco da Tabela Periódica pertence este elemento

3.3 Indique o número atómico do elemento e identifique-o

3.4 Indique o número de energias de remoção que este elemento possui

(Jogo de Partículas 10 – Caderno de exercícios, Texto)

4. Regra geral, num período, a energia de primeira ionização aumenta com o aumento do número atómico. Como se poderá explicar que a energia de primeira ionização do ^{12}Mg (734 kJ/mol) tenha um valor superior à do ^{13}Al (578 kJ/mol)?

(Química em contexto 10 – Caderno de atividades, Porto Editora)

5. O anião trivalente originado pelo elemento Z é isoeletrónico do elemento alcalinoterroso do 4º período, T.

5.1 Escreva o símbolo químico do catião referido

5.2 Escreva a configuração eletrónica do elemento Z

5.3 Indique um elemento do mesmo período do elemento T e que tenha maior raio atómico que os elementos Z e T.

5.4 Considere o elemento com configuração eletrónica de valência $4s^2 4p^5$. Compare a sua energia de primeira ionização com a dos elementos Z e T.

(Química em contexto 10 – Caderno de atividades, Porto Editora)

6. Considere os elementos sódio, magnésio, potássio e cálcio, cujos números atômicos são, respetivamente, 11, 12, 19 e 20.

6.1 Compare os raios atômicos destes elementos com os raios dos iões que tendem a formar.

6.2 Ordene, justificando, os elementos sódio, magnésio e potássio por:

a) tamanho crescente

b) ordem crescente da primeira energia de ionização

6.3 Ordene, justificando, por tamanho crescente o conjunto de partículas ${}_{19}\text{K}$, ${}_{19}\text{K}^+$, ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$.

(Preparação para o Exame Final Nacional 2015, Física e Química A, Porto Editora)

7. As propriedades dos elementos estão relacionadas com a estrutura eletrónica dos respetivos átomos.

7.1 Indique a semelhança entre as configurações eletrónicas do lítio (${}_{3}\text{Li}$) e do rubídio (${}_{37}\text{Rb}$), relacionando-a com a respetiva localização na Tabela Periódica.

7.2 Justifique a afirmação seguinte: *“os valores dos raios iónicos dos iões que o lítio e o rubídio tendem a formar são inferiores aos dos raios atômicos respetivos”*.

7.3 Compare os valores das energias de ionização do lítio e do rubídio.

(Preparação para o Exame Final Nacional 2015, Física e Química A, Porto Editora)

Anexo VI – Plano de aula “Geometria Molecular”

Plano de aula – Geometria Molecular

10º ano

28/11/2022; 29/11/2022

Domínio: Propriedades e transformações da matéria

Subdomínio: Ligação química

Conteúdos:

- Repulsões entre pares eletrónicos
- Teoria das repulsões dos pares eletrónicos de valência (TRPEV)
- Geometria molecular: linear, angular, triangular plana, piramidal, tetraédrica

Sumário: Geometria molecular.

Aprendizagens essenciais

- Prever a geometria das moléculas com base na repulsão dos pares de eletrões da camada de valência.

Recursos

- Manual escolar adotado
- Modelos moleculares
- Computador
- Simulador PhET – “Molecule shapes” – https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_pt_BR.html

Atividades propostas / Desenvolvimento

- Rever os conteúdos de aulas anteriores, nomeadamente: ligação covalente, estrutura de Lewis, energia de ligação e comprimento de ligação.
- Apresentar as repulsões entre pares eletrónicos de valência: ligante-ligante, ligante – não ligante; não ligante-não ligante.
- Referir que as repulsões entre os pares eletrónicos de valência condicionam a geometria espacial da molécula.

-
- Realçar que a Teoria das Repulsões dos Pares Eletrônicos de Valência (TRPEV) permite prever qual a geometria molecular adquirida, bem como os ângulos entre as ligações na molécula.
 - Concluir que há repulsões entre todos os pares eletrônicos de valência, e que a disposição dos átomos na molécula corresponde a repulsões mínimas, que confere à molécula uma geometria que lhe dá maior estabilidade.
 - Com recurso ao quadro, simulador e modelos moleculares, debater as diferentes geometrias: linear, angular, triangular plana, piramidal trigonal, tetraédrica.
 - Realçar que as geometrias angular e piramidal trigonal ocorrem devido às repulsões de pares de eletrões de valência não ligantes no átomo central.
 - Realizar a atividade proposta 5 do manual, e os exercícios 11 e 12 da pg 153.

Anexo VII – Notas de apoio à aula "Geometria Molecular"



REPÚBLICA
PORTUGUESA

EDUCAÇÃO



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

Notas de apoio da aula "Geometria Molecular"

10º ano

28/11/2022; 29/11/2022

Exposição no quadro Notas de apoio	
Revisão	<p>Questão: Quantos elementos químicos se conhecem?</p> <p>Toda a matéria é composta por um ou mais dos 118 elementos conhecidos As substâncias resultam de diferentes combinações entre os átomos dos 118 elementos.</p> <p>Ex. Molécula de HF → o que se estabeleceu entre estes dois átomos para formar a molécula? → ligação química</p> <p>Questão: que tipos de ligação química conhecem?</p> <p>Ligação química: Ligação covalente, ligação metálica e ligação iónica</p> <p>Nesta molécula diatómica existem:</p> <ul style="list-style-type: none">- repulsões núcleo-núcleo- repulsões eletrão-eletrão- atrações núcleo-eletrão <p>O que caracteriza uma ligação covalente? → Partilha de eletrões de valência</p> <p>Existem ligações covalentes simples, duplas e triplas, com partilha de um par de eletrões, dois pares ou três pares, respetivamente.</p>
TRPEV	<p>A disposição dos átomos numa molécula é aquela que lhe confere a menor energia → maior estabilidade.</p> <p><u>Repulsões entre pares eletrónicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Ligantes-ligantes (L-L)- Não ligantes-ligantes (NL-L)- Não ligantes-não ligantes (NL-NL) <p>As repulsões L-L são mais fracas que as NL-L, e por sua vez as NL-NL são as repulsões de maior intensidade.</p>

1

	<p><u>Teoria das repulsões dos pares eletrônicos de valência:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Existe repulsão entre todos os pares eletrônicos de valência - As repulsões entre os pares eletrônicos de valência são minimizadas para a molécula adquirir maior estabilidade - A geometria adquirida é a que confere menor energia → maior estabilidade
Geometria molecular	<p style="text-align: center;"><u>Linear</u></p> <p>Uma molécula diatômica é necessariamente linear: HF, Cl₂, O₂</p> <p>A geometria linear estabelece-se em moléculas triatômicas em que o átomo central não tem pares não ligantes. Existem repulsões par ligante-par ligante (L-L)</p> <p>Exemplos: CO₂, BeH₂, CS₂</p> <p style="text-align: center;"><u>Angular</u></p> <p>A geometria angular estabelece-se em moléculas triatômicas com pares não ligantes no átomo central. Existem os três tipos de repulsões entre pares eletrônicos: repulsões L-L, repulsões NL-L e repulsões NL-NL.</p> <p>Exemplos: H₂O, SF₂, Cl₂O</p> <p style="text-align: center;"><u>Triangular plana</u></p> <p>Estabelece-se em moléculas com 4 átomos, sem pares não ligantes no átomo central,</p> <p>Exemplos: BH₃, CH₂S, CH₂O</p> <p style="text-align: center;"><u>Piramidal trigonal</u></p> <p>Geometria de moléculas com 4 átomos, e com par não ligante no átomo central. A repulsão NL-L confere uma geometria piramidal à molécula.</p> <p>Exemplos: NH₃, PH₃, PF₃</p> <p style="text-align: center;"><u>Tetraédrica</u></p> <p>Geometria adquirida por moléculas de 5 átomos, onde o átomo central não tem pares não ligantes.</p> <p>Exemplos: CH₄, SiH₄</p>

Anexo VIII – Plano de aula “Hidrocarbonetos e grupos funcionais”



REPÚBLICA
PORTUGUESA

EDUCAÇÃO



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

Plano de aula – Hidrocarbonetos e grupos funcionais

10º ano

12/12/2022; 04/01/2023

Domínio: Propriedades e transformações da matéria

Subdomínio: Ligação química

Conteúdos:

- Hidrocarbonetos saturados: alcanos
- Hidrocarbonetos insaturados: alcenos e alcinos
- Hidrocarbonetos cíclicos
- Derivados halogenados dos alcanos
- Outras famílias de compostos orgânicos: álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, aminas

Sumário: Hidrocarbonetos. Grupos funcionais e classes de compostos orgânicos.

Aprendizagens essenciais

- Distinguir hidrocarbonetos saturados de insaturados.
- Interpretar e relacionar os parâmetros de ligação, energia e comprimento, para ligações entre átomos dos mesmos elementos.
- Identificar, com base em informação selecionada, grupos funcionais (álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e aminas) em moléculas orgânicas, biomoléculas e fármacos, a partir das suas fórmulas de estrutura.

Recursos

- Manual escolar adotado
- Apresentação *power point*
- Modelos moleculares

Atividades propostas / Desenvolvimento

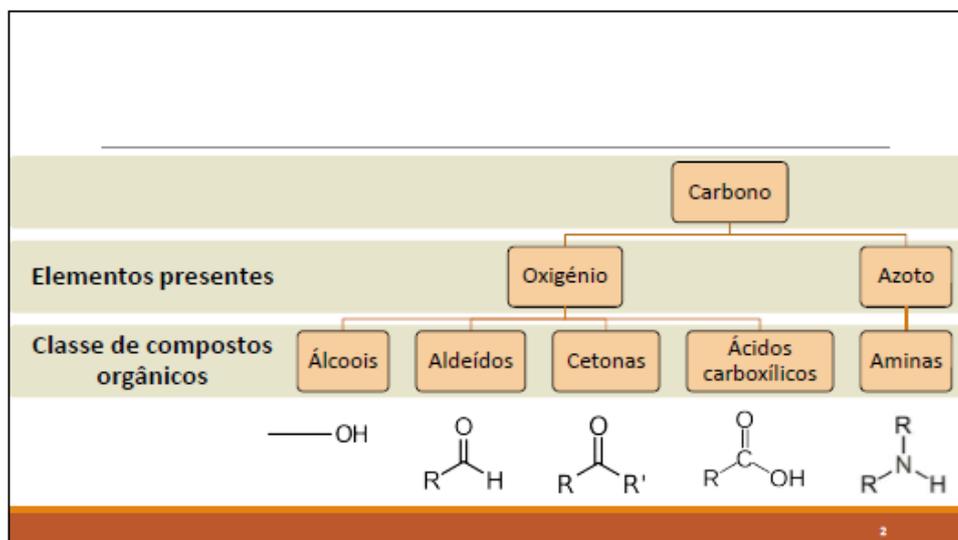
- Concluir, pela sua configuração eletrônica, que o carbono pode ligar-se a uma variedade de elementos.
- Introduzir o estudo dos hidrocarbonetos lembrando que as suas principais fontes são os combustíveis fósseis.
- Referir que os compostos orgânicos mais simples são os hidrocarbonetos (constituídos unicamente por átomos de carbono e de hidrogênio).
- Referir que os hidrocarbonetos de cadeia aberta, que apenas possuem ligações simples, pertencem à família dos alcanos.
- Referir que os alcanos são designados por hidrocarbonetos saturados por terem apenas ligações covalentes simples entre os átomos de carbono.
- Caracterizar os hidrocarbonetos insaturados como compostos que possuem ligações covalentes duplas ou triplas entre os átomos de carbono.
- Recordar o comprimento de ligação e a energia de ligação já abordados para comparar os valores apresentados para as diferentes ligações covalentes entre átomos de carbono nos hidrocarbonetos.
- Concluir que, entre átomos dos mesmos elementos, a maiores valores de energia de ligação correspondem menores valores de comprimento de ligação e que a ligação covalente tripla é mais forte do que uma dupla e esta mais forte do que uma simples.
- Concluir que existem hidrocarbonetos de cadeia fechada também chamados hidrocarbonetos cíclicos, destacando a importância do benzeno e a família dos compostos aromáticos.
- Apresentar as várias classes de compostos orgânicos – álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e aminas.
- Sublinhar a importância dos aminoácidos para os seres vivos, indicando que estes são compostos orgânicos formados por um grupo carboxilo (característico dos ácidos carboxílicos) e um grupo amina (característico das aminas).

Anexo IX – Apresentação de suporte à aula “Hidrocarbonetos e grupos funcionais”

2.1 Ligação química

Sumário: Hidrocarbonetos. Grupos funcionais e classes de compostos orgânicos.

1

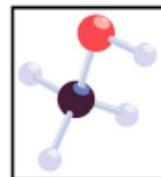
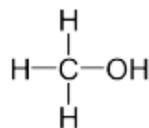


Álcoois



Estrutura geral de álcoois:
Grupo hidroxilo

Metanol

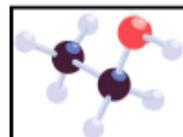
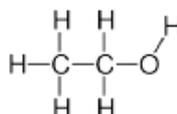


Álcoois



Estrutura geral de álcoois:
Grupo hidroxilo

Etanol

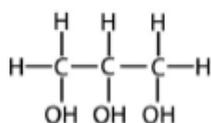
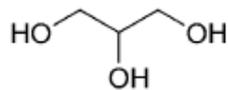


Álcoois



Estrutura geral de álcoois:
Grupo hidroxilo

Glicerol



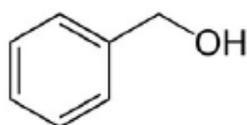
5

Álcoois



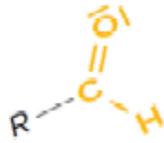
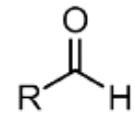
Estrutura geral de álcoois:
Grupo hidroxilo

Álcool benzílico



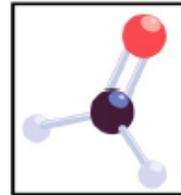
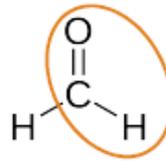
6

Aldeídos



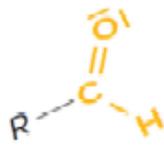
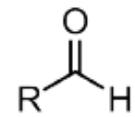
Estrutura geral de aldeídos:
Grupo formilo

Metanal - formaldeído



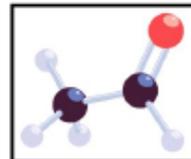
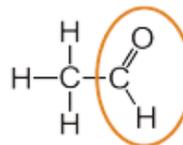
7

Aldeídos



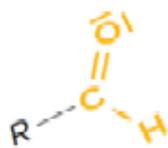
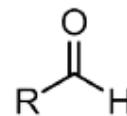
Estrutura geral de aldeídos:
Grupo formilo

Etanal - acetaldeído



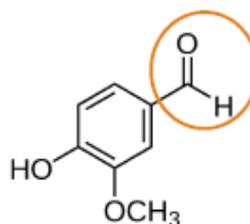
8

Aldeídos



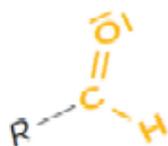
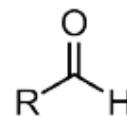
Estrutura geral de aldeídos:
Grupo formilo

Vanilina



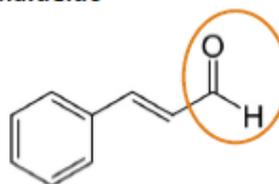
9

Aldeídos



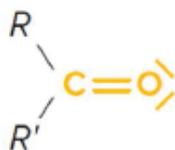
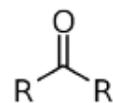
Estrutura geral de aldeídos:
Grupo formilo

Cinamaldeído



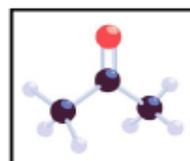
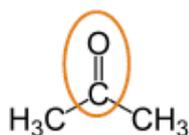
10

Cetonas



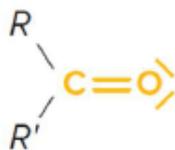
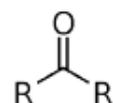
Estrutura geral de cetonas:
Grupo carbonilo

Propanona



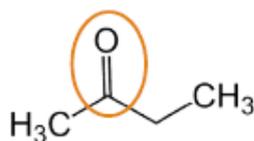
11

Cetonas



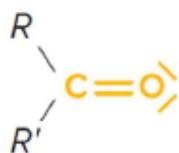
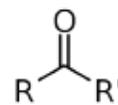
Estrutura geral de cetonas:
Grupo carbonilo

Butanona



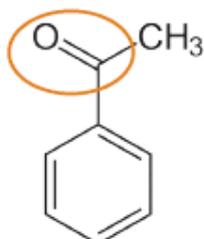
12

Cetonas



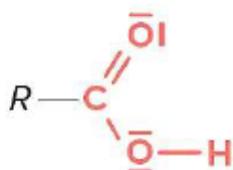
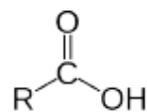
Estrutura geral de cetonas:
Grupo carbonilo

Acetofenona



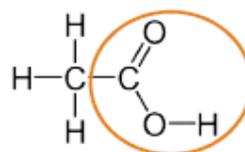
19

Ácidos carboxílicos



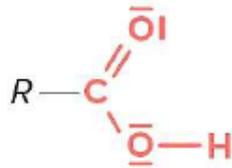
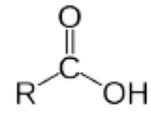
Estrutura geral de ácidos carboxílicos:
Grupo carboxilo

Ácido etanóico



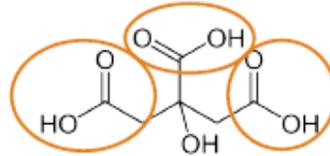
14

Ácidos carboxílicos



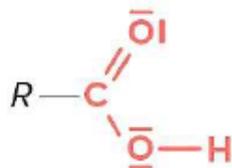
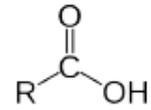
Estrutura geral de ácidos carboxílicos:
Grupo carboxilo

Ácido cítrico



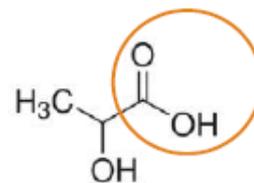
15

Ácidos carboxílicos



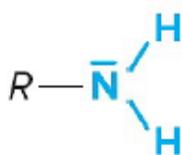
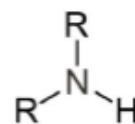
Estrutura geral de ácidos carboxílicos:
Grupo carboxilo

Ácido láctico



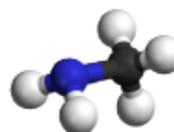
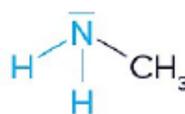
16

Aminas



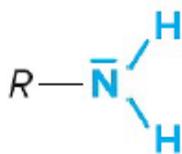
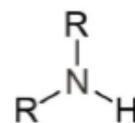
Estrutura geral de aminas:
Grupo amina

Metilamina



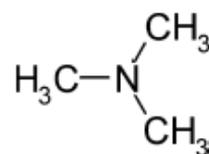
17

Aminas



Estrutura geral de aminas:
Grupo amina

Trimetilamina



18

Aminoácidos

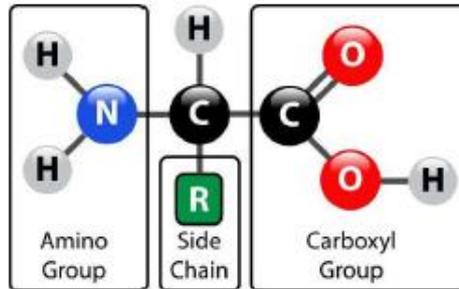
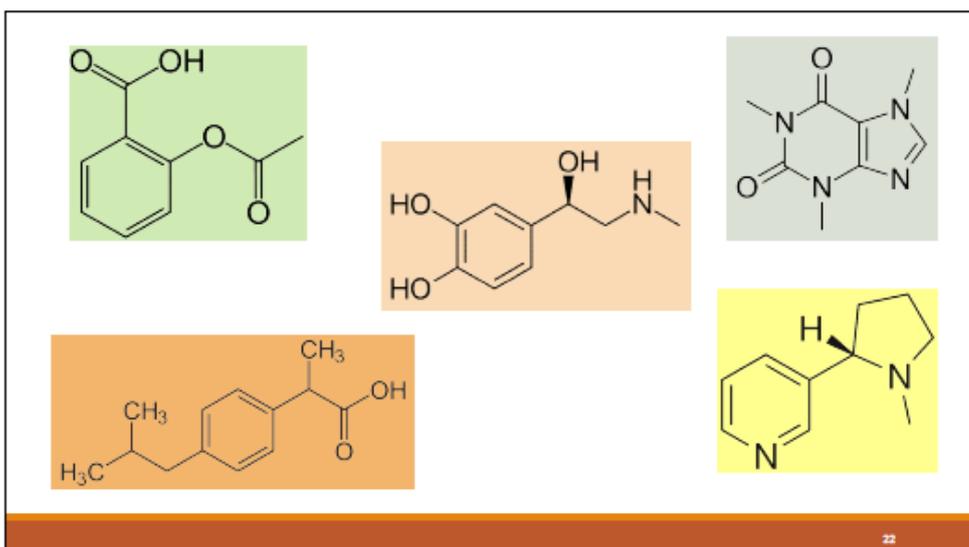
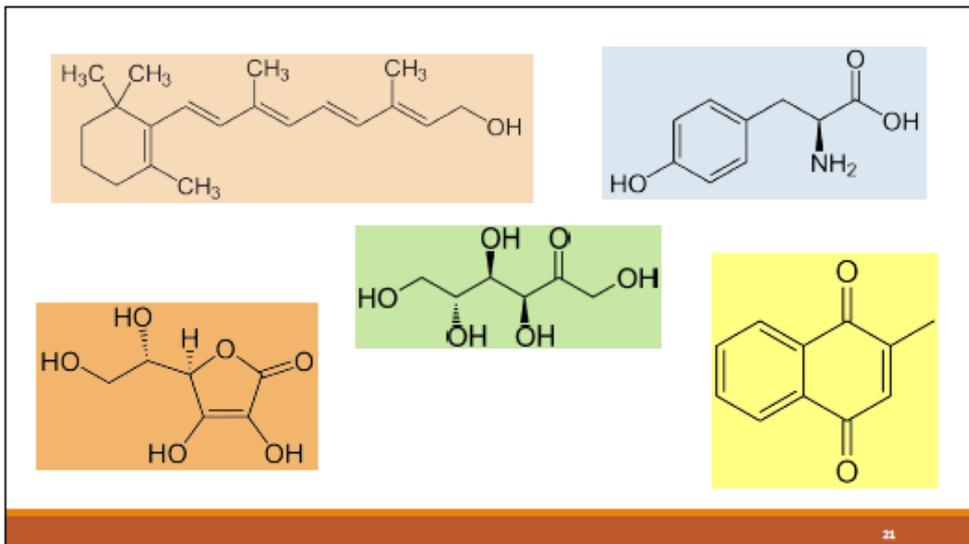
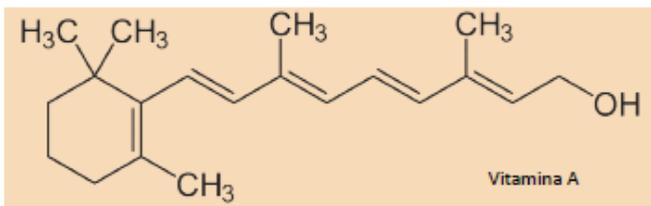


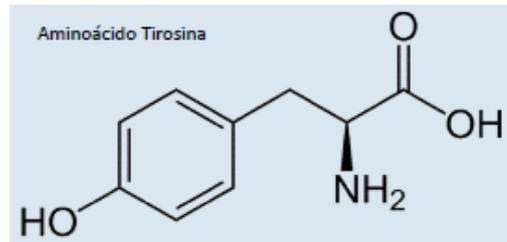
Chart Key: ● ALIPHATIC ● AROMATIC ● ACIDIC ● BASIC ● HYDROXYLIC ● SULFUR-CONTAINING ● AMINO ● ○ NON-ESSENTIAL ○ ESSENTIAL

Chemical Structure	ALANINE	GLYCINE	ISOLEUCINE	LEUCINE	PROLINE	VALINE
PHENYLALANINE	TRYPTOPHAN	TYROSINE	ASPARTIC ACID	GLUTAMIC ACID	ARGININE	HISTIDINE
LYSINE	SERINE	THREONINE	CYSTEINE	METHIONINE	ASPARAGINE	GLUTAMINE



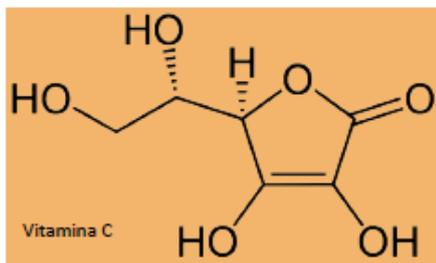


Vitamina A

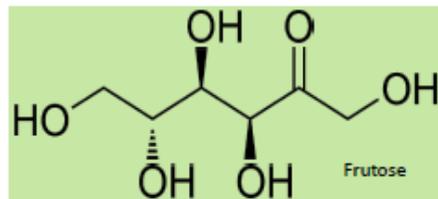


Aminoácido Tirosina

23

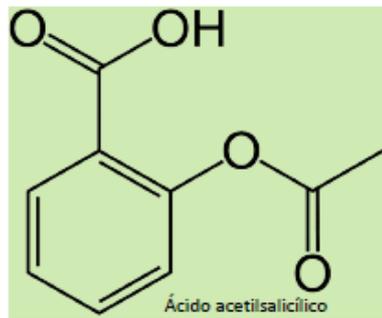


Vitamina C

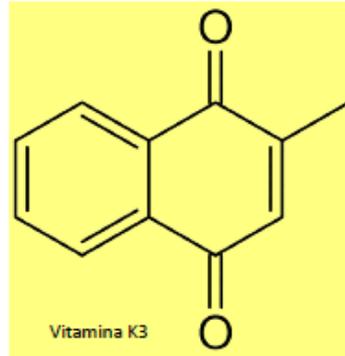


Frutose

24

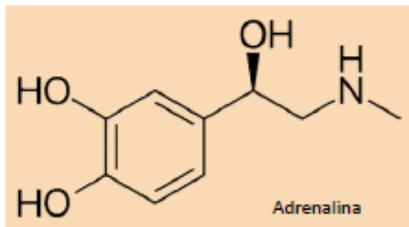


Ácido acetilsalicílico

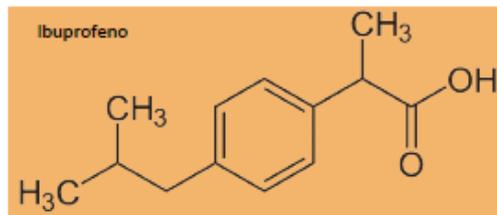


Vitamina K3

25

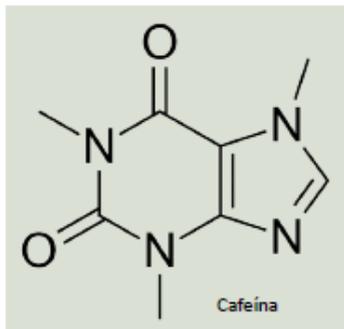


Adrenalina



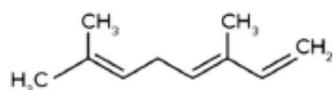
Ibuprofeno

26



27

O ocimeno, que pode ser encontrado numa grande variedade de plantas e frutos, apresenta a seguinte fórmula estrutural.



- Qual é a fórmula molecular do ocimeno?
- Classifique as ligações que se estabelecem entre os átomos de carbono nesta molécula.
- Classifique o hidrocarboneto apresentado quando ao tipo de ligações carbono-carbono

Anexo X – Notas de apoio à aula "Hidrocarbonetos e grupos funcionais"



Notas de apoio da aula "Hidrocarbonetos e grupos funcionais"

10º ano

12/12/2022; 04/01/2023

Exposição no quadro Notas de apoio	
Introdução	<p>Configuração eletrónica do Carbono</p> ${}_6\text{C } 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ <p>Dada a sua configuração eletrónica, o carbono pode realizar até quatro ligações, a uma variedade de átomos, formando compostos:</p> <ul style="list-style-type: none">- halogéneos, ex. CCl_4- oxigénio, ex. CO_2- nitrogénio, ex. HCN- hidrogénio, ex. CH_4 <p>A ligação entre o Carbono e outros elementos é a ligação covalente simples, dupla ou tripla.</p> <p>Química dos compostos de carbono → Química orgânica</p> <p>Compostos orgânicos naturais, sintetizados pelos seres vivos, constituem biomoléculas:</p> <ul style="list-style-type: none">- proteínas- lípidos- ADN- hidratos de carbono
Hidrocarbonetos	<p>Hidrocarbonetos são os compostos orgânicos mais simples, constituídos apenas por átomos de C e H.</p> <ul style="list-style-type: none">- Hidrocarbonetos saturados: Alcanos ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) <p>$\text{CH}_4$ – Metano C_2H_6 – Etano C_3H_8 – Propano C_4H_{10} – Butano C_5H_{12} – Pentano</p>

1

	<p>- Hidrocarbonetos insaturados: Alcenos (C_nH_{2n}) e Alcinos (C_nH_{2n-2})</p> <p>Etano, Eteno, Etino → Mesmo número de carbonos, diferente ligação covalente → O comprimento de ligação é maior na ligação covalente simples; a energia de ligação é maior na ligação covalente tripla</p> <p>- Hidrocarbonetos cíclicos</p> <p>Exemplos: Ciclopentano, ciclohexano, benzeno</p> <p>Compostos com um anel de benzeno na sua estrutura pertencem aos hidrocarbonetos aromáticos.</p> <p><u>Hidrocarbonetos:</u></p> <p>- Saturados: contêm apenas ligações covalentes simples entre os átomos de carbono – Ex. alcanos</p> <p>- Insaturados: contêm ligações covalentes duplas ou triplas entre os átomos de carbono – Ex. alcenos, alcinos</p> <p>- Cadeia aberta</p> <p>- Cadeia fechada (cíclicos)</p>
Haloalcanos	<p>Haloalcanos: obtêm-se quando um ou mais átomos de H de um hidrocarboneto saturado é substituído por átomos de halogêneos.</p> <p>Ex. CFC's (a estudar mais tarde) → CF_2Cl_2; CH_3Cl; CH_3Br ...</p>
Diapositivos	Notas de apoio
1	-
2	<p>Existem outras famílias de compostos orgânicos:</p> <p>Compostos com C, H, O – Álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos</p> <p>Compostos com C, H, N – Aminas</p> <p>Grupo funcional – Conjunto de átomos que conferem propriedades químicas características desse grupo de compostos</p>
3 – 6	<p style="text-align: center;"><u>Álcoois</u></p> <p>Grupo funcional hidroxilo</p> <p>A nomenclatura de álcoois termina em <u>-ol</u></p> <p>Exemplos:</p> <p>Metanol – usado na indústria de plásticos; na produção de biodiesel</p> <p>Etanol – bebidas alcoólicas</p> <p>Glicerol – ingrediente de cosméticos</p> <p>Álcool benzílico – ingrediente de cosméticos, com propriedades antibacterianas</p>

2

7 – 10	<p style="text-align: center;"><u>Aldeídos</u></p> <p>Grupo funcional formilo A nomenclatura de aldeídos termina em <u>-al</u> Exemplos:</p> <p>Metanal – conservante Etanal – responsável pelo odor da fruta madura Vanilina – aroma de baunilha Cinamaldeído – responsável pelo odor da canela</p>
11 – 13	<p style="text-align: center;"><u>Cetonas</u></p> <p>Grupo funcional carbonilo A nomenclatura de cetonas termina em <u>-ona</u> Exemplos:</p> <p>Propanona – acetona Butanona – aplicação industrial no fabrico de tintas, resinas Acetofenona – aditivo na indústria alimentar</p>
14 – 16	<p style="text-align: center;"><u>Ácidos carboxílicos</u></p> <p>Grupo funcional carboxilo A nomenclatura de ácidos carboxílicos é “ácido <u>-óico</u>” Exemplos:</p> <p>Ácido etanóico – o comum vinagre Ácido cítrico – presente nos citrinos Ácido láctico – produzido em processos bioquímicos</p>
17 – 18	<p style="text-align: center;"><u>Aminas</u></p> <p>Grupo funcional amina A nomenclatura de aminas termina em <u>-ina</u> Exemplos:</p> <p>Metilamina – Usado como precursor de outras reações na indústria Trimetilamina – Associada ao mau odor de produtos em decomposição</p>
19	Os aminoácidos, constituintes básicos das proteínas, contêm na sua estrutura dois grupos funcionais dos estudados: um grupo <u>amina</u> e um grupo <u>carboxilo</u> .
20	As estruturas dos 20 aminoácidos
21 – 22	<p>Estas dez estruturas correspondem a moléculas conhecidas.</p> <p>A cada um será entregue um cartão com uma destas estruturas, e devem identificar os grupos funcionais presentes em cada uma delas.</p>
23 – 28	-

Anexo XI – Ficha formativa de apoio à Atividade Laboratorial I



Ficha de avaliação para as Aprendizagens

AL 1 – Volume e número de moléculas de uma gota de água

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Data ___/___/___

1. Num ensaio foram medidos 10 mL de água utilizando a pipeta graduada. De seguida, esse volume foi colocado num gobelé e procedeu-se aos seguintes registos:

	Gobelé vazio	Gobelé com a água
Massa (g)	36,006	46,120

1.1 Indique o resultado da medição do volume de água, associando-lhe a respetiva incerteza de leitura.

1.2 Selecione a opção que apresenta o resultado da medição da massa do gobelé com a água medida.

- (A) $m = (46,120 \pm 0,002)$ g
- (B) $m = (46,120 \pm 0,005)$ g
- (C) $m = (46,120 \pm 0,001)$ g
- (D) $m = (46,120 \pm 0,050)$ g

1.3 Indique o intervalo de valores que inclui o valor da massa do gobelé com a água medida.

1.4 Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte: *O valor da massa dos 10 mL de água foi obtido por...*

- (A) ... medição direta e a medição do volume, por medição indireta.
- (B) ... medição direta e a medição do volume também.
- (C) ... medição indireta e a medição do volume também.
- (D) ... medição indireta e a medição do volume, por medição direta.

1.5 Apresente o valor da massa de água medida com o número correto de algarismos significativos.

2. Com o objetivo de determinar o volume e o número de moléculas de água numa gota de água, um grupo de alunos planeou uma atividade laboratorial. Utilizaram, entre outros materiais, um gobelé, uma balança digital e uma bureta. A tabela seguinte representa o registo de observações na atividade laboratorial.

	Massa (g)	Volume lido na bureta(mL)	
		Inicial	Após recolha das 150 gotas
Gobelé vazio	34,24		
Gobelé com 150 gotas	42,05		

2.1 Seleccione a opção que apresenta o valor da incerteza associada à medição da massa do gobelé com as 150 gotas, e do volume medido na bureta, respetivamente.

- (A) $\pm 0,01$ g; $\pm 0,05$ mL
- (B) $\pm 0,01$ g; $\pm 0,10$ mL
- (C) $\pm 0,005$ g; $\pm 0,05$ mL
- (D) $\pm 0,005$ g; $\pm 0,10$ mL

2.2 Apresente o resultado da medição da massa do gobelé com as 150 gotas de água e o volume medido na bureta, indicando as respetivas incertezas de leitura associadas.

2.3 Calcule a massa e o volume de uma gota de água.

3. Os aparelhos de medida podem ser analógicos ou digitais, aos quais estão associadas incertezas de leitura.

3.1 Seleccione a opção que classifica a balança utilizada na atividade laboratorial.

- (A) Balança de precisão de sensibilidade $\pm 0,001$ g
- (B) Balança de precisão de sensibilidade $\pm 0,01$ g
- (C) Balança de precisão de sensibilidade $\pm 0,1$ g

3.2 Identifique um aparelho de medida analógico utilizado na atividade laboratorial.

4. Utilizando os valores que obteve na realização da atividade, calcule:

4.1 O número de moléculas presentes numa gota de água [$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02$ g/mol]. Apresente o resultado em notação científica e com dois algarismos significativos.

4.2 O número total de átomos presentes numa gota de água.

5. A figura representa uma proveta com capacidade de 5 mL, contendo 100 gotas de etanol.



5.1 Indique a incerteza associada a esta proveta e o volume das 100 gotas de etanol na forma de intervalo de valores. Tenha em conta os algarismos significativos.

5.2 Determine o volume de uma gota de etanol.

5.3 Sabendo que a massa das 100 gotas de etanol é igual a $(3,304 \pm 0,001)$ g, calcule o número de moléculas numa gota de etanol (C_2H_6O).

5.4 Calcule o número total de átomos presentes numa gota de etanol.

Anexo XII – Procedimento laboratorial de apoio à Atividade Laboratorial 2



Procedimento laboratorial

AL 2 – Teste de chama

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Data ____/____/____

Material: Lamparina, colheres de combustão, amostras de sais (cloreto de sódio, cloreto de lítio, cloreto de cobre II, cloreto de cálcio, cloreto de estanho II).

Procedimento:

1. Registrar na tabela a cor do sal a testar
2. Recolher, com a colher de combustão, um pouco da amostra de sal
3. Aproximar cuidadosamente a colher da chama, e observar a cor da chama formada
4. Registrar a cor observada
5. Repetir o procedimento para cada amostra

Amostra	Cor do sal	Cor da chama observada	Identificação do elemento
1			
2			
3			
4			
5			

Anexo XIII – Ficha formativa de apoio à Atividade Laboratorial 2



Ficha de avaliação para as Aprendizagens

AL 2 – Teste de chama

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Data ____/____/____

1. Quais as limitações do uso do teste de chama na identificação dos elementos?

2. Explique por que razão foram utilizados sais com o mesmo anião na realização da atividade.

3. Os fogos-de-artifício utilizam sais de diferentes iões metálicos misturados com um material explosivo. Quando levados a chama, emitem diferentes cores. Estas cores ocorrem quando os eletrões excitados dos iões metálicos regressam aos níveis de menor energia. Indique qual o modelo atómico mais apropriado para explicar este fenómeno:

(A) Rutherford

(B) Dalton

(C) Thomson

(D) Bohr

4. Classifique as afirmações como *Verdadeira* ou *Falsa*

(A) A cor da chama um sal metálico não está relacionada com a cor inicial do sal.

(B) Catiões diferentes apresentam sempre cores de chama diferentes.

(C) O teste de chama a que são sujeitos catiões metálicos cujos sais têm cores iguais, tem de ser complementado com a análise espectral.

(D) Nos ensaios efetuados foi aplicada a análise elementar por via seca.

(E) A colher de combustão com a amostra de cada sal deve ser colocada na zona mais fria da chama, usando uma colher diferente para cada sal.

5. Por ocasião da passagem de ano, pretende-se preparar uma sessão de fogo-de-artifício com a seguinte sequência de cores:

I – Amarelo e branco

II – Verde com duas tonalidades

III – Violeta e vermelho

Indique a combinação de sais que a equipa pirotécnica poderá utilizar, sabendo que dispõe dos seguintes compostos:

Cloreto de bário	Cloreto de potássio	Cloreto de sódio	Cloreto de magnésio
Cloreto de cálcio	Cloreto de lítio	Cloreto de cobre (II)	Cloreto de estanho

Tabela 1: Cores de chama e catiões responsáveis

Catião	Cor da chama do catião
Bário	Verde-clara
Cálcio	Laranja
Cobre	Azul-esverdeada
Magnésio	Branca
Potássio	Violeta
Sódio	Amarela
Estanho	Azul-turquesa
Lítio	Vermelha

Anexo XIV – Projeto de Investigação Educacional em Química



Simuladores virtuais no ensino da Geometria Molecular: uma proposta didática

Joana Patrícia Oliveira Couto

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário

Projeto de Investigação Educacional em Química

Índice

Introdução.....	3
1. Revisão da bibliografia.....	4
2. Problema e objetivos da investigação.....	6
3. Metodologia.....	7
3.1 Participantes.....	7
3.2 Design do estudo e faseamento.....	7
3.3 Simulador PhET®.....	9
3.4 Recolha de dados e análise dos resultados.....	10
4. Referências bibliográficas.....	11

Introdução

A química é uma disciplina que congrega três níveis de representação: macroscópico (observável), sub-microscópico e simbólico. O nível sub-microscópico refere-se aos fenómenos que ocorrem na escala atômica e molecular, tendo por base o arranjo espacial e movimento das moléculas.

A visualização tridimensional é uma dificuldade comum nos estudantes, nas áreas de ciências, e no contexto de Física e Química A, esta dificuldade propaga-se ao ensino da geometria molecular. Determinar a geometria de uma molécula é uma competência que todos os alunos devem adquirir.

É crucial que os alunos sejam capazes de criar corretamente imagens mentais do arranjo espacial que uma molécula adquire a nível microscópico e, neste sentido, existem diversos recursos didáticos: modelos físicos e modelos computacionais.

Nesta investigação explora-se a utilização de um simulador virtual, em combinação com o uso de modelos físicos, numa proposta didática para o ensino de geometria molecular ao 10º ano.

Este Projeto de Investigação em Química envolveu os alunos de duas turmas do 10º ano da Escola Secundária Infanta D. Maria, no âmbito do Estágio pedagógico do Mestrado em Ensino de Física e de Química do 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Encontra-se estruturado em três partes: revisão da bibliografia; problema e objetivos da investigação e metodologia.

1. Revisão da bibliografia

A química é baseada fundamentalmente no arranjo espacial dos átomos no espaço tridimensional (Paukstelis, P. J., 2018). No entanto, os estudantes de química apresentam dificuldades na visualização a três dimensões, o que compromete as aprendizagens da disciplina: conformações moleculares, estruturas complexas de compostos, transformações químicas, estereoquímica, simetria molecular, quiralidade (Abdinejad, M. *et al.*, 2021; Pietikäinen, O. *et al.*, 2021).

Estes processos são normalmente apresentados com recurso a modelos 2D ou a representações 3D estáticas (Brown, C. E. *et al.*, 2021). É esperado que os estudantes consigam converter uma imagem a duas dimensões dos seus livros, na correspondente estrutura a três dimensões e ainda que sejam capazes de compreender os conteúdos derivados dessa representação (Abdinejad, M. *et al.*, 2021; Ferk, V. *et al.*, 2003).

Deste modo, torna-se importante que os estudantes de química desenvolvam literacia visual e habilidade espacial (Brown, C. E. *et al.*, 2021). Ambas as competências são necessárias para compreender as estruturas e funções de moléculas, bem como processos químicos, nas áreas de química e bioquímica (Brown, C. E. *et al.*, 2021).

A literacia visual é a capacidade de uma pessoa ler, interpretar e compreender representações externas criando a sua própria representação interna (Brown, C. E. *et al.*, 2021; Ferk, V. *et al.*, 2003). A habilidade espacial envolve a capacidade de compreender e visualizar as operações no espaço, como rotação, inversão e reflexão, a partir da conversão de uma fórmula química na correspondente imagem mental 3D (Brown, C. E. *et al.*, 2021; Ferk, V. *et al.*, 2003). As diferenças de habilidade espacial entre alunos podem ser devidas a fatores como: o uso de brinquedos de construção enquanto crianças, jogar frequentemente jogos de computador 3D, ou ter um raciocínio matemático bem desenvolvido (Sorby, S. A., 2009).

Ferk, V. *et al.*, (2003) concluíram que a correta perceção de uma estrutura molecular a três dimensões é crucial para a posterior compreensão do comportamento químico da matéria. A maior ou menor habilidade espacial dos alunos definirá a qualidade das representações espaciais que serão capazes de construir (Harle, M., e Towns, M., 2011).

Para facilitar a criação de imagens mentais e a conversão de imagens 2D em modelos mentais 3D, existem diversos recursos para o ensino e aprendizagem: modelos estáticos, como os modelos físicos (*ball and stick*) e os modelos impressos em 3D; modelos dinâmicos como as animações computacionais e simuladores de realidade virtual (Abdinejad, M. *et al.*, 2021; Nkosi, T., e Mnguni, L., 2020).

Os modelos físicos (*ball and stick*) consistem numa representação a três dimensões, na qual os átomos são representados por esferas coloridas, e as

ligações covalentes são representadas por pequenos espetos em madeira. São tangíveis e podem ser manipulados pelos alunos. Constituem um recurso didático útil na representação de moléculas simples, contudo apresentam limitações: a construção de moléculas com cadeias mais extensas ou mais complexas torna-se demorada, a manipulação do modelo deve ser cuidadosa dada a sua fragilidade, e não é possível, nestes modelos, a representação dos pares de elétrons não ligantes (Brown, C. E. *et al*, 2021; Dori, Y. J., e Barak, M., 2001; Jones, O. A. H., e Spencer, M. J. S., 2018).

A impressão 3D é uma solução possível para a representação de estruturas mais complexas, e macromoléculas, a partir das bases de dados PubChem, e encontra-se descrita por Jones, O. A. H., e Spencer, M. J. S. (2018). Verifica-se que desde meados da última década o número de artigos publicados sobre a aplicação de impressão 3D no âmbito da aprendizagem em química aumentou consideravelmente (Perna, J., e Wiedmer, S., 2020).

O estudo de Brown, C. E., *et al.*, (2021) compara a eficácia de três modelos auxiliares de visualização espacial no ensino de geometria molecular: os modelos físicos tradicionais, simulador computacional PhET® e tecnologia de realidade virtual. A diferença entre os 3 modelos não foi significativa, mas verifica-se que os alunos se mostram mais motivados para a utilização da realidade virtual, relativamente aos primeiros modelos.

Adicionalmente, diversos estudos relatam as vantagens do recurso a estratégias de visualização 3D (realidade aumentada e simuladores computacionais), relativamente aos modelos tradicionais, em alunos de níveis de ensino desde o ensino secundário ao ensino superior:

O estudo de Abdinejad, M. *et al.*, (2021) descreve a utilização de modelos 3D e de uma aplicação de realidade aumentada para a visualização de diferentes conformações e transformações químicas em aulas de Química Orgânica do ensino superior.

Phankingthongkum, S., e Limpanuparb, T. (2021) estudaram a utilização de programas de computador (*Avogadro*, *IQmol*) em aulas de Química Geral de alunos do primeiro ano do nível universitário. Entre as atividades propostas encontram-se a construção de geometrias moleculares, a previsão da polaridade e a correspondência de estruturas 3D com a respetiva fórmula de linha.

Seritan, S. *et al.*, (2021) descrevem a utilização de simulações interativas no estudo de dinâmica molecular, como um complemento aos modelos físicos tradicionais. Um programa de visualização molecular, *InteraChem*, foi aplicado no ensino secundário e ensino superior, para a realização de exercícios sobre geometria molecular, orbitais moleculares e reações ácido-base.

As conclusões são comuns: as tecnologias de visualização tridimensional auxiliam a ultrapassar as barreiras impostas pelos modelos *ball and stick*. Entre as vantagens oferecidas por estes recursos, encontram-se a disponibilidade, facilidade de uso, a motivação dos alunos e a integração em ambientes de distanciamento social impostas pela pandemia (Abdinejad, M. *et al.*, 2021; Phankingthongkum, S., e Limpanuparb, T., 2021; Santaş, M. T., 2015).

Como cada modelo apresenta as suas vantagens e desvantagens, há autores que recomendam mesmo a utilização conjunta de modelos físicos e virtuais no ensino, complementando-os (Dori, Y. J., e Barak, M., 2001).

As estratégias de visualização tridimensional constituem um suporte à aprendizagem construtivista, ao permitirem o aluno/aprendiz interagir diretamente com a informação selecionada e deste modo verificar o reflexo das suas ações, construindo ativamente a sua aprendizagem (Biswajit, B., 2019; Jiménez, Z. A., 2019).

2. Problema e objetivos da investigação

No caso concreto do programa de Física e Química A do 10.º ano, estas estratégias podem ser alocadas ao ensino da geometria molecular. Determinar e visualizar a geometria de diferentes moléculas a partir da TRPEV constitui um conceito abstrato, no qual os alunos revelam dificuldades. O processo de aprendizagem pode ser suportado por recursos mais interativos (Erlina, Cane, C., e Williams, D. P., 2018).

Assim, coloca-se a seguinte questão problema: **O uso de simuladores virtuais será facilitador de aprendizagens durante o ensino da Geometria Molecular?**

O objetivo principal desta investigação será averiguar se a utilização de um recurso digital contribui para aprendizagens adequadas de geometria molecular.

Pretende-se igualmente:

- O desenvolvimento de competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), destacando-se: *Saber científico, técnico e tecnológico; Pensamento crítico.*
- Habilitar os alunos com competências digitais, com a implementação de recursos digitais nas aulas, enquadrado no Plano de Ação para o Desenvolvimento Digital da Escola (Umbelino, A., Corker, C., e Ferrão, C., 2021).
- A concepção e implementação de uma proposta didática, que possa contribuir para a promoção da qualidade de intervenções didáticas dos professores de Química, deste modo promovendo nos alunos o desenvolvimento das competências pretendidas.

3. Metodologia

Na escolha de uma abordagem metodológica decide-se acerca da melhor forma de responder ao problema e questões de investigação. Assim, optou-se por um estudo descritivo e pela utilização de uma metodologia quantitativa, pois considerou-se importante recorrer à medição numérica para estabelecer os padrões de comportamento de uma população (um grupo de 49 alunos) – privilegiando o recurso a instrumentos e a análise estatística. (Pardal, L., Lopes, E.S., 2011). Por outro lado, uma vez que o estudo descritivo é mais quantitativo e pressupõe a correta delimitação do problema, é utilizado neste estudo para permitir inferir quantitativamente as conclusões.

Esta é uma investigação de natureza empírica, uma vez que vai decorrer em contexto de experiência na sala de aula. Este projeto insere-se num paradigma construtivista em termos epistemológicos, axiológicos e ontológicos e inscreve-se numa abordagem quantitativa (Mineiro, M., Alves, M. A., & Ferreira, L. G., 2022).

Para responder à questão-problema e aos objetivos propostos na investigação, foi desenvolvida uma proposta didática baseada num simulador, integrada numa aula sobre geometria molecular, para duas turmas do 10º ano. Nesta proposta incluem-se modelos físicos e modelos virtuais, conforme recomendado pela bibliografia (Dori, Y. J., e Barak, M., 2001).

O instrumento selecionado para a recolha de dados foi uma ficha de avaliação elaborada conforme os objetivos da investigação – Anexo I. Esta ficha de avaliação será realizada no final da aula, como meio de recolha de evidências de reconceptualizações dos alunos depois de submetidos àquela proposta didática.

3.1 Participantes

No total 49 alunos do 10º ano participaram neste estudo. Os alunos pertencem às duas turmas atribuídas em contexto de estágio pedagógico: 10ºC (26 alunos) e 10ºD (23 alunos). As suas idades estão compreendidas entre 14 e 18 anos à data de lecionação das aulas.

Os 24 alunos de uma terceira turma, 10ºA, participam no estudo como controlo.

3.2 Design do estudo e faseamento

Um projeto de investigação é um processo dinâmico e complexo, envolvendo a investigadora e os participantes. Por isso há necessidade de refletir desde cedo o *design* do estudo empírico (podendo estar sujeito a alterações), a planificação e a calendarização das diversas etapas do processo investigativo, de maneira a prever e conseguir dar resposta a eventuais imprevistos.

Uma aula sobre a geometria molecular será lecionada em cada uma das turmas, na mesma semana. Prevê-se que a aula do 10ºD terá lugar no dia 28 de novembro 2022, às 8h15, com a duração de 100 minutos, dividida em dois blocos de 50 minutos. A aula do 10ºC ocorrerá no dia 29 de novembro 2022, com a turma dividida no respetivo horário de turnos de laboratório. A aula de cada um dos turnos tem a duração de 65 + 60 minutos.

Esta aula será iniciada com uma revisão sobre a ligação química (covalente, metálica e iónica), tipos de ligação covalente (simples, dupla e tripla), regra do octeto, estrutura de Lewis, e a representação de fórmulas de estrutura.

Os novos conteúdos lecionados serão: a Teoria da Repulsão dos Pares Eletrónicos de Valência (TRPEV), e as cinco geometrias previstas nas aprendizagens essenciais do 10ºano – *linear, angular, triangular plana, piramidal trigonal e tetraédrica*.

Cada uma das cinco geometrias será exemplificada com moléculas conhecidas, conforme a tabela 1:

Geometria	Exemplos
Linear	Moléculas diatómicas: HF, Cl ₂ . CO ₂ ; CS ₂ ; BeH ₂
Angular	H ₂ O, SF ₂ , Cl ₂ O
Triangular plana	BH ₃ , CH ₂ O, CH ₂ S
Piramidal trigonal	NH ₃ , PF ₃ , PCl ₃
Tetraédrica	CH ₄ , CF ₄ , SiH ₄

Tabela 1 – Moléculas exemplificadas para cada geometria

Na apresentação de cada geometria, cada molécula vai ser desenhada no quadro conforme a sua estrutura de Lewis, com a participação dos alunos. Todas as geometrias serão visualizadas através de modelos 3D que os alunos poderão manipular (fig. 1) e em simulador PhET ®. Pretende-se que cada aluno utilize o simulador de forma individual e independente, conforme descrito no ponto 2.3.



Fig. 1 – Modelos moleculares correspondentes às cinco geometrias lecionadas

Nos últimos 25 minutos de aula será distribuída a ficha de avaliação aos alunos, para avaliação da consolidação de conhecimentos – Anexo 1.

3.3 Simulador PhET®

O simulador PhET® Geometria Molecular encontra-se disponível gratuitamente em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-shapes. Este endereço eletrônico será previamente disponibilizado na *Classroom* de cada uma das turmas.

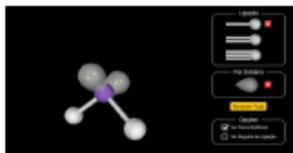
Inicialmente será realizada uma breve apresentação sobre o funcionamento do simulador: a um átomo central, representado a roxo, podem ser adicionadas ligações covalentes simples, duplas, triplas e pares de elétrons não ligantes. A molécula formada assume a geometria mais favorável tendo em conta as repulsões presentes.

Seguem-se as representações em simulador das cinco geometrias lecionadas:

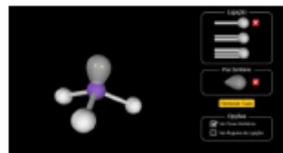
Geometria linear



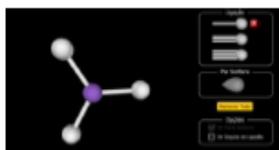
Geometria angular



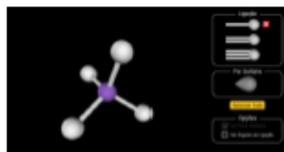
Geometria piramidal trigonal



Geometria triangular plana



Geometria tetraédrica



No decorrer da aula, durante a apresentação de cada uma das geometrias, estas serão representadas no simulador, e projetadas para toda a turma. Ao mesmo tempo, será solicitado aos alunos que, de modo independente, acedam ao simulador nos seus telemóveis para representar autonomamente a estrutura projetada.

3.4 Recolha de dados e análise dos resultados

Na ficha de avaliação, composta por 12 questões, correspondentes a 12 moléculas, os alunos deverão indicar a fórmula de estrutura de cada molécula e designar a sua geometria. A correta representação da fórmula de estrutura vale 50% e o correto nome da geometria vale igualmente 50%.

Deste modo encontram-se definidas 24 respostas, do tipo certo, errado e não respondida. Os resultados serão registados numa tabela em Excel, convertidos em percentagem, e ordenados de forma crescente, por turma, e no conjunto das turmas. Com estes dados serão calculadas a média e a mediana dos resultados, e serão construídos histogramas, por turma (10^oA, 10^oC, 10^oD) e por total de alunos (10^oC e 10^oD).

Serão ainda analisadas as questões com maiores e menores percentagens de respostas corretas, através do cálculo das médias de acertos da fórmula de estrutura e do nome da geometria.

A nível de resultados esperados, é expectável que os alunos adiram à atividade com simulador com entusiasmo e motivação e que deste modo a estratégia de ensino proposta favoreça a aprendizagem dos alunos, permitindo que construam corretamente as estruturas tridimensionais e as convertam na sua própria imagem mental.

4. Referências bibliográficas

- Abdinejad, M., *et al.* (2021). Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 87–96.
- Biswajit, B. (2019). Misconceptions in Shape of Molecule: Evidence from 9th grade science students. *Educational Research and Reviews*, 14(12), 410–418.
- Brown, C. E., *et al.* (2021). Visualizing molecular structures and shapes: A comparison of virtual reality, computer simulation, and traditional modeling. *Chemistry Teacher International*, 3(1), 69–80.
- Dori, Y. J., & Barak, M. (2001). Virtual and Physical Molecular Modelling: Fostering Model Perception and Spatial Understanding. *Educational Technology & Society*, 4(1), 61–74.
- Erlina, Cane, C., e Williams, D. P. (2018). Prediction! the VSEPR Game: Using Cards and Molecular Model Building to Actively Enhance Students' Understanding of Molecular Geometry. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 991–995.
- Ferk, V., *et al.* (2003). Students' understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1227–1245.
- Harle, M., e Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351–360.
- Jiménez, Z. A. (2019). Teaching and Learning Chemistry via Augmented and Immersive Virtual Reality [Chapter]. In *Technology Integration in Chemistry Education and Research (TICER)* (pp. 31–52). American Chemical Society.
- Jones, O. A. H., e Spencer, M. J. S. (2018). A Simplified Method for the 3D Printing of Molecular Models for Chemical Education. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 88–96.
- Mineiro, M., Alves, M. A., & Ferreira, L. G. (2022). Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. *Momento - Diálogos Em Educação*, 31(3), 201–218.
- Nkosi, T., e Mnguni, L. (2020). The impact of physical molecular models on students' visuo-semiotic reasoning skills related to the Lewis structure and ball e stick model of ammonia. *Journal of Baltic Science Education*, 19(4), 594–604.
- Pardal, L., Lopes, E.S. (2011). Métodos e técnicas de investigação social. Porto: Areal Editores. ISBN: 978-989-647-254-2.

Paukstelis, P. J. (2018). MolPrint3D: Enhanced 3D Printing of Ball-and-Stick Molecular Models. *Journal of Chemical Education*, 95, 169–172.

Pernaa, J., e Wiedmer, S. (2020). A systematic review of 3D printing in chemistry education - Analysis of earlier research and educational use through technological pedagogical content knowledge framework. *Chemistry Teacher International*, 2(2), 1–16.

Phankingthongkum, S., e Limpanuparb, T. (2021). A virtual alternative to molecular model sets: a beginners' guide to constructing and visualizing molecules in open-source molecular graphics software. *BMC Research Notes*, 14(66), 1–7.

Pietikäinen, O., et al., (2021). VRChem: A Virtual Reality Molecular Builder. *Applied Sciences*, 11(10767), 1–18.

Sartaş, M. T. (2015). Chemistry teacher candidates' acceptance and opinions about virtual reality technology for molecular geometry. *Educational Research and Reviews*, 10(20), 2745–2757.

Seritan, S. et al., (2021). InteraChem: Virtual Reality Visualizer for Reactive Interactive Molecular Dynamics. *Journal of Chemical Education*, 98, 3486–3492.

Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459–480.

Umbelino, A., Corker, C., e Ferrão, C. (2021) – Escola Secundária Infanta D. Maria – Plano de Ação para o desenvolvimento digital da escola.

ANEXO 1



Geometria Molecular

Turma _____ Data ____/____/____

Preveja a geometria das seguintes moléculas:

1. PH_3

2. OF_2

3. SiCl_4

4. NCl_3

5. CCl_4

Núcleo de estágio 2022-2023

6. CS₂

7. BeCl₂

8. CH₂O

9. BF₃

10. SF₂

11. SiF₄

12. SO₃

Núcleo de estágio 2022-2023

Anexo XV – Resultados dos questionários na turma 10°C

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Total	%		
	Estrutura	Nome																										
A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50		
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00		
C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33		
D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	79,17		
E	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13	54,17		
F	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24	100,00		
G	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13	54,17		
H	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33		
I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	70,83		
J	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83		
L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13	54,17		
M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67		
N	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24	100,00		
O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	50,00		
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67		
Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8	33,33		
R	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	45,83		
S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50		
T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50		
U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83		
V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83		
X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24	100,00		
Z	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	91,67		
AA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	58,33		
BB	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24	100,00		
CC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	50,00		
Total	21	20	20	20	20	21	19	18	23	26	23	20	22	21	19	18	15	24	13	16	16	26	23	12	10	75,64	média	
																											81,25	mediana

Anexo XVI – Resultados dos questionários na turma 10ºD

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Total	%	
	Estrutura	Nome	Estrutura	Nome	Estrutura	Nome	Estrutura	Nome	Estrutura	Nome	Estrutura	Nome															
A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10	41,67	
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	91,67	
C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83	
D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67	
E	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	58,33	
F	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	70,83	
G	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	58,33	
H	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	79,17	
I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	62,50	
J	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33	
K	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	45,83	
L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	25,00	
M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00	
N	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	79,17	
O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	50,00	
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00	
Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	79,17	
R	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50	
S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	70,83	
T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	25,00	
U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	37,50	
V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	50,00	
Z	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33	
Total	22	19	17	15	22	15	13	13	13	13	13	13	14	14	7	3	18	12	10	10	20	12	10	20	64,86	média	
																										70,83	mediana

Anexo XVII – Resultados dos questionários na turma 10ªA

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Total	%	
	Estrutura	Nome																									
A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13	54,17	
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	70,83	
C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50	
D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67	
E	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	62,50	
F	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	79,17	
G	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33	
H	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00	
I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83	
J	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8	33,33	
L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	83,33	
M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	91,67	
N	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23	95,83	
O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00	
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	62,50	
Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7	29,17	
R	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67	
S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	62,50	
T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	91,67	
U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	66,67	
V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18	75,00	
X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21	87,50	
Z	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	91,67	
AA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	62,50	
Total	20	21	21	21	23	23	16	20	22	23	18	23	11	19	13	17	15	17	13	17	21	23	2	11	72,92	média	
																										75,00	mediana

Anexo XVIII – Plano de aula "Conservação da Energia Mecânica"

Plano de aula – *Conservação da Energia Mecânica*

10.º ano

28/02/2023; 02/03/2023

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e movimentos

Conteúdos:

- Forças conservativas
- Energia potencial, energia cinética e energia mecânica

Sumário: Energia mecânica, forças conservativas e conservação da energia mecânica.

Aprendizagens essenciais

- Analisar situações do quotidiano sob o ponto de vista da conservação da energia mecânica, identificando transformações de energia e transferências de energia.

Recursos

- Manual escolar adotado
- Computador
- Rampa e esferas

Atividades propostas / Desenvolvimento

- Rever os conteúdos de aulas anteriores, nomeadamente: energia cinética, energia potencial, e as duas fórmulas matemáticas de aplicação.
- Analisar as fórmulas matemáticas, e concluir que a Energia potencial aumenta com aumento de m ou h ; e que a Energia cinética aumenta com aumento de m ou v .
- Colocar uma questão motivadora: podemos converter Energia cinética em Energia potencial; e Energia potencial em Energia cinética?
- Apresentar, no quadro, o exemplo do pêndulo, onde na subida se verifica a conversão de Energia cinética em Energia potencial, e na descida se verifica a conversão de Energia potencial em Energia cinética.

- Apresentar a Energia mecânica de um sistema como a soma da Energia cinética e Energia potencial do sistema.
- Através de demonstração, no quadro, chegar à Lei da Conservação da Energia Mecânica: quando sobre um sistema só atuam forças conservativas e/ou forças não conservativas que não realizam trabalho, a sua energia mecânica mantém-se constante.
- Referir que, quando a energia mecânica se mantém constante significa que:
 - se a energia cinética diminui, a energia potencial aumenta;
 - se a energia cinética aumenta, a energia potencial diminui;
- Realizar uma demonstração na sala de aula, (Experiência de Galileu): com uma rampa em forma de U, e esferas, largar uma esfera de uma altura definida, e verificar que, em condições ideais, a esfera atinge a altura equivalente do outro lado.
- Realizar o ex. 5 da pg. 39 do manual, e os exercícios 3 e 4 da ficha "*Energia mecânica, forças conservativas e conservação da energia mecânica*".

Anexo XIX – Notas de apoio à aula "Conservação da Energia Mecânica"



Notas de apoio da aula "Conservação da Energia Mecânica"

10º ano

28/02/2023; 02/03/2023

Exposição no quadro Notas de apoio	
Revisão	<p>Estudaram em aulas anteriores que um sistema <i>corpo + Terra</i> tem associados 2 tipos fundamentais de Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energia potencial gravítica (E_p) $E_p = mgh$ E_p aumenta com o aumento de m e h - Energia cinética (E_c) $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ E_c aumenta com o aumento de m e v
Ex. Pêndulo	<p>Podemos converter E_c em E_p? E podemos converter E_p em E_c?</p> <p><u>Exemplo: Movimento de um pêndulo</u></p> <p>Representação das forças a atuar no pêndulo: <i>Peso</i> e <i>Tensão</i></p> <p>A <i>Tensão</i> é perpendicular ao deslocamento: trabalho da força é nulo</p> $W_T = T d \cos 90 = 0$ <p>O <i>Peso</i> é uma Força conservativa (FC).</p> <p><u>Subida do pêndulo:</u> Energia cinética transforma-se em Energia potencial</p> <p>Aumenta $h \rightarrow E_p$ aumenta Diminui $v \rightarrow E_c$ diminui</p>

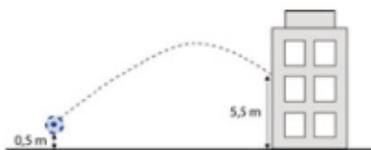
	<p><u>Descida do pêndulo:</u> Energia potencial transforma-se em Energia cinética</p> <p>Diminui $h \rightarrow Ep$ diminui Aumenta $v \rightarrow Ec$ aumenta</p>
Energia Mecânica	<p>Energia Mecânica de um sistema é a soma da Energia cinética com a Energia potencial</p> $Em = Ec + Ep$ $Em = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ <p>Será que a Energia Mecânica varia? Será que se mantém constante?</p> $\Delta Em = Em_f - Em_i \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow \Delta Em = (Ec_f + Ep_f) - (Ec_i + Ep_i)$ $\Leftrightarrow \Delta Em = Ec_f - Ec_i + Ep_f - Ep_i$ $\Leftrightarrow \Delta Em = \Delta Ec + \Delta Ep$ <p>Do Teorema da Energia Cinética:</p> $W_{F_T} = \Delta Ec \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow W_{FC} + W_{FNC} = \Delta Ec$ <p>1) Considerando que apenas atuam Forças conservativas (FC); ou se, atuando Forças não conservativas (FNC), $W_{FNC} = 0$:</p> $W_{FC} = \Delta Ec$ <p>2) Sendo o Peso uma Força conservativa:</p> $W_{FC} = W_p = -\Delta Ep$ $-\Delta Ep = \Delta Ec \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow \Delta Ec + \Delta Ep = 0 \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow \Delta Em = 0 \rightarrow Em = constante$ <p>Conservação da Energia Mecânica: Se num sistema apenas atuarem Forças conservativas (FC), ou se atuando Forças não conservativas (FNC) estas não realizarem trabalho, a Energia Mecânica do sistema mantém-se constante.</p>

Anexo XX – Ficha formativa de apoio à aula "Conservação da Energia Mecânica"

Ficha de avaliação para as Aprendizagens

Energia mecânica, forças conservativas e conservação da energia mecânica

- Um berlinde de 100 g é deixado cair de um andar que está 8,00 m acima da rua. A resistência do ar é desprezável. Considere o berlinde redutível ao seu centro de massa.
 - 1.1. Que trabalho realizou o peso do berlinde durante a queda?
 - 1.2. Calcule o módulo da velocidade do berlinde quando se encontra a 5,00 m acima da rua.
 - 1.3. Se tivesse sido atirado da mesma altura com velocidade de módulo $3,00 \text{ m s}^{-1}$, que energia cinética teria ao chegar ao solo?
- Uma bola de futebol, de massa 420 g, é chutada com uma velocidade de $15,0 \text{ m s}^{-1}$ de um ponto 0,5 m acima do nível do solo. A bola descreve uma trajetória parabólica, colidindo com um prédio a uma altura de 5,5 m do solo. Considere desprezável a resistência do ar.



Desde que foi lançada até colidir com o prédio, a variação de energia cinética da bola foi _____ e embateu no prédio com uma velocidade de módulo _____.

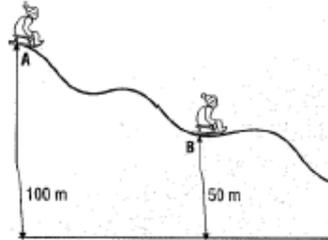
- (A) 28,3 J ... $10,5 \text{ m s}^{-1}$
- (B) 23,1 J ... $10,7 \text{ m s}^{-1}$
- (C) 21,0 J ... $11,2 \text{ m s}^{-1}$
- (D) 26,3 J ... $10,0 \text{ m s}^{-1}$

3. Um rapaz, partindo do repouso, desce num trenó uma pista gelada com a altura de 100 m. Sabendo que o sistema rapaz + trenó tem uma massa de 96 kg, determine:

3.1 A energia cinética do sistema na base da pista

3.2 A velocidade do sistema quando se encontra a meia altura da pista

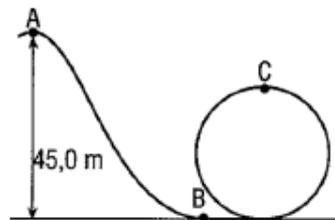
3.3 A altura de um ponto em que o sistema passa com velocidade de $35,0 \text{ m s}^{-1}$.



4. Na montanha russa representada, um carrinho, após uma descida de uma altura de 45m, atinge o ponto B com uma velocidade de 110 km h^{-1} . Os atritos são desprezáveis. Calcule:

4.1 A velocidade com que passa no ponto A

4.2 A altura a que se encontra o ponto C, sabendo que a velocidade com que o carrinho aí passa é de 67 km h^{-1} .

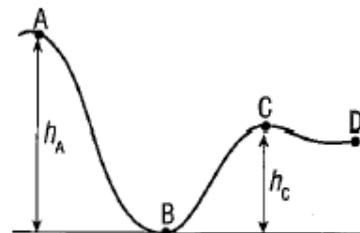


5. Um carrinho parte do ponto A com velocidade nula e percorre o trajeto ABCD.

5.1 Desprezando as forças de atrito, deduza a expressão que permite calcular a velocidade com que o carrinho passa no ponto B, em função da altura h_A de que parte.

5.2 Que alteração sofreria o valor da velocidade nesse ponto se o carrinho tivesse o dobro da massa?

5.3 Sabendo que $h_A = 15,0 \text{ m}$ e $h_C = 10,0 \text{ m}$, calcule a velocidade do carrinho nos pontos B e C.



Anexo XXI – Plano de aula "Associações em série e em paralelo"



Plano de aula – Associações em série e em paralelo

10.º ano

02/05/2023; 04/05/2023

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e fenómenos elétricos

Conteúdos:

- Associações em série e em paralelo: diferença de potencial elétrico e corrente elétrica.

Sumário: Associações de componentes elétricos em série e em paralelo.

Aprendizagens essenciais

- Montar circuitos elétricos, associando componentes elétricos em série e em paralelo, e, a partir de medições, caracterizá-los quanto à corrente elétrica que os percorre e à diferença de potencial elétrico nos seus terminais.

Recursos

- Manual escolar adotado
- Computador
- Simulador PhET – “Kit de construção de circuitos” – https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt.html
- Circuitos – fios, lâmpadas, pilhas, garras

Atividades propostas / Desenvolvimento

- Rever os conteúdos anteriores, nomeadamente: componentes de circuitos, sentidos da corrente elétrica, grandezas elétricas e Lei de Ohm.
- Colocar uma questão motivadora: como se podem associar os componentes elétricos num circuito?
- Com recurso ao simulador “Kit de construção de circuitos”, representar circuitos simples em série.

- Fazer notar, com a introdução de um Amperímetro, que a corrente elétrica é igual em qualquer ponto do circuito.
- Demonstrar, com a introdução de um Voltímetro, que numa associação de resistências elétricas em série, a diferença de potencial elétrico nos extremos da associação das resistências elétricas é igual à soma das diferenças de potencial elétrico nos extremos de cada resistência elétrica.
- Demonstrar, com circuitos elétricos previamente preparados, que uma lâmpada isolada apresenta mais brilho que duas lâmpadas em série.
- Demonstrar, com circuitos elétricos previamente preparados, que com duas lâmpadas em associadas em série, quando uma delas se funde, a outra não acende.
- Com recurso ao simulador “*Kit de construção de circuitos*”, representar circuitos simples em paralelo.
- Fazer notar, com a introdução de Amperímetros, que a corrente elétrica no circuito principal é igual à soma das correntes elétricas nos circuitos derivados.
- Demonstrar, com a introdução de um Voltímetro, que numa associação de resistências elétricas em paralelo, a diferença de potencial elétrico nos terminais das resistências elétricas associadas é igual.
- Demonstrar, com circuitos elétricos previamente preparados, que com duas lâmpadas em associadas em paralelo, quando uma delas se funde, a outra lâmpada continua acesa.
- Realizar o exercício 1 da pg. 99 do manual, e o ex. 113 da pg. 45.

Anexo XXII – Notas de apoio à aula "Associações em série e em paralelo"



REPÚBLICA
PORTUGUESA

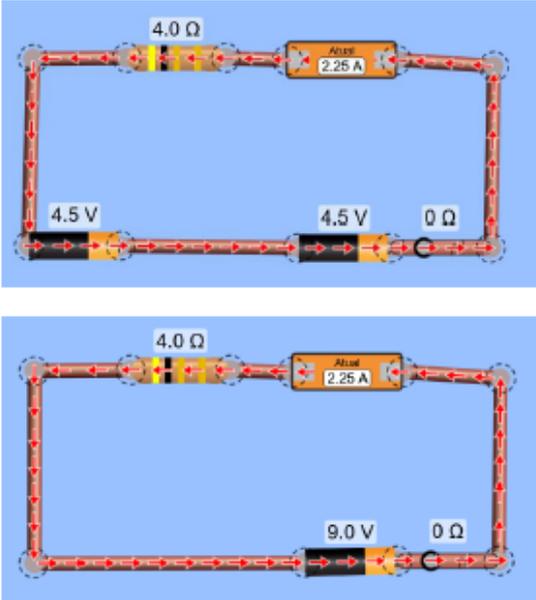
EDUCAÇÃO



Notas de apoio da aula "Associações em série e em paralelo"

10º ano

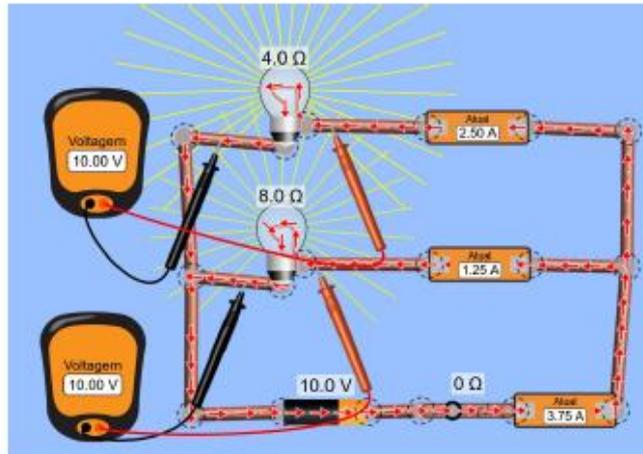
02/05/2023; 04/05/2023

Exposição no quadro e uso do simulador	
Revisão	<p><u>Eletricidade 9º ano:</u></p> <p>Componentes de circuitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fontes de energia: pilha, bateria, gerador... - recetores de energia: lâmpadas, motor ... <p>Grandezas elétricas: Corrente (I), tensão (U), resistência (R)</p> <p>Lei de Ohm: $R = \frac{U}{I}$</p>
Associações em série	<p>Questão: pretendo obter uma força eletromotriz de 9 V, mas só disponho de pilhas de 4,5 V. Como proceder?</p> <p>Exemplos de circuitos no simulador:</p> 

	<p>Associamos geradores em série para conseguir uma força eletromotriz (ϵ) maior $\rightarrow \epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2$</p> <p>Com a introdução de um Amperímetro e de Voltímetros num circuito com lâmpadas associadas em série, verificamos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a corrente elétrica é igual em qualquer ponto do circuito • a diferença de potencial elétrico nos extremos da associação das lâmpadas elétricas é igual à soma das diferenças de potencial elétrico nos extremos de cada lâmpada elétrica  <p>$I = 1,25 \text{ A}$</p> <p>$U = U_1 + U_2 = 5,00 + 5,00 = 10 \text{ V}$</p>
<p>Associações em paralelo</p>	<p>Questão: Qual é a desvantagem de uma associação em série?</p> <p>No caso de uma lâmpada fundir, o circuito fica interrompido. Assim, a maneira usual de associações é em paralelo, pois deste modo garantimos sempre um caminho fechado para a corrente.</p> <p>Numa associação em paralelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a corrente elétrica no circuito principal é igual à soma das correntes elétricas nos circuitos derivados $\rightarrow I = I_1 + I_2$ • a diferença de potencial elétrico nos terminais das lâmpadas associadas é igual

$$I = 2,50 + 1,25 = 3,75 \text{ A}$$

$$U = 10,00 \text{ V}$$



Anexo XXIII – Projeto de Investigação Educacional em Física



Conceções alternativas de calor e temperatura

Joana Patrícia Oliveira Couto

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e
no Ensino Secundário

Projeto de Investigação Educacional em Física

Índice

Introdução	3
1. Revisão da bibliografia	4
2. Metodologia	6
2.1 Participantes.....	6
2.2 Caracterização das turmas	6
2.3 Pré e pós-teste	7
2.4 Experiência	7
2.5 Recolha de dados e análise dos resultados.....	9
3. Resultados e discussão.....	10
3.1 Pré e pós-teste: Classificações por turma	11
3.2 Classificações gerais por turma.....	12
3.3 Pré e pós-teste: questões de escolha múltipla	14
4. Conclusão	18
5. Referências bibliográficas	19

Introdução

O ensino da física nas escolas encontra-se limitado pelas concepções alternativas dos alunos. Estas são parcialmente responsáveis pelas baixas notas na disciplina (Fenditasari, K. *et al.*, 2020).

Concepções erradas ou alternativas na física, podem surgir nos seus diversos tópicos: calor e temperatura, circuitos, forças, etc. Na área da termodinâmica as concepções erradas são mais marcantes, devido ao conflito entre o uso incorreto da linguagem comum, dos termos *calor*, *temperatura*, e as definições científicas. Assim, é muito comum que os alunos detenham concepções erradas na termodinâmica (Alwan, A., 2011; Fenditasari, K. *et al.*, 2020).

Este Projeto de Investigação em Física envolveu os alunos de duas turmas do 10º ano da Escola Secundária Infanta D. Maria, no âmbito do Estágio pedagógico do Mestrado em Ensino de Física e de Química do 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Nesta investigação são estudadas as concepções alternativas que estes alunos desenvolveram, sobre a termodinâmica.

Encontra-se estruturado em quatro partes: revisão da bibliografia, metodologia, resultados e conclusões

1. Revisão da bibliografia

A estrutura conceptual de uma criança desenvolve-se a partir das suas vivências diárias, e encontra-se sujeita a mudanças conforme transita para a idade adulta (Alwan, A., 2011). A compreensão que um aluno tem de determinado assunto, desenvolvida a partir das suas experiências, é designada *concepção* (Royani, A., & Setyarsih, W., 2022).

Frequentemente se verifica que a compreensão do mundo por um indivíduo, não é concordante com a explicação científica dos conceitos (Alwan, A., 2011). Diz-se que desenvolveram concepções erradas, ou alternativas, quando as concepções dos alunos são inconsistentes com a científica (Suliyannah, Putri e Rohmawati, 2018).

Uma das áreas da física, a termodinâmica apresenta diversas dificuldades conceptuais. Estas são normalmente intuitivas e surgiram por experiência, na infância através da interação com o ambiente físico e social (Lewis, E. e Linn, M., 1994; Yeo, S. e Zadnik, M., 2001). Crianças sem terem recebido qualquer ensino formal, aprendem por experiência que os materiais se apresentam quentes ou frios ao toque (Carlton, K., 2000; Yeo, S. e Zadnik, M., 2001). Cerca dos 8 anos de idade surge a noção de calor como algo mais dinâmico que flui entre corpos, uma concepção consistente com a teoria do calórico (Carlton, K., 2000). Estes conceitos permanecem até às idades de 15-16 anos, quando normalmente os alunos se deparam com os primeiros programas escolares de termodinâmica (Carlton, K., 2000).

Por outro lado, o uso incorreto da linguagem comum, ou a terminologia inconsistente presente em livros, podem potenciar a aquisição de concepções erradas (Alwan, A., 2011; Yeo, S. e Zadnik, M., 2001). Os conceitos *calor* e *temperatura* não são corretamente diferenciados, e por vezes *calor* é confundido com *energia interna* (Harrison, A.G., Grayson, D. J., e Treagust, D.F., 1999). Os dois conceitos, *calor* e *temperatura*, são também utilizados como sinónimos (Köhnlein, J. F., e Peduzzi, S. S., 2002).

Expressões comuns como “*medir a temperatura*”, o uso de materiais para fins de isolamento, podem igualmente gerar confusão em conceitos como condutores e isolantes (Yeo, S. e Zadnik, M., 2001).

A literatura sugere a existência de concepções alternativas mais comuns relativamente ao calor e temperatura (Olahanmi, E. O. e Doyoyo, M., 2014; Thomaz, M. *et al*, 1995):

- (i) O calor é uma substância nos objetos, que flui entre eles;
- (ii) Distinção incorreta ou não diferenciação entre calor e temperatura;
- (iii) Diferentes sensações ao tacto implicam diferentes temperaturas, não tendo em conta o conceito de equilíbrio térmico;
- (iv) Considerar que o aquecimento implica sempre um aumento de temperatura – não considerando a temperatura numa transição de estado.

A literatura refere ainda que é fundamental que os alunos dominem os seguintes conceitos na termodinâmica são: *equilíbrio térmico*, *calor* e *temperatura* (Carlton, K., 2000). Alunos que não consigam realizar uma distinção correta entre *calor* e

temperatura, terão uma estrutura conceptual errada para aplicação a outros aspetos de termodinâmica, como a condução de energia térmica (Yeo, S., & Zadnik, M., 2001).

Na aprendizagem de novos conceitos, as conceções erradas e alternativas constituem um obstáculo. Quanto mais firmes forem, mais difícil se torna a mudança de estrutura conceptual do aluno (Fenditasari, K. *et al.*, 2020).

Este efeito pode ser mitigado com recurso a estratégias construtivistas na educação, que definem a necessidade de determinar o conhecimento prévio que o aluno detém, e a partir daqui desenvolver a compreensão científica dos conceitos (Carlton, K., 2000). Lewis, E. e Linn, M. (1994) concluíram que uma mudança conceptual é muito mais provável quando o ensino é realizado sobre as aprendizagens adquiridas intuitivamente. O estudo de Köhnlein e Peduzzi (2002) reforça igualmente esta estratégia.

No programa de termodinâmica do 10º ano, o subdomínio "*energia, fenómenos térmicos e radiação*" tem como objetivo geral a compreensão dos processos e mecanismos de transferências de energia entre sistemas termodinâmicos. Entre as metas curriculares, encontram-se:

- indicar que a *temperatura* é uma propriedade que determina se um sistema está ou não em equilíbrio térmico com outros, e que o aumento de temperatura de um sistema implica, em geral, um aumento da energia cinética das suas partículas;
- identificar *calor* como a energia transferida espontaneamente entre sistemas a diferentes temperaturas (MEC, 2014).

Tendo em conta o programa de FQ 10º ano, o objetivo principal desta investigação é identificar as conceções alternativas dos estudantes, relativamente aos termos "*calor*" e "*temperatura*". Pretende-se igualmente determinar se a realização de uma experiência em contexto de sala de aula pode ter influência na mudança conceptual.

2. Metodologia

Esta é uma investigação de natureza empírica, uma vez que decorreu em contexto de experiência na sala de aula, com duas turmas (10^oC e 10^oD). Neste estudo os instrumentos selecionados para recolha de dados foram um pré-teste e um pós-teste – Anexo I.

No início da leção do subdomínio “*Energia, fenómenos térmicos e radiação*”, as duas turmas responderam ao pré-teste. Posteriormente numa das turmas, 10^oC, foi realizada uma experiência sobre “retenção de calor”; a turma 10^oD é a turma controlo.

Após a realização da atividade na turma experimental, os alunos responderam ao pós-teste. No final da unidade lecionada, foi realizado o pós-teste na turma 10^oD, como turma de controlo.

2.1 Participantes

No total 52 alunos do 10^o ano participaram neste estudo. Os alunos pertencem às duas turmas atribuídas em contexto de estágio pedagógico: 10^oC (28 alunos) e 10^oD (24 alunos), de idades compreendidas entre 15 e 18 anos.

2.2 Caracterização das turmas

A turma 10^oC é constituída por 28 alunos, 14 rapazes e 14 raparigas, de idades entre os 13 e 16 anos, com média de 14,8 anos a 15 de setembro.

Dos 28 alunos, 24 têm nacionalidade portuguesa, 3 são de nacionalidade brasileira e 1 tem nacionalidade sul-africana. Este último é o único aluno da turma que não tem como língua materna a língua portuguesa. Nenhum dos alunos apresenta retenções no ano de escolaridade atual, nem obteve classificações negativas no ano letivo anterior.

A turma 10^oD é constituída por 24 alunos, sendo 14 raparigas e 10 rapazes, de idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos, com uma média de idades de 15 anos.

18 dos alunos da turma 10^oD têm nacionalidade portuguesa, 4 são de nacionalidade brasileira, 1 de nacionalidade angolana e 1 tem nacionalidade iraniana. O aluno iraniano é o único com língua materna diferente do português, com a particularidade de ter um alfabeto diferente do alfabeto europeu. No início do ano letivo, este aluno comunicava em inglês na comunidade escolar, tendo posteriormente apresentado alguma adaptação à língua portuguesa.

Nesta turma, dois alunos apresentam retenções no 10^o ano de escolaridade, e dois alunos obtiveram 3 ou mais classificações negativas no final do ano letivo anterior.

Um dos alunos no 10ºD apresenta dislexia, tendo por isso um conjunto de medidas de suporte à aprendizagem, conforme Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho.

2.3 Pré e pós-teste

O documento utilizado como pré e pós-teste encontra-se no Anexo I. É constituído por 6 questões de escolha múltipla e duas de resposta escrita.

As questões de resposta escrita pretendem aferir quais as conceções dos alunos relativamente aos conceitos “calor” e “temperatura”.

As questões de escolha múltipla foram retiradas da bibliografia (Yeo, S. e Zadnik, M., 2001). Nestas questões encontram-se subjacentes algumas conceções alternativas:

Questão	Conceções alternativas
1	<i>O calor não é quantificável</i> <i>Um corpo frio não contém calor</i>
2	<i>A temperatura é propriedade de um objeto</i>
3	<i>O tacto pode determinar a temperatura</i> <i>A temperatura é propriedade de um objeto</i>
4	<i>O calor não é energia</i> <i>O calor é uma substância</i> <i>Um corpo frio não contém calor</i>
5	<i>Materiais como a lã têm capacidade de aquecer</i> <i>Um corpo frio não contém calor</i>
6	<i>Alguns materiais apresentam resistência ao aquecimento</i>

Tabela 1 – Correspondência entre as questões do pré-teste e possíveis conceções alternativas (Yeo, S. e Zadnik, M., 2001).

2.4 Experiência

Na turma experimental, 10ºC, foi realizada uma experiência após a leção do subdomínio “Energia, fenómenos térmicos e radiação”.

São necessários 3 gobelés de 250 mL, que são enchidos em iguais níveis com água fervida. Cada um dos gobelés é revestido com um dos 3 materiais: papel preto, papel de

alumínio ou plástico de bolhas. O objetivo desta experiência é determinar qual dos materiais melhor funciona como isolante.

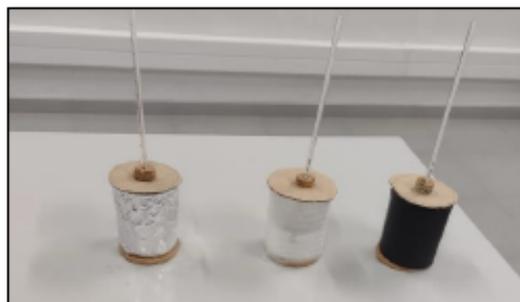


Fig. 1 – Realização da experiência de retenção de calor.

Cada um dos gobelés assenta numa base de cortiça, que minimiza as perdas por condução; e é coberto com cartão, minimizando as perdas por convecção. Com a participação dos alunos foram registados os valores de temperatura registados por cada termómetro de 2 em 2 minutos, até aproximadamente 15-20 minutos.

As temperaturas registadas foram as seguintes:

t (min)	T(°C)		
	Papel preto	Plástico de bolhas	Papel de alumínio
0	85,0	87,0	87,5
2	82,0	84,0	85,5
4	78,0	81,5	83,0
6	75,0	79,5	80,5
8	72,0	76,5	78,5
10	70,0	75,0	76,5
12	67,0	72,5	75,0
14	65,0	70,5	73,0

Tabela 2 – Temperaturas registadas na realização da experiência

2.5 Recolha de dados e análise dos resultados

A nível de resultados esperados, é expectável que os alunos adiram à atividade experimental com motivação, entusiasmo e sentido crítico. É igualmente esperado que os resultados de pós-teste sejam superiores comparativamente ao do pré-teste, tanto na turma experimental como na turma controlo.

Na análise das respostas de escolha múltipla, consideraram-se resposta certa e resposta errada. Os resultados foram registados numa tabela em Excel, convertidos em percentagem, e ordenados de forma crescente, por turma. Com estes dados foram calculadas a média, valor máximo e mínimo dos resultados, e foram construídos histogramas de distribuição das classificações, por turma.

Foram ainda analisadas as questões de escolha múltipla com maiores e menores percentagens de respostas corretas, no pré e pós-teste.

Na análise das questões de resposta escrita, foram identificadas as principais conceções erradas existentes, se estas se mantiveram na aplicação do pós-teste, e se são coerentes com as conceções descritas em literatura.

3. Resultados e discussão

A aplicação do pré-teste permitiu a identificação das concepções de *calor* e *temperatura* existentes entre os alunos. Na tabela 3 encontram-se listadas as principais concepções referidas nas respostas dos alunos, em pré e pós-teste.

Concepção	Nº de respostas			
	Turma experimental		Turma controlo	
	Pré-teste n=28	Pós-teste n=27	Pré-teste n=23	Pós-teste n=22
<i>Calor é a energia transferida entre dois sistemas a diferentes temperaturas</i>	7	16	1	3
<i>Calor é a energia transferida entre dois sistemas a diferentes temperaturas, até se atingir o equilíbrio térmico</i>	3	1		
<i>Calor é uma forma ou processo de transferência de energia</i>	13	10	4	8
<i>Calor é uma temperatura elevada, algo quente</i>	1		2	
<i>Calor é a transferência de energia na forma de temperatura de um corpo para o outro</i>			1	3
<i>Calor é a agitação das partículas</i>			3	
<i>Temperatura relaciona-se com a agitação das partículas no sistema; uma maior agitação corpuscular, implica uma maior temperatura</i>	9	13	1	3
<i>Temperatura mede a energia interna; Uma maior temperatura implica maior energia interna</i>		2	1	1
<i>Temperatura é uma propriedade física que permite saber se dois corpos estão em equilíbrio térmico</i>	6	4	1	7
<i>Temperatura é uma propriedade dos corpos / característica de um material</i>	4	5	1	2
<i>Temperatura indica o quão frio/quente algo está; Mede o calor ou frio de um objeto</i>	1	2		2
<i>Temperatura quantifica o calor</i>	1		4	
<i>Temperatura é uma escala, de unidade Kelvin</i>			4	

Tabela 3 – Concepções de calor e temperatura, no pré e pós-teste.

Destaca-se que nenhum dos alunos definiu *calor* como uma “*substância*”. Mesmo em respostas mais curtas, era visível a noção prevalente do *calor* como “*energia*”.

Respostas mais completas definem o corretamente calor como uma forma de energia, que flui entre corpos devido às diferenças de temperatura. Algumas definições referem que isto acontece até se atingir o *equilíbrio térmico*. De pré para pós-teste esta definição alarga-se a mais alunos, o que é mais claramente verificado na turma experimental.

Na definição de temperatura, muitos alunos da turma experimental integram na sua resposta *agitação corpuscular*, *agitação de partículas*. Outros usam o termo *energia interna* na sua definição, sendo que este é um conceito presente no primeiro subdomínio do programa de FQ 10º ano.

Destaca-se na turma controlo, a conceção de 3 alunos, de que “*calor é a transferência de energia na forma de temperatura de um corpo para o outro*” – o conceito de que “*temperatura pode ser transferida*” é uma das conceções erradas que se encontra documentada (Alwan, A., 2011; Thomaz, M. *et al*, 1995; Yeo, S. e Zadnik, M., 2001).

Alguns alunos consideram que “*Temperatura é uma propriedade dos corpos*”, “*temperatura quantifica o calor*”, “*temperatura mede o calor ou frio de um objeto*”. Estas são outras conceções comuns, que permanecem em pós-teste (Alwan, A., 2011; Yeo, S. e Zadnik, M., 2001).

É visível que na turma controlo, a redefinição de conceitos de calor e temperatura, não foi tão bem sucedida como na turma experimental. Algumas conceções erradas permaneceram em pós-teste.

3.1 Pré e pós-teste: Classificações por turma

Nas figuras 2 e 3 verifica-se que a média percentual de classificações em pós-teste foi superior à do pré-teste, em ambas as turmas. A turma controlo sobe 9% e a experimental melhora 12%.

É um resultado que era expectável, tanto em controlo como em turma experimental. Considera-se que houve um bom desempenho, embora a turma controlo tenha revelado alguma resistência na redefinição das suas conceções de *calor* e *temperatura*, conforme anteriormente descrito.

Deve ter-se em conta que os alunos estudam normalmente para as épocas de avaliação. O pós-teste foi realizado após as provas de FQ de ambas as turmas, portanto é positivo notar bons resultados fora de uma época de avaliação. Revela que os alunos retiveram os conceitos e que houve dedicação na realização do pós-teste.

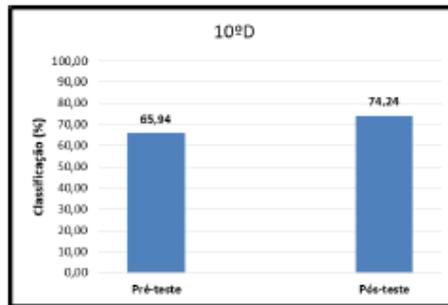


Fig. 2 – Classificações da turma controlo

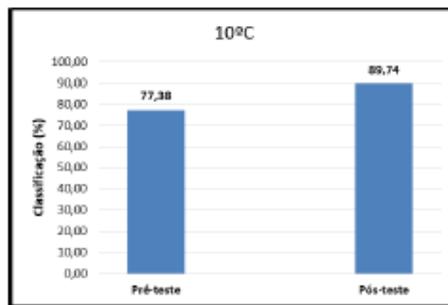


Fig. 3 – Classificações da turma experimental

3.2 Classificações gerais por turma

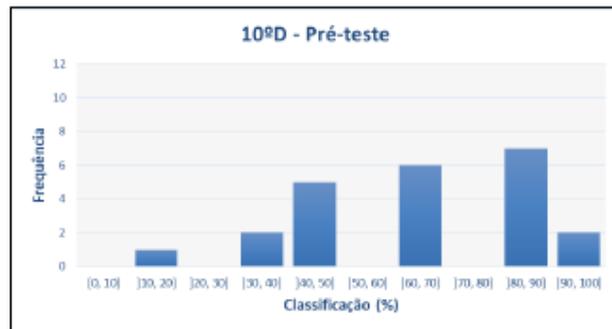


Fig. 4 – Classificações do pré-teste – turma controlo

Média: 65,9%
 Máximo: 100,0%
 Mínimo: 16,7 %

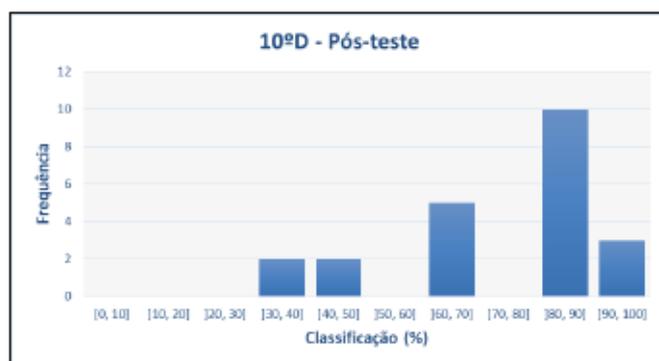


Fig. 5 – Classificações do pós-teste – turma controle

Média: 74,2%

Máximo: 100,0%

Mínimo: 33,3 %

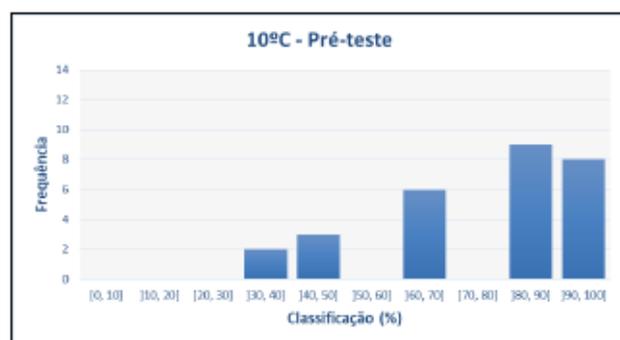


Fig. 6 – Classificações do pré-teste – turma experimental

Média: 77,4%

Máximo: 100,0%

Mínimo: 33,3 %

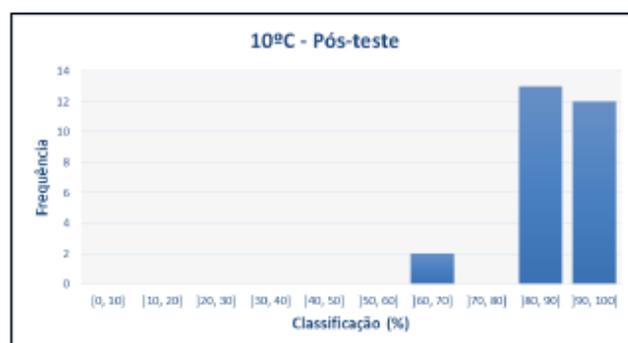


Fig. 7 – Classificações do pós-teste – turma experimental

Média: 89,5%

Máximo: 100,0%

Mínimo: 66,7 %

Nas classificações gerais por turma, mais de metade dos alunos conseguem uma nota positiva. Verifica-se que existem 2-3 notas muito baixas por turma, abaixo de 40%, exceto no pós-teste experimental (fig. 7). Os resultados nesta turma foram surpreendentes, dada a imersão e colaboração da turma na experiência realizada, mas também o facto de esta ser realizada muito perto do final das aulas.

3.3 Pré e pós-teste: questões de escolha múltipla

Nas seis questões de escolha múltipla, algumas destacaram-se, dada a percentagem de acertos mas também de respostas erradas. No geral, em pós-teste, os resultados foram superiores.

Em resposta à questão 1 *“Considere dois copos com água a 40°C e um copo com água a 10°C. Cada copo contém a mesma quantidade de água. Ao misturar os três conteúdos num recipiente, qual a temperatura mais provável da água?”* – a grande maioria das respostas compreende que a temperatura final após a mistura não pode ser superior à temperatura de 40º (Alwan, A., 2011).

Na turma experimental, a questão 2 do pré-teste é a única que apresenta acertos abaixo de 70%. A questão *«Um aluno afirma que não gosta de se sentar nas cadeiras de metal na sala de aula, “porque são mais frias que as de plástico”. Alguns dos colegas dão a sua opinião. Qual a explicação correta?»*, envolve o conceito de *equilíbrio térmico*. As conceções erradas neste nível atribuem-se ao facto de que, por experiência, um material pareça mais frio ou quente ao toque, mesmo quando se encontram à mesma

temperatura, sendo esta uma das mais comuns concepções erradas (Olakanmi, E. O., e Doyoyo, M., 2014). Em pós-teste as respostas corretas atingiram os 92%.



Fig. 8 – Respostas à questão 2 – turma experimental

Curiosamente a questão 3 apresenta percentagens elevadas de respostas corretas, e em pós-teste da turma experimental apresenta 100% de acertos, apesar de ter subjacentes conceitos de condução de energia que deveriam ser tidos em conta na questão 2.

A questão 4 “Quando se utiliza uma bomba de ar para encher o pneu de uma bicicleta, este aquece. Qual a explicação correta?”, foi a mais acertada em ambas as turmas, tanto em pré-teste como em pós-teste (fig. 9-12). Destaca-se que na turma experimental todos os alunos acertaram esta questão em pós-teste.



Fig. 9 – Respostas à questão 4 – turma controlo



Fig. 10 – Respostas à questão 4 – turma controlo

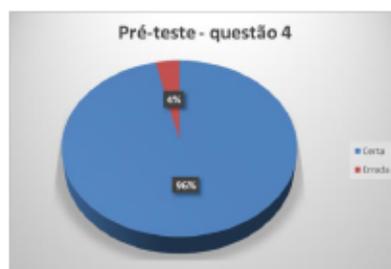


Fig. 11 – Respostas à questão 4 – turma experimental



Fig. 12 – Respostas à questão 4 – turma experimental

A questão 5 “*Por que razão utilizamos agasalhos durante as estações frias?*” apresenta a maior percentagem de respostas erradas na turma controlo. Mais de metade dos alunos apresentam uma resposta errada, em ambos os testes (fig. 13 e 14). Houve 9 alunos que seleccionaram a resposta correta.

A opção mais assinalada pelos alunos é a D – *Todas as opções anteriores estão corretas*, (11 e 12 respostas respetivamente). Aqui é visível o impacto da linguagem comum, na conceção de que os materiais que compõem os agasalhos têm a capacidade de *gerar* calor (Yeo, S., e Zadnik, M., 2001). Encontra-se também subjacente a conceção errada de que “*o frio flui*” (Fenditasari, K. *et al.*, 2020; Suliyanah, Putri e Rohmawati, 2018).



Fig. 13 – Respostas à questão 5 – turma controle

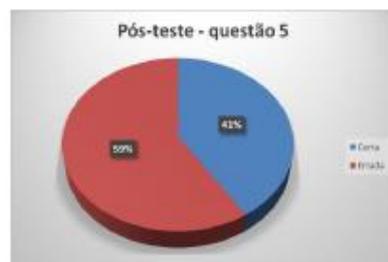


Fig. 14 – Respostas à questão 5 – turma controle

Na questão 6, ambas as turmas apresentam uma percentagem positiva de acertos. A referir que a maioria das respostas erradas assinalou a opção C “O material de que são feitas as bonecas demora muito tempo a aquecer”. Aqui encontra-se subjacente a conceção de que alguns materiais são resistentes ao aquecimento (Yeo, S., e Zadnik, M., 2001).

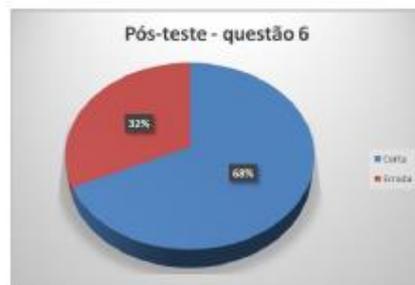


Fig. 15 – Respostas à questão 6 – turma controle

4. Conclusão

Este estudo decorreu ao longo de um mês, em ambas as turmas, com a colaboração e participação voluntária dos alunos.

As concepções de *calor* e *temperatura* encontradas durante são concordantes com as descritas na bibliografia. Verificou-se que algumas das concepções erradas permaneceram após a leção da unidade, como determinado em pós-teste.

Destaca-se que seis dos alunos na turma 10^ºD não têm nacionalidade portuguesa, e um deles não tem como língua materna o português. É também uma turma onde os alunos revelam mais dificuldades de aprendizagem. Estes factos podem limitar as respostas corretas aos questionários e, conseqüentemente, os resultados obtidos.

Na turma experimental (10^ºC) houve uma redefinição de conceitos em pós-teste. Os resultados nesta turma foram superiores, dada a implementação de uma experiência em sala de aula. A participação e o entusiasmo que revelaram, reflete-se numa vivência para os alunos, em que podem redefinir conceitos já adquiridos.

Este resultado é concordante com os diversos estudos que defendem a necessidade de se ter em conta as concepções alternativas dos alunos na leção das disciplinas de termodinâmica (Köhnlein, J. F. e Peduzzi, S. S., 2002; Lewis, E. e Linn, M., 1994).

Considero assim que este resultado pode ser extrapolado a outras disciplinas do ensino. É importante considerar as concepções intuitivas que os alunos detêm, e fornecer-lhes a oportunidade de integrar as novas ideias sobre essa estrutura conceptual existente.

5. Referências bibliográficas

- Alwan, A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 12, 600–614.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(2), 101–105.
- Fenditasari, K. *et al.*, (2020). Identification of misconceptions on heat and temperature among physics education students using four-tier diagnostic test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470(1).
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a Grade 11 Student's Evolving Conceptions of Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Thinking*, 36(1), 55–87.
- Köhnlein, J. F., & Peduzzi, S. S. (2002). Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, 2(3), 84–96.
- Lewis, E. L., & Linn, M. C. (1994). Heat Energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults and Experts: Implications for Curricular Improvements. *Journal of Research in Science Thinking*, 31(6), 657–677.
- Ministério da Educação e Ciência (2014) – Programa de Física e Química A, 10º e 11º ano – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias
- Olanami, E. O., & Doyoyo, M. (2014). Using structured examples and prompting reflective questions to correct misconceptions about thermodynamic concepts. *European Journal of Engineering Education*, 39(2), 157–187.
- Royani, A., & Setyarsih, W. (2022). Development of Google Form-Based Five-Tier E-Diagnostic Test to Identify Conception Levels and Track Students' Misconceptions on Thermodynamics Materials. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 10(3), 450–465.
- Schnittka, C. G. (2011). Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861–1887.
- Suliyannah, Putri, H., & Rohmawati, L. (2018). Identification of student's misconception of heat and temperature using three-tier diagnostic test. *Journal of Physics: Conference Series*, 997(1).
- Thomaz, M., Malaquias, I., Valente, M., & Antunes, M. (1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30(1), 19–26.
- Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(8), 496–504.

ANEXO I

Calor e Temperatura

Turma ____ Data ____/____/____

Para cada questão, escolha a opção que mais se aproxima do seu entendimento:

1. Considere dois copos com água a 40°C e um copo com água a 10°C. Cada copo contém a mesma quantidade de água. Ao misturar os três conteúdos num recipiente, qual a temperatura mais provável da água?

- a. 20°C
- b. 25°C
- c. 30°C
- d. 50°C

2. Um aluno afirma que não gosta de se sentar nas cadeiras de metal na sala de aula, "porque são mais frias que as de plástico". Alguns dos colegas dão a sua opinião.

Qual a explicação correta?

- a. "São mais frias porque o metal é naturalmente mais frio que o plástico"
- b. "As cadeiras de metal não são mais frias, todas as cadeiras na sala estão à mesma temperatura"
- c. "Não são mais frias, mas parecem mais frias por serem mais pesadas!"
- d. "São mais frias porque o metal tem menos calor para perder que o plástico"

3. Considere uma régua de metal e uma régua de madeira. A régua de metal parece mais fria que a de madeira. Qual a explicação correta?

- a. O metal conduz energia mais rapidamente que a madeira
- b. A madeira é naturalmente mais quente que o metal
- c. A régua em madeira contém mais calor que a régua em metal
- d. O frio flui mais rapidamente a partir do metal

4. Quando se utiliza uma bomba de ar para encher o pneu de uma bicicleta, este aquece.

Qual a explicação correta?

- a. Foi transferida energia para o pneu
- b. Foi transferida temperatura para o pneu
- c. O calor flui das mãos para o pneu
- d. O metal presente no pneu causou o aumento de temperatura

5. Por que razão utilizamos agasalhos durante as estações frias?

- a. Para que o frio não entre
- b. Para gerar calor
- c. Para reduzir as perdas de calor
- d. Todas as opções anteriores estão corretas

6. Um grupo de alunos conversa sobre as brincadeiras que tinham quando eram crianças.

Uma aluna afirma: *"eu embrulhava as minhas bonecas em cobertores, mas não entendia porque é que elas não aqueciam!"*. Os colegas dão a sua opinião:

- a. Aluno 1 – *"É porque esses cobertores eram fracos isolantes"*
- b. Aluno 2 – *"É porque os cobertores eram maus condutores"*
- c. Aluno 3 – *"O material de que são feitas as bonecas demora muito tempo a aquecer"*
- d. Aluno 4 – *"Vocês estão todos errados"*

Qual a opção correta?

7. O que entende por "calor"?

8. O que entende por "temperatura"?