

Universidade de Lisboa

Instituto de Educação



**Educação STEM na aprendizagem de Combustíveis, Energia
e Ambiente: Um trabalho com alunos do 12.º ano**

Luis Filipe Laranjo Matias

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

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora
Doutora Mónica Baptista e pela Professora Doutora Maria Luísa Moita

2022

“Education breeds confidence.

Confidence breeds hope.

Hope breeds peace.”

Confúcio

Agradecimentos

Na conclusão desta etapa existem pessoas sem as quais tal desígnio não teria sido possível e que, por esse motivo, merecem ser destacadas.

Em primeiro lugar, quero deixar um profundo agradecimento à Professora Doutora Mónica Baptista, orientadora deste trabalho e guia ao longo dos dois anos do mestrado em ensino. A sua simpatia, conhecimento e disponibilidade foram um traço característico ao longo de toda esta viagem. Deixo também um agradecimento sincero à Professora Doutora Maria Luísa Moita, coorientadora deste trabalho, cujos comentários e revisões ao mesmo, contribuíram para a sua melhoria, adequação científica e simplificação. Ao longo destes dois anos, as Professoras Iva Martins e Teresa Conceição foram também fundamentais para o desenvolvimento de aprendizagens que tornaram possível a redação do presente trabalho, pelo que lhes deixo também o meu sincero agradecimento.

À Professora Florbela Rêgo, pela abertura e amizade com que me recebeu na sua escola e com que partilhou uma das suas turmas, pela enorme paciência e disponibilidade para a revisão de conteúdos e preparação de aulas e por, nos momentos por vezes mais difíceis, ter estado sempre disponível para ajudar e orientar para contornar os obstáculos, deixo o meu grande agradecimento. Também, é não só apenas justo, como merecido, deixar um agradecimento aos meus alunos, que se envolveram de alma e coração nesta viagem: à Beatriz, à Bruna, à Constança, ao Daniel, ao Filipe, ao Francisco, ao Iúri, à Joana, ao João B., ao João G., à Lúcia, ao Manuel, à Márcia, ao Miguel O., ao Miguel M., ao Miguel S., ao Orlando, ao Rui e ao Tiago, o meu muito obrigado.

Quero também agradecer ao Eng. Carlos Domingues e ao Dr. Mário Martins, sem os quais não teria sido possível a conciliação da minha vida profissional com a realização deste mestrado.

Deixar uma palavra às minhas colegas de mestrado, Sofia, Paula, Ana e Mafalda, que me acompanharam neste caminho e nunca me deixaram desanimar ou desistir.

Por fim, e mais importante, um agradecimento à minha família, fonte de inspiração, apoio, amor e dedicação, que aguentaram a pressão e ausência nestes últimos dois anos, não me permitindo desistir ou desanimar. À minha mãe e ao meu pai o meu muito obrigado pelo seu apoio sempre! À Ana, minha parceira de vida, pela paciência e compreensão da importância deste caminho, pelo seu amor, o meu muito obrigado!

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo conhecer a influência de uma abordagem STEM na aprendizagem do tópico “combustíveis, energia e ambiente” em alunos de 12.º ano. De forma concreta, pretendeu-se investigar a evolução das estruturas cognitivas dos alunos após a abordagem STEM sobre o tópico, qual a mudança de intenção em seguir carreiras STEM após a abordagem STEM sobre o tópico e quais as aprendizagens realizadas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM.

Nesse sentido, foi desenvolvido uma sequência de tarefas sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente” de acordo com as aprendizagens essenciais em vigor.

Para o presente estudo seguiu-se um método de investigação misto, tendo sido utilizados como instrumentos de recolha de dados um teste de associação de palavras, antes e após a abordagem STEM (WAT – *Word Association Test*), um questionário sobre motivação para as áreas STEM, antes e após a abordagem STEM, a observação (naturalista) e documentos escritos pelos alunos.

Os resultados do presente estudo permitiram concluir sobre uma evolução das estruturas cognitivas dos alunos após a abordagem STEM, através da comparação dos resultados do WAT antes e após a abordagem STEM, e que foram desenvolvidas aprendizagens nos domínios conceptual, processual, de raciocínio, de comunicação e de articulação STEM com a abordagem STEM. Relativamente à mudança de intenção em seguir carreiras STEM após a abordagem STEM, não se verificaram resultados conclusivos, sendo que a amostra de respostas foi também baixa.

Este estudo evidencia aspetos positivos da utilização de uma abordagem STEM, particularmente ao nível da evolução das estruturas cognitivas e aprendizagens realizadas pelos alunos, devendo ser uma ferramenta utilizada por professores, promovendo o interesse dos alunos nas áreas científicas, bem como o desenvolvimento de competências transversais e integradoras, fundamentais num mundo cada vez mais tecnológico e em constante mudança.

Palavras-Chave: Educação STEM; Literacia Científica; Aprendizagem; Química; Energia

ABSTRACT

The present study aimed to know the influence of a STEM approach on the learning of the topic “fuels, energy and environment” in 12th grade students. Specifically, it was intended to investigate the evolution of students' cognitive structures after the STEM approach on the topic, what is the change of intention in following STEM careers after the STEM approach on the topic and what the students learned when involved in an approach STEM

In this sense, a sequence of tasks was developed on the topic “fuels, energy and environment” according to the curricular objectives in force in the Portuguese educative system.

For the present study, a mixed research method was followed, using as data collection instruments a word association test (WAT), before and after the STEM approach, a questionnaire on motivation for careers in the STEM areas, before and after the STEM approach, observation (naturalistic) and documents written by students.

The results of the present study allowed us to conclude on an evolution of the students' cognitive structures after the STEM approach, through the comparison of the WAT results before and after the STEM approach, and that learning was developed in the conceptual, procedural, reasoning, communication domains and articulating STEM concepts with the use of a STEM approach. Regarding the change in intention to pursue STEM careers after the STEM approach, there were no conclusive results, as the sample of responses was also low.

This study highlights positive aspects of the use of a STEM approach, particularly in terms of the evolution of cognitive structures and learning carried out by students, and should be a tool used by teachers, promoting interest in students' interaction in scientific areas, as well as the development of transversal and integrative skills, fundamental in an increasingly technological and constantly changing world.

Key words: STEM Education; Scientific Literacy; Learning; Chemistry; Energy

Índice Geral

Agradecimentos.....	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
Índice de Quadros	xii
Índice de Figuras	xii
Índice de Gráficos	xiii
Glossário	xvi
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1. Organização do Trabalho	3
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico	4
2.1. Educação e abordagens STEM.....	4
Capítulo 3 – Unidade de Ensino.....	15
3.1. Enquadramento curricular	15
3.1.1. Esquema organizador do tópico.....	18
3.2. Dificuldades dos alunos sobre o tópico	19
3.3. Descrição das tarefas	20
3.3.1. Tarefa 1 – São precisos novos combustíveis?.....	21
3.3.2. Tarefa 2 – Como destilar diferentes substâncias?.....	23
3.3.3. Tarefa 3 – Qual o composto orgânico?.....	25
3.3.4. Tarefa 4 – Como saber qual o composto?.....	26
3.3.5. Tarefa 5 – Alternativas para garantir futuro	28
Capítulo 4 – Método de Investigação.....	31
4.1. Método de Investigação.....	31
4.2. Contexto do Estudo e Caracterização dos Participantes.....	32
4.3. Recolha de Dados	33
4.3.1. WAT (<i>Word Association Test</i>)	33
4.3.2. Questionário.....	34

4.3.3. Observação.....	35
4.3.4. Documentos Escritos	35
4.4. Análise de Dados	36
Capítulo 5 – Resultados	39
5.1. Evolução das estruturas cognitivas dos alunos.....	40
5.2. Mudança de intenção em seguir carreiras STEM.....	47
5.2.1. Caracterização sociodemográfica	48
5.2.2. Associação de palavras	51
5.2.3. Percurso	52
5.2.4. Atitudes.....	72
5.3. Aprendizagens realizadas pelos alunos	74
5.3.1. Conceitos científicos (domínio conceptual).....	74
5.3.2. Processos (domínio processual).....	92
5.3.3. Resolução de problemas (raciocínio).....	100
5.3.4. Comunicação e argumentação	102
5.3.5. Articulação STEM	104
Capítulo 6 – Discussão, conclusão e reflexão	106
6.1. Discussão de resultados.....	106
6.2. Conclusões	111
6.3. Reflexão final	113
Referências Bibliográficas	115
Apêndice A – Tarefas Realizadas.....	121
Apêndice B – Planeamento das aulas	129
Apêndice C – WAT realizado	178
Apêndice D – Questionários GoSTEM aplicados	188

Índice de Quadros

Quadro 3.1 - Aprendizagens essenciais que servem de base à unidade didática a desenvolver.....	17
Quadro 3.2 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 1 - São precisos novos combustíveis?.....	22
Quadro 3.3 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 2 - Como destilar diferentes misturas?.....	23
Quadro 3.4 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 3 - Qual o composto orgânico?.....	25
Quadro 3.5 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 4 – Como saber qual o composto?.....	26
Quadro 3.6 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 5 – Alternativas para garantir futuro.....	29
Quadro 4.1 - Categorias e subcategorias de análise criadas para a questão de investigação "que aprendizagens realizam os alunos durante a realização das tarefas STEM sobre o tópico "combustíveis, energia e ambiente"?	38
Quadro 5.1 - Tabela de frequências WAT pré-teste e pós-teste.....	41
Quadro 5.2 - Tabela com o número de respostas diferentes por palavra estímulo no pré-teste (M1) e no pós-teste (M2).....	42
Quadro 5.3 - Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pré-teste (M1).....	43
Quadro 5.4 - Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pós-teste (M2).....	45

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Quadro teórico para as práticas instrucionais numa abordagem STEM integrada (Fonte: Thibaut et al., 2018; p. 8).....	8
Figura 3.1 - Esquema organizador do tópico.....	18

Índice de Gráficos

Gráfico 5.1 - Caracterização dos alunos inquiridos pelo seu sexo.....	48
Gráfico 5.2 - Caracterização dos alunos inquiridos pela sua idade.....	49
Gráfico 5.3 - Distribuição das avaliações dos alunos no ano letivo anterior pelas disciplinas científicas, respetivamente, Física e Química A, Biologia e Geologia e Matemática.....	49
Gráfico 5.4 - Distribuição da escolaridade dos pais e mães dos inquiridos, entre sem instrução, ensino básico (1.º, 2.º e 3.º ciclo), ensino secundário, ensino superior (licenciatura) e pós-graduação.....	50
Gráfico 5.5 - Distribuição das preferências manifestadas pelos inquiridos, por áreas de estudo, e por opções de escolha.....	51
Gráfico 5.6 - Respostas dos alunos à questão um da parte II do questionário, relativamente ao percurso, sobre a capacidade de ter boas notas em ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	53
Gráfico 5.7 - Respostas dos alunos à questão dois da parte II do questionário, relativamente ao percurso, sobre a capacidade de fazer os trabalhos de casa de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	54
Gráfico 5.8 - Resposta dos alunos à questão três da parte II do questionário, relativamente à utilização ou não dos conhecimentos adquiridos em ciências e matemática nas suas carreiras futuras, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	55
Gráfico 5.9 - Respostas dos alunos à questão quatro da parte II do questionário , relativamente ao percurso, sobre a capacidade de dar o seu melhor nas aulas de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	56
Gráfico 5.10 - Respostas dos alunos à questão cinco do questionário, relativamente ao percurso, sobre se o sucesso a ciências e matemática irá ajudá-los na sua carreira futura, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	56
Gráfico 5.11 - Resposta dos alunos à questão seis da parte II do questionário, relativamente ao gosto da família do inquirido sobre o prosseguimento de estudos nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	57

Gráfico 5.12 - Resposta dos alunos à questão sete da parte II do questionário, relativamente ao interesse do inquirido por carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	58
Gráfico 5.13 - Respostas dos alunos à questão oito do questionário, relativamente a gostarem das aulas de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	59
Gráfico 5.14 - Resposta dos alunos à questão nove da parte II do questionário, relativamente a admirarem alguém nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	60
Gráfico 5.15 - Resposta dos alunos à questão dez da parte II do questionário, relativamente à sensação de à vontade em falar com alguém que trabalhe nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	61
Gráfico 5.16 - Resposta dos alunos à questão onze da parte II do questionário, relativamente à de algum familiar que trabalhe nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	62
Gráfico 5.17 - Resposta dos alunos à questão doze da parte II do questionário, relativamente à expectativa salarial caso tenha uma carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	63
Gráfico 5.18 - Resposta dos alunos à questão treze da parte II do questionário, relativamente à expectativa de saídas profissionais caso tenha uma carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	64
Gráfico 5.19 - Resposta dos alunos à questão catorze da parte II do questionário, relativamente à expectativa de reconhecimento profissional se tiver carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	65
Gráfico 5.20 - Respostas dos inquiridos às questões quinze a vinte e cinco do questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	66
Gráfico 5.21 - Resposta dos alunos à questão vinte e seis da parte II do questionário, relativamente à vontade de seguir carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	67
Gráfico 5.22 - Resposta dos alunos às questões vinte e sete e vinte e oito da parte II do questionário, relativamente ao interesse e encorajamento para carreiras nas áreas de	

ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	68
Gráfico 5.23 - Resposta dos alunos à questão vinte e nove da parte II do questionário, relativamente à entrada numa boa universidade nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	69
Gráfico 5.24 - Resposta dos alunos à questão trinta da parte II do questionário, relativamente à expectativa de tirar um curso superior nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	70
Gráfico 5.25 - Resposta dos alunos à questão trinta e dois da parte II do questionário, relativamente à expectativa de ter uma profissão nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	71
Gráfico 5.26 - Respostas dos inquiridos às questões trinta e um e trinta e cinco a trinta e seis do questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.....	72
Gráfico 5.27 - Questões de atitudes perante as ciências, avaliada no questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção.....	73

Glossário

COSE – *Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council*

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

DBL – *Design Based Learning*

EUA – Estados Unidos da América

GPL – Gás de petróleo liquefeito

IE – Instituto de Educação

INE – Instituto Nacional de Estatística

ME – Ministério da Educação

MEC – Ministério da Educação e Ciência

PBL – *Problem Based Learning*

PISA – *Programme for International Student Assessment*

RPES – Relatório da Prática de Ensino Supervisionado

STEM – *Science, Technology, Engineering & Maths*

WAT – *Word Association Test*

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

UL – Universidade de Lisboa

Capítulo 1 – Introdução

Num mundo cada vez mais desenvolvido, as novas tecnologias e, conseqüentemente, a ciência, constituem pilares fundamentais na educação do futuro. Nesse sentido, a literacia científica e o aprofundamento de competências nas áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Maths*) ganham maior relevância, devendo ser abordadas com os alunos de escolaridade obrigatória.

A literacia científica pressupõe a compreensão de conceitos básicos de ciência, bem como a sua natureza, reconhecendo as relações entre a sociedade, ciência e as humanidades, conseguindo distinguir, ainda assim, a ciência da tecnologia (Chagas, I., 2000). Com o objetivo de ter maior disponibilidade de recursos com formação nas áreas científicas, assegurando a competitividade e o desenvolvimento, surgiu, nos Estados Unidos da América, na década de 90, o programa STEM (Sanders, 2009; Vasquez, 2014). Este programa, que acabou por se propagar à escala global, ganhou cada vez mais relevância pela escassez de indivíduos preparados para trabalhar nas áreas STEM, situação que causa também já constrangimentos na União Europeia (Comissão Europeia, 2015). Para além destas áreas serem relevantes para a sociedade, normalmente apresentam menores taxas de desemprego e faixas salariais mais elevadas (Reiss, 2015). Assim, existe um reforço e promoção das abordagens STEM, um pouco por todo o mundo, situação que é análoga em Portugal (Horta, 2013).

O STEM pretende conjugar quatro disciplinas base (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) na resolução de problemas e situações do dia-a-dia, dotando os alunos não apenas de conhecimentos nas áreas científicas de base, como também a capacidade de integração e mobilização dos mesmos, procurando resolver situações reais, como encontrarão no mercado de trabalho (Thibaut et al., 2018). Baseado no construtivismo social, o quadro teórico de referência a ser explorado no presente trabalho de investigação assenta em cinco pilares fundamentais: a articulação do conteúdo STEM, ou seja, a interdisciplinaridade entre as áreas STEM na intervenção; a aprendizagem baseada em problemas, ou seja, a utilização de situações de base real ou semirreal para cativar o interesse dos alunos e motivar os mesmos no processo de ensino e aprendizagem, com o desenvolvimento de técnicas e processos de resolução de problemas; o questionamento, ou seja, a colocação do aluno no centro do seu processo de

aprendizagem, através da investigação e experimentação, desenvolvendo o seu próprio conhecimento tendo o professor como orientador e guia nesse processo; o *design*, ou seja, o estímulo de *design* de produtos e artefactos, sem qualquer barreira, através da sua conceção, estudo de viabilidade, produção, teste e otimização, procurando a integração e aplicação direta dos conhecimentos das disciplinas de base nas áreas STEM num objetivo concreto, procurando evitar a abstração que por vezes afeta a aprendizagem nas áreas STEM; a aprendizagem cooperativa, ou seja, o trabalho em grupo, com colegas, procurando sinergias e desenvolver o sentimento de trabalho em equipa (Thibaut et al., 2018). Para além disso, é fundamental que o processo seja centrado no aluno, prático e que seja avaliado, sendo que esta avaliação deve também fazer parte do processo de instrução (Thibaut et al., 2018).

Neste sentido, importa conhecer, explorar e refletir de que forma as abordagens STEM permitem desenvolver aprendizagens de alunos do 12.º ano da disciplina de química, no tópico de “combustíveis, energia e ambiente”. Para isso, planeou-se a unidade de ensino a ser desenvolvida neste tópico, bem como as tarefas, de acordo com o preconizado no modelo instrucional teórico que serve de base à presente investigação, para ser aplicado numa intervenção letiva durante cerca de mês. Foram definidos os instrumentos de recolha de dados necessários, sendo que no final da intervenção, os resultados são apresentados e analisados com vista a dar respostas às questões de investigação apresentadas em baixo, indo também de encontro ao objetivo da presente investigação.

Com este trabalho pretende-se examinar a evolução das estruturas cognitivas e as mudanças de intenção dos alunos em seguir carreiras STEM e, por fim, conhecer a influência de uma abordagem STEM na aprendizagem de alunos de 12.º ano em Química, no tópico de “combustíveis, energia e ambiente”. Mais concretamente, pretende-se dar resposta às seguintes questões de investigação:

- Que evolução ocorre nas estruturas cognitivas dos alunos sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente” após realizarem as tarefas STEM?
- Qual a mudança de intenção dos alunos em seguir carreiras STEM, após a intervenção com abordagem STEM sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”?
- Que aprendizagens realizam os alunos durante a realização das tarefas STEM sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”?

Ao longo do trabalho de investigação, particularmente de investigação sobre a própria prática, serão explorados conteúdos, bem como analisados dados recorrentes dos instrumentos de recolha de dados a utilizar, com o objetivo de responder às questões de investigação formuladas.

1.1. Organização do Trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo, de introdução, tem por objetivo explicar a problemática e questões do trabalho de cariz investigativo a ser desenvolvido, bem como apresentar a organização do relatório da prática de ensino supervisionada. O segundo capítulo, de enquadramento teórico, tem por objetivo apresentar a problemática definida, enquadrada na literatura de referência da área. O terceiro capítulo, da unidade de ensino, apresenta a ancoragem da unidade de ensino nas orientações curriculares, como contextualiza as principais dificuldades dos alunos com base na literatura e apresenta a descrição das tarefas utilizadas no decorrer da prática de ensino supervisionada. O quarto capítulo, de método de investigação, pretende descrever e justificar a os métodos de investigação seguidos, caracterizar os participantes no estudo, justificar os instrumentos de recolha de dados utilizados, bem detalhar a análise de dados efetuada. O quinto capítulo, de resultados, pretende apresentar os resultados obtidos ao longo da intervenção, recolhidos através dos instrumentos de recolha de dados mencionados no capítulo anterior e que pretendem responder às questões de investigação definidas na introdução. O sexto capítulo, de discussão, conclusões e reflexão, pretende discutir os principais resultados, bem como retirar conclusões sobre os mesmos, e refletir sobre a influência dos mesmos para trabalhos futuros. Por fim, existe ainda uma secção de referências bibliográficas, bem como os apêndices, onde se encontram os instrumentos de recolha de dados utilizados, tarefas realizadas e o planeamento das aulas.

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a problemática definida, enquadrada na literatura de referência da área. Neste sentido, encontra-se focado na educação e abordagens STEM, que serve de base ao trabalho. Em primeiro lugar, efetua-se uma contextualização ao STEM, focando-se nas motivações do começo do programa, seguido da explicação do que é o STEM e para que serve, a apresentação do modelo instrucional para a sua aplicação e principais resultados e, por fim, a sua abrangência e difusão à escala global.

2.1. Educação e abordagens STEM

As abordagens STEM procuram melhorar a competitividade no desenvolvimento da criatividade e da crítica através da Ciência e Tecnologia (COSE, 2018). Foi com este objetivo que surgiu o STEM, acrónimo para *Science, Technology, Engineering and Math* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em português) nos anos 90 nos Estados Unidos da América (EUA), através da *National Science Foundation* (NSF) (Sanders, 2009; Vasquez, 2014). Cada uma das áreas que englobam o STEM encontram-se definidas em baixo, por White (2014):

“Ciência: o estudo sistemático da natureza e comportamento do material e universo físico, baseado em observação, experimentação e medição, e na formulação de leis para descrever esses factos em termos gerais.

Tecnologia: o ramo do conhecimento que lida com a criação e uso de meios técnicos e a sua inter-relação com a vida, a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a assuntos como artes industriais, engenharia, ciência aplicada e ciência pura.

Engenharia: a arte ou ciência da aplicação prática do conhecimento das ciências puras, como física ou química, como na construção de motores, pontes, edifícios, minas, navios e fábricas de produtos químicos.

Matemática: um grupo de ciências relacionadas, incluindo álgebra, geometria e cálculo, preocupado com o estudo do número, quantidade, forma e espaço e a suas inter-relações usando uma notação especializada.” (White, 2014; p. 4).

O programa surgiu da necessidade de ter alunos formados nas áreas STEM, com capacidade de aplicação de ferramentas das diversas áreas, para um mercado de trabalho cada vez mais digital (Sanders, 2009). Ainda, o nível de créditos dos alunos na área de tecnologia era extremamente baixo quando comparado com as das restantes áreas, particularmente em níveis de educação mais baixos, sendo que foi também um desígnio o reforço da afinidade e conhecimento com as áreas tecnológicas, conciliadas com as restantes áreas das ciências exatas (Sanders, 2009). Não obstante, pode ser também no contexto escolar o único momento em que muitas pessoas estejam efetivamente envolvidas com informações e conhecimentos de ciências e tecnologias, sendo por isso importante reforçar a literacia científica para todos os alunos (Gago, 2004). O foco e atenção dos países à preparação dos alunos nas áreas STEM encontra-se relacionado com a preparação dos futuros profissionais para um mundo interconectado globalmente, que está em mudança constante e rápida, onde a literacia científica e as capacidades de investigação STEM se constituem como um pilar fundamental (Freeman, Marginson & Tytler, 2019). Nesse sentido, o currículo tem sido adaptado às necessidades da indústria e economia, procurando que as futuras gerações consigam estar preparadas para os diversos desafios que podem surgir (Freeman, Marginson & Tytler, 2019).

As abordagens STEM procuram conjugar as diversas disciplinas das ciências exatas para uma adaptação a um mundo cada vez mais globalizado, com progresso tecnológico e que se depara constantemente com novos desafios, através da resolução de problemas e experiências reais (Vasquez, 2014). A educação STEM procura não ensinar cada uma das áreas, mas sim garantir a disponibilização de ferramentas das diversas disciplinas, com o objetivo de resolver problemas e projetos reais (Nadelson & Seifert, 2017). Neste sentido, STEM procura promover a literacia científica, melhorando a competitividade no desenvolvimento da criatividade e da crítica através da ciência e tecnologia (COSE, 2018). A literacia STEM encontra-se ligada com a compreensão e tomada de consciência da natureza da ciência, tecnologia, engenharia e matemática e a familiaridade com alguns dos conceitos fundamentais de cada uma destas disciplinas (Bybee & Powell, 2014).

Este programa procura que todos desenvolvam competências, cada vez mais tecnológicas, como a programação e aplicações informáticas, para a preparação para o futuro profissional e académico. Como os principais objetivos do programa, constam a construção de fundações fortes para a literacia STEM, o aumento da diversidade, equidade e inclusão no STEM e a preparação dos trabalhadores STEM para o futuro

(COSE, 2018). Ainda, todas as aprendizagens STEM pretendem que os alunos tenham as oportunidades para aplicar as competências e conhecimento que aprenderam (Vasquez, 2014).

Para a preparação e planeamento de experiências STEM deve começar por perceber-se o que se pretende efetivamente que os alunos atinjam, bem como deve ter em consideração o seu ponto de partida (Vasquez, 2014). De facto, a possibilidade de juntar várias áreas do conhecimento, permite desenvolver tarefas relevantes, com resultados bastante proveitosos para os alunos (Sanders, 2009). Quando se pensar que deve incluir-se tópicos das quatro áreas, ciência, tecnologia, engenharia e matemática, existem campos que podem funcionar como ferramentas, outros como conhecimento de base, outros como conhecimento a desenvolver e, por fim, outros como resultado da tarefa, como por exemplo, a engenharia, para a construção ou projeção de algum projeto no final da abordagem STEM. A literatura aponta para as melhorias nos resultados e aprendizagens dos alunos com um currículo STEM, quando comparados com o currículo tradicional, onde existem disciplinas segregadas, não integradas.

Uma das dificuldades associadas à implementação de uma educação STEM prende-se efetivamente com o modelo a aplicar, a conjugação com o currículo existente (mais possibilitado devido à flexibilidade curricular prevista no Decreto-Lei n.º 55/2018) e a gestão da sala de aula. Para Nadelson e Seifert (2017) o sistema educacional deve ser profundamente reestruturado, desde o currículo, à organização do edifício e às aulas, pois só com essa alteração será possível a integração e implementação do STEM. Os próprios professores das áreas STEM, para conseguirem implementar com sucesso este tipo de educação, devem reconhecer a necessidade e o mérito da mudança, bem como desenvolverem e aprofundarem conhecimentos nos conteúdos das quatro áreas STEM (Thibaut et al., 2018). Ainda, necessitam de formação contínua, associada a conhecimento pedagógico especializado, de como ensinar, preparar e gerir conteúdo STEM para os alunos (Thibaut et al., 2018).

Outro dos desafios associados à educação e integração STEM é de como envolver efetivamente os alunos no STEM, pois tal representa uma necessidade da sociedade global (Struyf et al., 2019). A desmotivação é muita das vezes o caminho para o abandono da aprendizagem das ciências e, conseqüentemente, das carreiras científicas (Galvão et al., 2017). Ainda assim, a abordagem STEM, quando comparada com a prática atual letiva tradicional, tem a potencialidade de desenvolver a curiosidade dos alunos, sendo que estes podem ficar mais interessados num ensino envolvido diretamente com

problemas do dia-a-dia, do que propriamente na aprendizagem não integrada de diversas disciplinas como acontece na maioria dos estabelecimentos de ensino hoje em dia (Moore et al., 2015). Para Osborne et al. (2013) as atividades que possam desenvolver a aplicabilidade dos conhecimentos científicos na sala de aula devem ser reforçadas, procurando contribuir significativamente para as experiências educativas dos alunos que, com o currículo atual, acabam por ser mais limitadas.

Pelos vários motivos elencados, em 2007, iniciou-se a procura pelo desenvolvimento de uma educação STEM realmente integrada, focando-se em duas ou três áreas STEM, ou entre disciplinas STEM (Sanders, 2006; Sanders & Wells, 2005, citados em Sanders, 2009). Os caminhos para a implementação do programa são: o desenvolvimento e enriquecimento de parcerias estratégicas; empenhar os alunos onde há convergência de disciplinas; e construir literacia computacional, conforme referido acima (COSE, 2018). Uma abordagem integrada da educação STEM pressupõe: integração dos conteúdos STEM, uma aprendizagem centrada em problemas (PBL), uma aprendizagem baseada no questionamento (“*inquiry*”), uma aprendizagem baseada no *design* (DBL) e uma aprendizagem cooperativa (Sanders, 2009; Thibaut et al., 2018). Estas abordagens apresentam uma relevância crescente, uma vez que o mundo se encontra cada vez mais globalizado, sendo que a literacia tecnológica irá ser fundamental no currículo escolar (Sanders, 2009).

No entanto, têm existido dificuldades em fornecer um quadro de referência para a integração das diversas áreas e abordagens numa estratégia STEM realmente integrada (Thibaut et al., 2018). Para Vasquez (2014), o STEM aumenta o seu nível de integração se for transdisciplinar, ou seja, através da resolução de problemas ou projetos reais, do dia a dia, onde os alunos possam aplicar os conhecimentos de diversas disciplinas (duas ou mais), melhorando dessa forma a experiência de aprendizagem. Para Kelley e Knowles (2016), a integração deve abordar o conteúdo STEM de dois ou mais domínios, com base no contexto autêntico e semirreal, procurando aumentar e aperfeiçoar a aprendizagem dos alunos. Um dos riscos na integração STEM, são os conteúdos mal estruturados, com várias possíveis soluções, não conseguindo os alunos, mesmo em grupo, o desenvolvimento dessas tarefas (Nadelson & Seifert, 2017). English (2016) considera que deve dar-se destaque ao conhecimento conceptual, mas também aos processos interdisciplinares, sendo que só assim se conseguirá a integração STEM e potencializar as disciplinas associadas a esta educação.

No sentido de auxiliar a integração e desenvolvimento de práticas STEM, Thibaut et al. (2018), desenvolveram um quadro teórico instrucional. O quadro teórico para práticas instrucionais em abordagens STEM integradas, refletem a aplicação das quatro áreas, a aprendizagem baseada em problemas, em *design*, o trabalho colaborativo e a aprendizagem baseada em questionamento, como forma de levar a um construtivismo social (Thibaut et al., 2018). Na **Figura 2.1**, encontra-se uma representação deste quadro teórico.

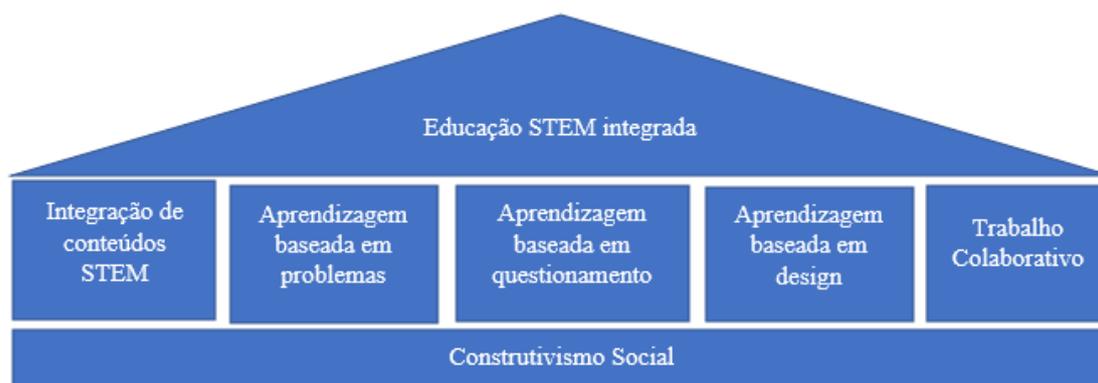


Figura 2.1 - Quadro teórico para as práticas instrucionais numa abordagem STEM integrada (Fonte: Thibaut et al., 2018; p. 8).

No modelo instrucional definido por Thibaut et al. (2018), baseado no construtivismo social, o primeiro princípio chave é efetivamente a integração dos conteúdos STEM, seguida da utilização de aprendizagem baseada em problemas, que confira efetivamente a base de problemas reais, aumentando a relevância da aprendizagem (Struyf et al., 2019). Em terceiro lugar, a aprendizagem baseada em questionamento, que pretende levar os alunos a questionar-se, investigar, ter aprendizagens experimentais e serem parte ativa na procura e desenvolvimento do conhecimento, bem como das suas aprendizagens (Struyf et al., 2019). No quarto pilar, a aprendizagem baseada em *design*, que pretende que os alunos desenvolvam ferramentas ao nível da tecnologia e engenharia e, por fim, no quinto pilar, a aprendizagem cooperativa, que promove o trabalho em equipa e a colaboração entre alunos (Struyf et al., 2019).

De forma mais detalhada, a integração STEM mostrou-se, independentemente da terminologia de práticas, entre abordagens multidisciplinares ou interdisciplinares, como um princípio chave para uma abordagem STEM bem conseguida (Thibaut et al., 2018). Neste sentido, é relevante aplicar igual atenção a duas ou mais disciplinas STEM, bem como evidenciar e colocar explicita a relação, uma vez que os alunos não irão integrar os conceitos de diferentes representações ou materiais de forma espontânea, bem como deve

ser providenciado apoio por parte do docente na integração aquando de dificuldades (Pearson, 2017, citado em Thibaut et al., 2018). Para que a integração seja bem-sucedida, o conhecimento dos alunos nas disciplinas individuais deve ser suportado, pois necessitam de ter perceção suficiente dos conceitos e aspetos relevantes de cada uma das disciplinas e como os interligar, conseguindo nessa forma atingir os objetivos de aprendizagem, que devem também ser claros e concisos (Pearson, 2017, citado em Thibaut et al., 2018).

A aprendizagem baseada em problemas procura envolver e motivar o contexto da abordagem STEM, ou seja, assuntos com os quais os alunos se consigam relacionar (Ashgar et al., 2012, citado em Thiabut et al., 2018). Neste tipo de aprendizagem não existe especificação ou norma para o resultado, existe sim um problema, os quais os alunos devem procurar resolver, para o qual desenvolvem capacidades de resolução de problemas, através de um processo de resolução de problemas realístico e direcionado para a situação em concreto (Ashgar et al., 2012, citado em Thibaut et al., 2018). Para uma experiência bem sucedida, devem ser respeitados os seguintes aspetos: deve iniciar-se a instrução pela apresentação de uma problemática inicial que serve de centro de organização e contexto para a aprendizagem, pois assim os alunos conseguem ativar os modelos de resolução mental iniciais na sequencia de aprendizagem e conectar a nova informação com experiências passadas; os assuntos devem ser relacionáveis e contemporâneos, podendo ter interligações com experiências pessoais e motivantes para os alunos; os problemas devem ser autênticos, com um final aberto e estruturado, não devendo ter informação a mais que possa levar a ser demasiado complexo (Ashgar et al., 2012; Bybee, 2010; Burrows et al, 2014; Guzey et al., 2016; Satchwell and Loepp, 2002; Shahali et al., 2017; citados em Thibaut et al., 2018). Para Hmelo-Silver (2004) a aprendizagem baseada em problemas deve resultar de um trabalho colaborativo entre professor e aluno, onde o primeiro assume um papel de facilitador de aprendizagens, sendo que o ciclo de aprendizagem deve basear-se em: 1) formulação e análise do problema (apresentação da situação-problema aos alunos; formulação e análise do problema, identificação dos factos relevantes e representação do problema; formulação de hipóteses acerca de possíveis soluções para o problema); 2) aprendizagem auto direcionada, através da identificação dos défices de conhecimento; 3) aplicação dos novos conhecimentos e avaliação do que aprenderam (Hmelo-Silver, 2004).

O questionamento promove que os alunos sejam parte central no processo de aprendizagem, descobrindo e desenvolvendo o seu conhecimento (Satchwell and Loepp,

2012; Wells, 2016; citados em Thibaut et al., 2018). Esta componente é fundamental na integração STEM, uma vez que é através do questionamento que o conhecimento é inicialmente construído, pois os alunos são desafiados a questionar o seu próprio conhecimento, sobre determinado conceito, como usam esse conhecimento prévio para procurar novas ideias, bem como para conduzir a investigação e descobrir novos conceitos (Satchwell and Loepf, 2002; Stump et al., 2016; Wells, 2016; citados em Thibaut et al., 2018). No entanto, esta etapa tem de ter um apoio por parte do docente, através de questionamento para descoberta das falhas ou desvios que estão a ir indo cometendo, para que se mantenha no foco da questão em estudo, uma vez que os alunos têm também pouca experiência neste tipo de aprendizagens, e caso não exista este apoio e orientação, a experiência pode não ser efetiva porque os alunos podem não chegar a contactar com o conteúdo que deveria ser aprendido (Buck et al., 2008; James et al., 2000; Lawson, 1980; Mayer, 2004; Purser and Renner, 1983; Satchwell and Loepf, 2002; citados em Thibaut et al., 2018). O modelo mais utilizado para a aplicação de questionamento em aulas foi desenvolvido por Bybee, sendo um modelo instrucional para este tipo de tarefas, sendo também por base o construtivismo social (Bybee, 2014). Este modelo, nomeado modelo dos 5 E's, baseia-se em cinco etapas chave para a conceção de tarefas de investigação: 1) *engaging learners* (pretende-se cativar a atenção e interesse dos alunos, fazendo-os ficarem focados na situação, evento, demonstração ou problema que envolve conteúdos ou habilidades que se pretendem instruir); 2) *exploring phenomena* (pretende-se que os alunos tenham tempo e oportunidade para explorarem as questões que resultaram do desequilíbrio da primeira etapa, através de experimentação da compreensão do fenómeno de forma prática o fenómeno que resultou da componente de *engaging*); 3. *explaining phenomena* (os alunos devem explicar o fenómeno, os conceitos, as práticas e as habilidades nas quais os alunos foram envolvidos e, subsequentemente, exploraram, sendo que o professor deve direcionar os alunos para os aspetos chave das fases anteriores e pedir aos alunos explicações, através de questões observáveis do dia-a-dia e experiências anteriores); 4) *elaborating scientific concepts and abilities* (os alunos são envolvidos em experiências de aprendizagem que expandem e enriquecem os conceitos e habilidades desenvolvidos anteriormente, com o objetivo de facilitar a transferência de conceitos e habilidades relacionados, mas em novas situações, sendo que o professor deve desafiar os alunos com novas situações e procura encorajar interações); 5) *evaluating learners* (os alunos devem receber feedback ao resultado dos seus trabalhos, sendo que este processo é contínuo em todas as fases, tendo, tradicionalmente, um

momento de avaliação final, onde o professor deve envolver os alunos no processo e experiência, resumindo os pontos chave da aprendizagem e caminhos a seguir (Bybee, 2014). Verifica-se do modelo instrucional dos 5E's a ligação com o papel dos alunos e a necessidade de orientação do professor defendida por Thibaut et al. (2018).

A categoria de *design* está interligada com o uso de tecnologia ou engenharia, por forma que os alunos não compreendam apenas as práticas existentes nestas disciplinas, como também desenvolvam e aprofundem conhecimentos nas ideias chave destas duas áreas STEM, bem como, através do uso destas disciplinas, em particular da engenharia, consigam também aprofundar conhecimentos nas outras disciplinas STEM (ciência, matemática e tecnologia) pela necessidade de as usar, cobrindo assim possíveis conhecimentos mais abstratos e de aplicação pouco perceptível (Guzey et al., 2016; Hernandez et al., 2013; Shahali et al., 2016; Riskowski et al., 2009; citados em Thibaut et al., 2018). Para uma implementar de forma eficaz o *design*, deve-se promover: 1) um *design* aberto, autêntico e multidisciplinar, que representem problemas da indústria e que permitam aos alunos explorar ou desenvolver tecnologias, trabalhando informação incompleta, considerando constrangimentos, segurança, riscos e soluções alternativas; 2) deve ter várias fases iterativas, como a definição, a conceção inicial de soluções, implementação e teste da solução e otimização da mesma; 3) justificação da solução encontrada, para que os alunos consigam justificar a escolha, bem como desenvolvam conhecimento em recomendações sobre o *design*, facilitando a alteração conceptual (Bryan et al., 2015; Guzey et al., 2016; Shahali et al., 2016; Wells, 2016; citados em Thibaut et al., 2018). A componente de *design* encontra-se interligada ao questionamento e resolução de problemas, tendo por objetivo ajudar os alunos a construir conhecimentos científicos e desenvolver competências de resolução de problemas reais, ao envolvê-los na construção de artefactos, sendo que esta construção representa o culminar de uma atividade (Fortus et al., 2004). Neste método a aquisição de conhecimento científico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas são realizadas no contexto do *design* de um artefacto (Fortus et al., 2004). Este tipo de abordagem permite a resolução de casos reais, melhorando o processo de aprendizagem, levando à construção de algo no decorrer da educação STEM. É neste ponto em particular, que se acabam por integrar com maior preponderância a disciplina de engenharia.

Por fim, a aprendizagem cooperativa promove o trabalho em equipa e a colaboração entre alunos (Thibaut et al., 2018). Neste tipo de aprendizagem, o professor deve mover-se de grupo em grupo, observar as interações e intervir quando considerar

apropriado, encorajando os alunos a avaliar o funcionamento do grupo e a melhorar o nível de participação e performance (Matthews, 1995; citado em Thibaut et al., 2018). Para atingir-se este objetivo do quadro teórico instrucional, os alunos devem ter tempo e oportunidades de estarem envolvidos no trabalho em grupo, para que possam melhorar as suas capacidades e técnicas, bem como comunicação e argumentação de conceitos científicos e de pensamento matemático e de engenharia (Guzey et al., 2016; Stohlmann et al., 2011; citados em Thibaut et al., 2018). Ainda, deve ser estimulada a interdependência positiva, ou seja, que todos os alunos participem e contribuam ativamente na resolução das tarefas, sendo que para isso, podem ser estabelecidas três estratégias: 1) dar recompensas pelo trabalho interdependente bem-sucedido; 2) ter atividades onde os recursos são partilhados; 3) dar uma tarefa que seja muito difícil para os alunos a conseguirem fazer sozinhos (Ashgar et al., 2012; Johnson and Johnson, 1999; citados em Thibaut et al., 2018).

Para a implementação do quadro instrucional teórico deve ainda ter-se em consideração mais três dimensões importantes, que acabam por estar integradas nas cinco categorias listadas acima, que são: a aprendizagem ser centrada no aluno, pois os alunos desenvolvem melhor compreensão dos conceitos e habilidades através da participação ativa nas atividades letivas; ser prático, ou seja, os alunos manipularem e participarem ativamente, controlando, adaptando e observando as alterações subjacentes das suas ações e interações; e deve ser ter uma avaliação, integrada no processo, como parte da instrução (Clark and Ernest, 2007; Guzey et al., 2016; Satchwell and Loepp, 2002; Stohlmann et al., 2012; citados por Thibaut et al., 2018).

De facto, o programa surgiu nos EUA, mas tem-se alastrado um pouco por todo o mundo (Struyf et al., 2019) A escassez de indivíduos preparados para trabalhar em áreas STEM afeta grande parte dos países, também os europeus (Comissão Europeia, 2015). É também por esse motivo que é importante aumentar o interesse por carreiras científicas, garantindo que existam pessoas preparadas para trabalhar nestas áreas no futuro (Comissão Europeia, 2015). A investigação sobre a abrangência da educação STEM à escala global continua em desenvolvimento, existindo ainda assim alguns constrangimentos. Não existe para já um *standard* internacional de base de dados para os diferentes campos de estudo dos diferentes países, bem como existem várias diferenças ao nível de currículo e infraestruturas escolares, que acabam por trazer complexidade à investigação e desenvolvimento de modelos integrados e de aplicação global (Freeman, Marginson & Tytler, 2019). No continente asiático verifica-se um nível significativo de

participação de alunos ao nível das ciências e matemática, sendo que existiram reformas, por exemplo no Japão, que tinha uma política de “educação relaxada”, procurando reduzir a pressão nos alunos, que acabou por ser revertida após serem conhecidos os resultados do PISA de 2003, voltando a aumentar as horas associadas à literacia de leitura, bem como de matemática e ciências, focando-se também na componente motivacional dos alunos para o estudo destas disciplinas (Freeman, Marginson & Tytler, 2019). A participação e integração das áreas STEM nos currículos tem variado de período em período, bem como de país em país, sendo que no período de 2011 a 2015, verificou-se um aumento de participação em países ocidentais, como a Finlândia, Alemanha, Suécia e Reino Unido, como também em países asiáticos, como são exemplo a Coreia do Sul e a China, face a uma redução de implementação em países que tinham apostas muito elevadas, como são o caso dos Estados Unidos da América, onde surgiu o programa, ou a Austrália (Freeman, Marginson & Tytler, 2019). Continuam a verificar-se variabilidades em termos de demografia e distribuição, sendo que se manifestam ainda disparidades de género na educação STEM, com o sexo feminino a continuar sub-representado nas áreas STEM, incluindo nos Estados Unidos da América e na Austrália, como também em termos de origem, sendo que a participação de indígenas nestes países é também inferior (Freeman, Marginson & Tytler, 2019).

Também em Portugal, existe uma necessidade de profissionais das áreas STEM, sendo que é necessário apostar nestas áreas de formação. Horta (2013) aponta para existirem 50% de ofertas de emprego que requerem profissionais STEM, sendo que estas são as áreas que apresentam taxas de desemprego mais baixas, quando comparadas com outras áreas. Ao nível salarial, esta situação nota-se também, sendo que os profissionais destas áreas são normalmente mais bem remunerados que os profissionais de outras áreas (Reiss, 2015). Por estes motivos, têm sido tomadas diversas medidas, ao nível académico e junto das escolas, para o reforço e promoção das abordagens STEM também em Portugal (Horta, 2013). Em Portugal, existe uma tendência contrária ao que a literatura sustenta para a disparidade de género nas áreas STEM, sendo que é superior a percentagem de participantes de sexo feminino, bem como representam a maior contribuição no mercado de trabalho para graduados nas áreas STEM (Horta, 2013). Situação análoga, verifica-se também para a participação em cursos superiores nas áreas de engenharia, contrariando a tendência que se verificava historicamente, tendo maior representação nas áreas de engenharia biomédica ou engenharia química, continuando, ainda assim, menor representadas, em áreas como engenharia civil ou engenharia

informática (Horta, 2013). Ao nível de programas e projetos, Portugal tem procurado integrar a educação STEM nos vários níveis de ensino, desde o pré-escolar até ao universitário, sendo várias as iniciativas do Ministério da Educação ou do Ministério da Ciência e Tecnologia para este fim (Horta, 2013).

Para o desenvolvimento de uma educação STEM, deve ter-se em conta a integração de todas estas dimensões, procurando que os alunos tomem a centralidade no seu processo educativo e que desenvolvam capacidades que lhes permitam de futuro trabalhar em áreas científicas, terem gosto pelas áreas STEM e promoverem também, de futuro, a continuidade e promoção destas áreas curriculares.

Capítulo 3 – Unidade de Ensino

O presente capítulo encontra-se dividido em três secções, nomeadamente: (i) enquadramento curricular (ii) dificuldades dos alunos sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”; (iii) descrição das tarefas. Na primeira secção, é abordado o enquadramento curricular do tópico a ser abordado, nos documentos curriculares em vigor, que são as aprendizagens essenciais, destacando também os conhecimentos anteriores que são expectáveis por parte dos alunos. Na segunda secção do presente capítulo, apresentam-se as dificuldades esperadas nos alunos no tópico a abordar, previstas na literatura de referência, por forma que a construção das tarefas seja adaptada. Por fim, na última secção, são descritas as tarefas e aulas em que foram realizadas, como também o enquadramento nas mesmas nas áreas STEM.

3.1. Enquadramento curricular

Quando se fala em análise curricular, existe a distinção entre estrutura curricular e experiências educativas. A estrutura curricular prevê as finalidades e objetivos/competências, os temas programáticos estruturantes, a articulação vertical e horizontal de temas, a dimensão substantiva e sintática, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a explicitação de competências para o século XXI (Galvão & Lopes, 2002). Por seu lado, as experiências educativas focam-se na organização das experiências de aprendizagem, descrevendo soluções de tarefas e intervenções letivas que podem ser utilizadas pelos professores (resolução de problemas; investigações; trabalho de projeto, leitura e análise de texto; apresentação de resultados; elaboração de textos; etc.), bem como menciona recursos didáticos, como *websites*, ferramentas digitais, sugestões de visitas, entre outros (Galvão & Lopes, 2002). Os objetivos de desenvolvimento de aprendizagens das orientações curriculares em Portugal dividem-se em quatro grupos, nomeadamente o conhecimento (que pode ser substantivo, processual ou epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes (Galvão & Lopes, 2002).

As aprendizagens essenciais do perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória baseiam-se em áreas de competências diferenciadas, que são: linguagens e textos;

informação e comunicação; pensamento crítico e pensamento criativo; raciocínio e resolução de problemas; saber científico, técnico e tecnológico; relacionamento interpessoal; desenvolvimento pessoal e autonomia; bem-estar, saúde e ambiente; sensibilidade estética e artística e consciência e domínio do corpo (Martins et al., 2017). Para além das áreas de competência, baseia-se em valores (liberdade, responsabilidade e integridade, cidadania e participação, excelência e exigência, curiosidade, reflexão e inovação) e em princípios (aprendizagem, inclusão, estabilidade, adaptabilidade e ousadia, coerência e flexibilidade, sustentabilidade, base humanista e saber) (Martins et al., 2017).

Uma vez que o trabalho em curso é realizado numa turma do 12.º ano na disciplina de química, os documentos de orientação curricular em vigor são as aprendizagens essenciais, que vieram substituir os anteriores documentos curriculares, nomeadamente as metas curriculares de química – 12.º ano e o programa de química – 12.º ano, ambos os documentos revogados pelo despacho 6605-A/2021, de 6 de julho (Ministério da Educação e Ciência [MEC], 2014; Ministério da Educação [ME], 2004). No **Quadro 3.1**, estão sistematizadas as aprendizagens essenciais do tópico combustíveis, energia e ambiente, que são desenvolvidas no presente trabalho de investigação. Assim sendo, a fundamentação científica da componente didática encontra-se ancorada nessas mesmas aprendizagens essenciais e serão o objetivo da prática letiva e de avaliação do desenvolvimento de aprendizagens pelos alunos. Importa destacar que as aprendizagens essenciais a abordar não estão necessariamente sequenciais, uma vez que no próprio manual adotado na disciplina estão definidos noutra ordem.

Para as aprendizagens que se pretendem desenvolver na prática de ensino supervisionada, os alunos devem mobilizar conhecimentos consolidados anteriormente, particularmente na disciplina de Física e Química A de 10.º ano. Neste ano de ensino, são abordados os compostos orgânicos, sendo abordado a nomenclatura de hidrocarbonetos, a sua identificação, a diferença de hidrocarbonetos de acordo com o número de ligações em torno do átomo de carbono e a existência de grupos funcionais ([ME], 2018b). Assim sendo, os conteúdos de química orgânica que serão abordados pela primeira vez são os tópicos relativos aos híbridos de ressonância e à isomeria. Ainda assim, e conforme se poderá verificar na secção sobre as dificuldades dos alunos esperadas na literatura, é importante fazer uma revisão aos conteúdos lecionados anteriormente, devido ao alargado intervalo de tempo que passa entre o 10.º ano e a intervenção da prática no 12.º ano e, sendo tópicos com alguma abstração, é natural que os alunos não consigam de imediato

fazer a ligação com os conteúdos abordados nos anos anteriores. Ainda, e por indicação também da professora cooperante, com a alteração da obrigatoriedade verificada ao nível de frequência nos exames nacionais, muitos dos alunos não abordavam efetivamente estes conteúdos desde o 10.º ano, pelo que foi programada a revisão dos mesmos.

Quadro 3.1 - Aprendizagens essenciais que servem de base à unidade didática a desenvolver.

Domínio	Subdomínio	Aprendizagem essencial
Combustíveis, energia e ambiente	Combustíveis fósseis	<ul style="list-style-type: none"> - Justificar, com base em informação selecionada, os processos de obtenção do carvão, do crude, do gás natural e do gás petróleo liquefeito (GPL); - Realizar, experimentalmente, a utilização da técnica de destilação fracionada para obter as principais frações de uma mistura de três componentes, formulando hipóteses, avaliando os procedimentos e comunicando os resultados; - Interpretar o <i>cracking</i> catalítico; - Aplicar os princípios de nomenclatura em química orgânica a hidrocarbonetos, álcoois e éteres; - Discutir, numa perspetiva interdisciplinar, com base em pesquisa, os problemas ambientais de poluição atmosférica, nomeadamente os relacionados com as alterações climáticas, provocados pela indústria petrolífera e pela queima dos combustíveis; - Argumentar, com base em pesquisa, sobre o papel da investigação em Química na otimização da produção de combustíveis alternativos e na procura de combustíveis do futuro.
	A termodinâmica dos combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Debater, com base em pesquisa, a importância e limitações da produção de biocombustíveis no ciclo de reciclagem de óleos; - Debater a importância e limitações da produção de biocombustíveis no ciclo de reciclagem de óleos.

(Fonte: adaptado de ME, 2018a; pp. 9-10).

As tarefas e o planeamento realizado tiveram também por base as ações estratégicas de ensino orientadas para o perfil dos alunos, bem como os descritores do perfil dos alunos, presentes nas aprendizagens essenciais de química de 12.º ano e no perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória (ME, 2018a; Martins et al., 2017).

3.1.1. Esquema organizador do tópico

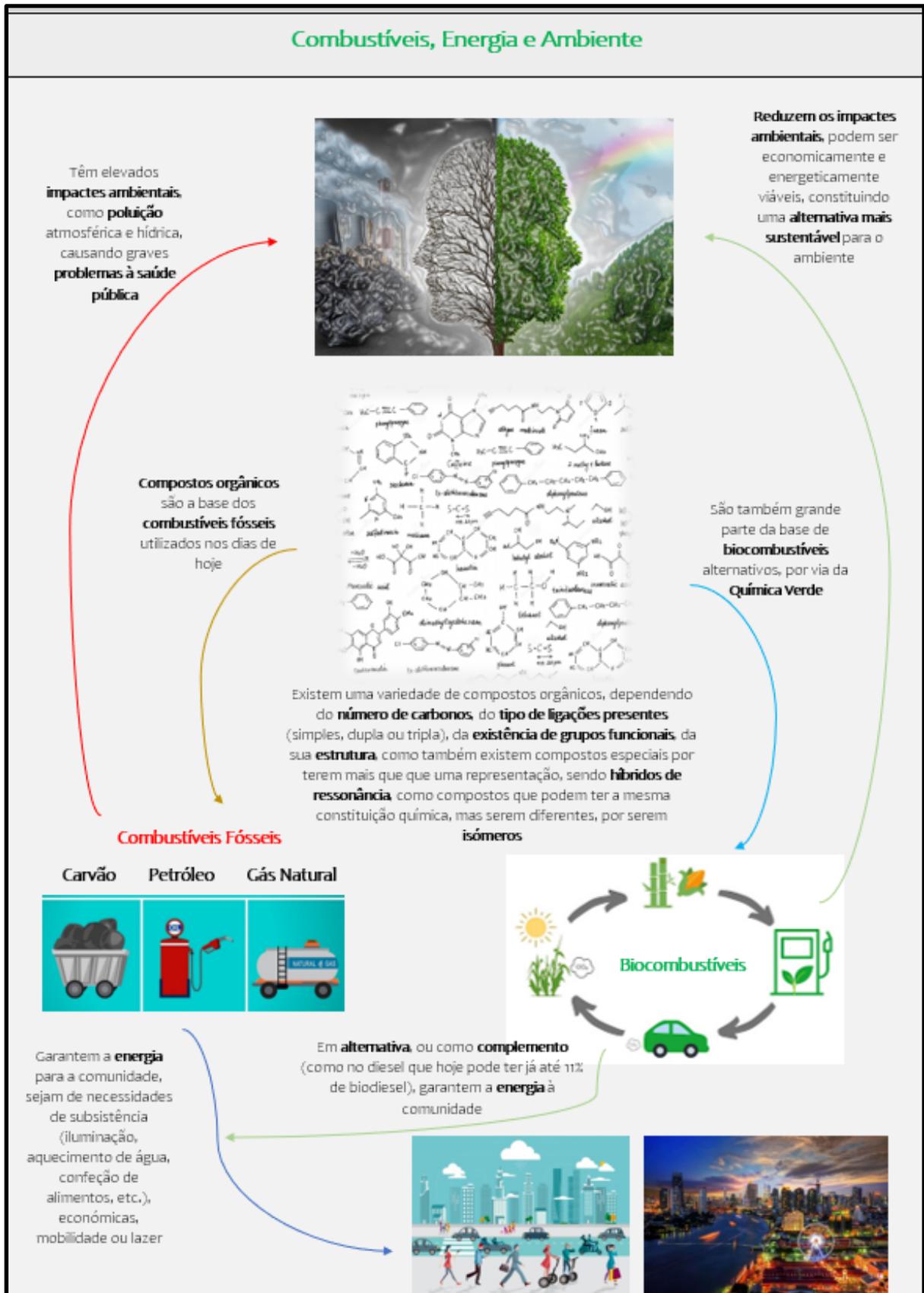


Figura 3.1 - Esquema organizador do tópico.

3.2. Dificuldades dos alunos sobre o tópico

Quando se pretende avaliar e estudar as aprendizagens, dificuldades e motivação de alunos sobre um tópico, é importante rever o que a literatura apresenta como as principais dificuldades e conceções dos mesmos. Nesse sentido, efetuou-se uma pesquisa sobre dificuldades e conceções dos alunos sobre química orgânica, energia e combustíveis. Na verdade, não houve um número considerável de resultados. Ainda assim, conseguiram consultar-se alguns artigos relevantes, que apresentam entre si alguma coerência nos dados de conclusão e recomendações que apresentam.

Num primeiro caso, a importância de relembrar os conteúdos dados anteriormente, por a química orgânica ser uma área desta disciplina com alguma abstração, não sendo óbvia a visualização das estruturas ou compostos, é desde logo considerada como uma dificuldade identificada (Duis, 2011). Dada essa mesma abstração do tema e o decorrer algum tempo sem abordarem estes tópicos, importa fazer uma revisão do tema antes de se dar novamente. Existem também algumas dificuldades em relacionar processos e grandezas físicas com a química orgânica, uma vez que consideram que não se encontra normalmente ligada com os processos científicos em geral, como é o caso dos combustíveis, energia e ambiente abordados no presente estudo, pois não têm, muitas vezes, cálculos que envolvam unidades e fórmulas tradicionais (Duis, 2011). Outras dificuldades referidas são a abstração, os conceitos não intuitivos que não são baseados em algo ou deduzidos de algo com uma lógica irrefutável (Zoller, 1990). Uma forma que o autor encontrou para reduzir os problemas verificados, foi através do recurso a mapas de conceitos (*concept mapping*) (Zoller, 1990).

Também, alguns autores, mencionam que é difícil abordar conteúdos que são pouco trabalhados ou desenvolvidos anteriormente, faltando a base de conhecimento, face à abstração que os mesmos apresentam, como é o caso dos compostos aromáticos, por exemplo (Topal, Oral & Ozden, 2007). Para além dos conceitos pouco trabalhados, existem também dificuldades e conceções erradas que acompanham os alunos durante um grande período da sua aprendizagem, como os exemplos que as ligações de hidrogénio podem ser induzidas, ou que as forças intermoleculares levam a reações ou que a ebulição quebra as ligações covalentes (Henderleiter, Smart, Anderson & Elian, 2001). Estas conceções erradas dificultam aos alunos a aplicação dos conceitos químicos para a interpretação e análise de dados, sendo que o caminho da memorização de conteúdos tem

também vários problemas na compreensão em si dos dados e problemas com que os alunos são confrontados (Henderleiter et al., 2001).

Os modelos instrucionais podem ser melhorados para ajudar os alunos a modificar ou eliminar as concepções erradas. Os alunos devem ser guiados na compreensão do essencial e não essencial, conseguindo relacionar os tópicos com situações reais do dia a dia, para que os conceitos e processos façam sentido (Henderleiter et al., 2001).

3.3. Descrição das tarefas

Com base nas dificuldades dos alunos sobre o tópico na literatura, definiu-se uma sequência de tarefas, a serem desenvolvidas ao longo da prática de ensino supervisionada, que procurassem, numa primeira fase, explorar os conteúdos e assimilar os conceitos, através de tarefas de investigação, da aplicação do conhecimento com base em tarefas de resolução de problemas, com simuladores que permitissem a visualização dos conceitos mais abstratos e, por fim, a consolidação do conhecimento numa tarefa de DBL, que procurasse articular todas as dimensões de uma educação STEM, nomeadamente, a integração dos conteúdos STEM, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em questionamento, a aprendizagem baseada em *design*/projeto e o trabalho colaborativo (Thibaut et al., 2018). Neste sentido, as tarefas foram realizadas em grupo, por forma que fosse possível desenvolver também a componente de trabalho colaborativo ao longo de toda a intervenção.

Assim, e pretendendo iniciar a intervenção pelos tópicos nos quais os alunos poderiam estar mais familiarizados, ou seja, dando inicialmente uma perspetiva macro e depois indo explorando os conteúdos de forma mais detalhada, procurou-se iniciar a problemática relacionada com o uso de combustíveis fósseis e os seus impactos e problemas no ambiente. De seguida, e de acordo com as aprendizagens essenciais, orientações curriculares em vigor, explorou-se de forma mais detalhada o processamento do petróleo, com vista a originar diferentes compostos, como o gasóleo e a gasolina. Para o momento seguinte, detalharam-se os compostos orgânicos presentes nos combustíveis fósseis, com base nos hidrocarbonetos, iniciando a nomenclatura, em concordância com a visualização no *software MolView* dos mesmos. Por forma a desenvolver a prática de resolução de problemas, desenvolveu-se uma tarefa focada nos isómeros, onde os alunos, com recurso também ao *software MolView*, teriam de indicar os diferentes isómeros para

diferentes compostos orgânicos apresentados. Por fim, consolidando o conhecimento adquirido nas tarefas um a quatro, pretendeu-se desenvolver um projeto de aplicação e mobilização dos conhecimentos, através dos combustíveis alternativos e, de alguma forma, fechando o ciclo da intervenção novamente com a temática ambiental, procurando produzir biodiesel em sala de aula, através do desenvolvimento de um protocolo pelos alunos, e comparando os dados obtidos com os da literatura, relacionando igualmente com outros combustíveis alternativos, de forma que fosse compreendido o papel da química verde no desenvolvimento de combustíveis menos poluentes. Na componente de *design*, foi proposto o desenvolvimento de uma maquete, construída da forma que os alunos considerassem mais proveitosa, para explicar o ciclo dos óleos alimentares aos alunos do ensino básico.

3.3.1. Tarefa 1 – São precisos novos combustíveis?

A tarefa 1 foi realizada nas aulas um e dois, sendo que a primeira aula foi de 100 minutos e a segunda aula de 50 minutos. Com a tarefa de investigação, pretendeu-se que os alunos explorassem e desenvolvessem conhecimentos sobre os impactes dos combustíveis fósseis no ambiente, da necessidade dos combustíveis fósseis na sociedade atual, bem como sobre a necessidade de desenvolver combustíveis alternativos.

No **Quadro 3.2**, encontra-se resumido as aprendizagens essenciais, bem como os objetivos de aprendizagem e integração STEM.

Os alunos iniciaram a aula um pela realização do WAT, sendo que de seguida existiu uma componente expositiva sobre a apresentação da prática de ensino supervisionada que iria ocorrer, bem como os principais tópicos a abordar na unidade de ensino. Após a apresentação, com a visualização de dois vídeos sobre a produção do petróleo e os seus impactes ambientais, os alunos debruçaram-se sobre a tarefa um, iniciando a investigação sobre os conteúdos necessários para a sua resolução. Para esse efeito, foi aconselhado a consulta do texto inicial, a visualização dos vídeos exibidos na aula, a consulta do manual escolar e da internet.

Num primeiro ponto, é pedido aos alunos que investiguem sobre os problemas associados à transformação do petróleo e uso de combustíveis fósseis. Nesse sentido, devem investigar sobre o processo, bem como conseguir compreender os problemas associados ao nível de impactes ambientais e danos provocados para a saúde pública.

Quadro 3.2 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 1 - São precisos novos combustíveis?

Aprendizagem Essencial (Química)	Integração STEM
<ul style="list-style-type: none"> - Justificar, com base em informação selecionada, os processos de obtenção do carvão, do crude, do gás natural e do gás do petróleo liquefeito; - Discutir, numa perspetiva interdisciplinar, com base em pesquisa, os problemas ambientais de poluição atmosférica, nomeadamente os relacionados com as alterações climáticas, provocados pela indústria petrolífera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar sobre os problemas associados à transformação do petróleo e ao uso de combustíveis fósseis (ciência); - Compreender a dependência da sociedade e economia dos combustíveis fósseis e energia (ciência/tecnologia); - Identificar as etapas de transformação do petróleo (ciência/tecnologia); - Identificar alternativas aos combustíveis fósseis e parâmetros de comparação (ciência/tecnologia/matemática)

De seguida, é pedido que os alunos comentem sobre uma afirmação, procurando desenvolver as competências de raciocínio, sobre a dependência na sociedade de energia nas suas atividades, bem como a necessidade dos combustíveis fósseis para gerar essa energia. Nesta questão, procura-se que os alunos consigam compreender a limitação de possíveis alternativas na atualidade, face aos combustíveis fósseis, em diversos parâmetros, como a disponibilização, a eficiência energética, o custo associado e o abastecimento às comunidades.

Na quarta questão, os alunos irão procurar compreender as diversas etapas da transformação do petróleo, onde irão começar a familiarizar-se com o processo (que será abordado em maior detalhe na tarefa 2) e com os constituintes do petróleo bruto, nomeadamente hidrocarbonetos (que serão abordados em maior detalhe na tarefa 3). Nesta etapa em particular, pretende-se que para além das diversas etapas, os alunos consigam distinguir as cadeias de hidrocarbonetos associadas a cada processo, bem como a sua finalidade.

Na questão seguinte, inicia-se o processo de enumeração de alternativas, com base na pesquisa efetuada, para os combustíveis fósseis, ou seja, quais as opções em termos de combustíveis alternativos. Esta seleção tem particular importância, pois foi a partir daqui que se selecionaram os combustíveis alternativos para a comparação com o biodiesel que foi produzido na tarefa 5, bem como que serão exploradas e discutidas a sua possibilidade enquanto alternativa ou complemento aos atuais combustíveis fósseis. Esta questão,

conflui para a última, onde se pretende que os alunos estabeleçam critérios de comparação para as diferentes alternativas e para os próprios combustíveis fósseis, ou seja, parâmetros como eficiência energética, custos, disponibilidade dos recursos e matéria prima principal, que no caso dos biocombustíveis, na última tarefa consegue perceber-se a necessidade de cultivo para esse fim, diminuindo a disponibilidade agrícola para outras culturas e causando também impactes ambientais, face a um ciclo de reciclagem de resíduos de outras matérias para a produção de biocombustíveis.

No final da realização da tarefa, os alunos submeteram as respostas que deram em grupo no *moodle*, para serem alvo de revisão e avaliação, tendo ainda existido uma discussão coletiva para cada uma das questões, procurando desde logo detetar possíveis dificuldades e corrigir alguns conteúdos que pudessem ter sido mal percecionados.

3.3.2. Tarefa 2 – Como destilar diferentes substâncias?

A tarefa dois, de investigação, iniciou-se ainda na aula 2, de duração de 50 minutos, sendo concluída na aula 3 com uma duração de 100 minutos. Os objetivos de aprendizagem encontram-se identificados na **Quadro 3.3**.

Quadro 3.3 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 2 - Como destilar diferentes misturas?

Aprendizagem Essencial (Química)	Integração STEM
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar, experimentalmente, a utilização de técnicas de destilação fracionada para obter as principais frações de uma mistura de três componentes, formulando hipóteses, avaliando os procedimentos e comunicando os resultados. - Interpretar o <i>cracking</i> catalítico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração dos métodos de separação de destilação e destilação fracionada (ciência); - Observação e realização de destilação do vinho, para comparação com uma destilação fracionada (ciência); - Desenho dos esquemas de montagem dos dois métodos (ciência/tecnologia); - Interpretação dos métodos adicionais da transformação do petróleo, como o <i>cracking</i> (ciência/tecnologia).

Para esta tarefa, iniciou-se a mesma com uma apresentação sobre a transformação do petróleo, onde foram visualizados dois vídeos sobre processos de destilação. O primeiro, foi um vídeo onde se comparou a destilação simples com a destilação

fracionada, tendo ainda sido comparados processo de separação de fases com a destilação simples, detalhando que neste último método é recuperada a parte gasosa através da sua nova reconversão em fase líquida. No segundo vídeo, visualizou-se o processo de destilação fracionada do petróleo, onde existiu particular ênfase e detalhe na coluna de fracionamento, face ao número de carbonos nos diferentes hidrocarbonetos e respetivos pontos de ebulição. Foi ainda possível detalhar os diferentes destinos para cada uma das fases do petróleo separadas, demonstrando as suas diversas utilidades. Esta componente decorreu na aula dois.

Na aula três, iniciou-se a componente mais prática da tarefa, onde, com os conhecimentos explorados e desenvolvidos na aula anterior, procurou-se que os alunos conseguissem identificar as diferenças entre a destilação simples e a destilação fracionada. Para isso, efetuou-se previamente a montagem de uma destilação simples do vinho, tendo-se colocado ao lado uma coluna de fracionamento (na escola onde foi realizada a prática de ensino supervisionada, o equipamento de destilação fracionada encontrava-se danificado, não podendo ser utilizado). Iniciou-se a aula por dar início ao processo de destilação do vinho, procurando que os alunos previssem o que iria acontecer e como seria ou não possível distinguir as diferentes fases da destilação (início da ebulição, destilação do álcool devido ao ponto de ebulição, identificação do álcool destilado, realização do teste do cheiro e da chama, destilação da água, identificação da água por falha nos testes anteriormente referidos). Foi particularmente abordado, ao longo do processo de destilação, estas diferentes etapas, que deveriam ser registadas na descrição da observação solicitada para a resolução da tarefa.

Nesta tarefa pretendeu-se ainda que os alunos conseguissem desenhar os esquemas de montagem dos dois processos, por forma que compreendessem e consolidassem conhecimentos sobre as diferenças entre ambos. Assim, foi solicitado que procurassem a informação nos manuais e internet, sendo que poderiam também visualizar o esquema da destilação simples que estava montado e em funcionamento.

Por fim, e como forma de abordar a etapa de purificação (redução das cadeias de carbono dos hidrocarbonetos existentes), foi colocada uma questão para a identificação da etapa de *cracking* no processo. Nesta situação, foi posteriormente exibida nova informação e um vídeo sobre esta etapa na aula seguinte, por forma a explicar melhor a importância do mesmo. Este tópico foi importante para iniciar a familiarização com as cadeias de hidrocarbonetos e a sua nomenclatura, que seriam alvo de maior detalhe nas tarefas três e quatro.

3.3.3. Tarefa 3 – Qual o composto orgânico?

A tarefa três, de investigação, foi realizada nas aulas quatro e cinco, ambas aulas de 50 minutos, devido ao dia de Carnaval que retirou no planejamento uma aula de 100 minutos. Os objetivos de aprendizagem encontram-se sistematizados na **Quadro 3.4**.

Quadro 3.4 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 3 - Qual o composto orgânico?

Aprendizagem Essencial (Química)	Integração STEM
- Aplicar os princípios de nomenclatura em química orgânica a hidrocarbonetos, álcoois e éteres.	- Conhecimento de compostos orgânicos, com base na cadeia, número de ligações, regras de nomenclatura (ciência); - Existência de grupos funcionais e que tipo de família se remete (ciência); - Visualização de compostos orgânicos no <i>software MolView</i> , representação dos mesmos e verificação de representação correta (tecnologia/ciência).

Para a realização desta tarefa, iniciou-se a primeira aula (aula número quatro) com um diagnóstico aos conhecimentos anteriores, através da aplicação *plickers*, onde foram colocadas algumas questões relativamente à diferenciação de hidrocarbonetos com base no número de ligações entre átomos de carbonos, relativamente a regras de nomenclatura e ao tipo de cadeia que os mesmos podem apresentar. Após o diagnóstico, e com base nesses resultados, foi efetuada uma revisão relativa aos hidrocarbonetos e grupos funcionais, destacando as regras de nomenclatura. Nessa etapa, mais expositiva, houve um período de discussão e resolução de alguns casos práticos, em turma, para que fosse possível esclarecer possíveis dúvidas. Para isso, construiu-se uma apresentação *PowerPoint*, de acordo com o planejamento da aula, onde se expuseram as principais regras de nomenclatura, bem com a classificação dos hidrocarbonetos, grupos funcionais e diferentes tipos de cadeia.

Na segunda aula (aula número cinco), realizada numa sala de informática, para que cada grupo de alunos tivesse acesso a um computador, foi realizada a componente de representação dos compostos orgânicos e resolução das questões da tarefa 3. Nesse sentido, os alunos dividiram-se em grupos por computador, abriram o *software MolView*

e, após alguns esclarecimentos de dúvidas sobre a utilização do software, iniciaram a resolução da tarefa.

Na questão número dois da tarefa, o objetivo principal de aprendizagem seria que os alunos fossem capazes de representar o composto, através da sua nomenclatura. Para isso foram selecionados hidrocarbonetos sem grupos funcionais, por forma a avaliar a forma como os alunos compreenderam as regras de nomenclatura, nomeadamente em termos de representação e ramificação dos compostos.

Na questão número três da tarefa, foi pretendido a representação do composto, mas com a adição de grupos funcionais, por forma a verificar a capacidade dos alunos de integrarem estes grupos nas regras de nomenclatura, conforme tinha sido abordado na aula anterior.

Por fim, na questão número quatro, pretendeu-se que os alunos representassem as estruturas de ressonância do ozono e do dióxido de enxofre, através do software *MolView*. Uma vez que ambas as estruturas seriam equivalentes, propôs-se que os alunos procurassem no manual explicar o que representavam as estruturas, bem como os requisitos para que estas situações pudessem ocorrer. Com esta última questão, introduziu-se por via da investigação autónoma dos alunos a temática dos híbridos de ressonância, que seriam detalhados na aula seguintes, de cariz mais expositivo.

3.3.4. Tarefa 4 – Como saber qual o composto?

A tarefa quatro, de resolução de problemas, foi planeada e desenvolvida para as aulas seis e sete, a primeira de 100 minutos e a segunda de 50 minutos. Os objetivos de aprendizagem encontram-se sistematizados na **Quadro 3.5**.

Para a realização da tarefa, iniciou-se a aula número seis com uma apresentação, de cariz mais expositivo, relativamente aos híbridos de ressonância, que foram alvo de investigação autónoma dos alunos ainda na tarefa três, e onde se desenvolveram alguns exemplos no quadro, com a participação dos alunos, procurando destacar e realçar a transição de eletrões nas estruturas de Kekulé, particularmente em anéis aromáticos. Esta componente, foi abordada como preparação também dos alunos para desafios que podem encontrar ao nível do ensino superior, em disciplinas como química orgânica.

Quadro 3.5 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 4 – Como saber qual o composto?

Aprendizagem Essencial (Química)	Integração STEM
- Aplicar os princípios de nomenclatura em química orgânica a hidrocarbonetos, álcoois e éteres.	- Compreensão dos híbridos de ressonância (abordados inicialmente na tarefa 3) (ciência) - Compreensão de isomeria, enquanto conceito científico, e aplicação da mesma na resolução de problemas (ciência/tecnologia) - Visualização de compostos orgânicos no <i>software MolView</i> , representação dos mesmos e verificação de representação correta (tecnologia/ciência).

De seguida, abordou-se a temática da isomeria, enquanto compostos diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular. Nesse sentido, de forma expositiva, apresentou-se que seria abordada a isomeria estrutural, ou seja, que apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturas, sendo que seriam abordadas a isomeria de cadeia, de posição e de grupo funcional. De acordo com as anteriores metas curriculares e com o manual, apenas deve ser abordada a isomeria estrutural e não a estereoisomeria. Na aula número seis, após esclarecimento de dúvidas e realização de alguns exemplos, os alunos dedicaram-se à resolução de alguns problemas do manual, bem como na leitura da tarefa número quatro, que seria uma vez mais realizada na sala de informática na aula número sete. Na aula número seis foi ainda possível retirar algumas questões sobre a tarefa número cinco (tarefa final), relativamente aos protocolos de biodiesel, que seriam realizados na aula número nove, de 100 minutos.

Na aula número sete, realizada na sala de informática, uma vez mais os alunos dispuseram-se por grupos por computadores, procurando com recurso ao software *MolView* efetuarem as representações dos compostos e resolverem os problemas propostos. Na questão dois da tarefa, pretendia-se que os alunos identificassem dois isómeros de grupo funcional do composto $C_4H_{10}O$, sabendo que um dos isómeros que deveriam representar seria tipicamente um anestésico. Neste sentido, seria previsto que os alunos, numa primeira fase, utilizassem a internet para pesquisar compostos com a fórmula molecular representada, mas diferente fórmula de estrutura, chegando à conclusão que o primeiro isómero seria o éter dietílico (mais comumente designado apenas como éter). De seguida, com esta informação, seria pressuposto que os alunos apresentassem um isómero de grupo funcional, que teria de ser um álcool. Na questão

três da tarefa, os alunos deveriam procurar identificar três compostos, X, Y e Z, com a mesma fórmula molecular, baseando-se em três premissas apresentadas. Nesta questão, seria particularmente relevante o raciocínio e capacidade de resolução de problemas dos alunos.

Esta tarefa, para além de se focar na isomeria, tinha por base muitos dos conhecimentos e aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na tarefa três, pois é fundamental o conhecimento sólido sobre regras de nomenclatura de hidrocarbonetos para conseguir responder às questões da tarefa quatro.

3.3.5. Tarefa 5 – Alternativas para garantir futuro

A tarefa número cinco foi desenhada para ser a tarefa integradora da aprendizagem efetuada na intervenção. Nesse sentido, foi disponibilizada na aula número quatro, procurando que os alunos fossem, em contexto fora de aula, lendo, interpretando, preparando e esclarecendo dúvidas com o professor. A realização da tarefa em contexto de sala de aula, foi realizada nas aulas oito e nove, de 100 minutos e 50 minutos respetivamente. Os objetivos de aprendizagem encontram-se sistematizados na **Quadro 3.6**. A tarefa, por ser integradora, acaba por ser a mais extensa em termos de atividades a realizar, como em objetivos de aprendizagem dos alunos.

Numa primeira fase, pretende-se que os alunos investiguem sobre os diferentes métodos e técnicas de produção de biodiesel, com recurso a óleos alimentares comuns. Nesse sentido, disponibilizaram-se alguns protocolos existentes e incentivou-se que os alunos procurassem mais informação na internet e manuais escolares. Com esta investigação, os alunos devem conceber e apresentar um protocolo experimental com o formalismo típico, descrevendo o objetivo da atividade, o material necessário, as etapas para a sua realização e, por fim, o método de testar a qualidade do produto desenvolvido.

De seguida, pretende-se que em sala de aula os alunos desenvolvam o protocolo que conceberam. Para isso, os alunos entregaram com antecedência os protocolos pretendidos, sendo que foi devidamente revisto e corrigido (se necessário) pelo professor, para garantir que seriam atingidos os resultados. Na aula número oito, de 100 minutos, os alunos puderam, nos primeiros 50 minutos, implementar o seu protocolo e analisar os dados obtidos. Como os protocolos tinham vários momentos ativos e passivos, os alunos devem iniciar a pesquisa de outros combustíveis alternativos e valores que sustentem posteriormente a comparação, com base à internet e manual escolar. Foi ainda fornecido

pelo professor um segmento de um livro, que contextualiza e apresenta parte das soluções que poderiam ser comparadas, nomeada o *Living in the Environment*, de Miller e Spoolman (2009).

Quadro 3.6 - Relação entre as aprendizagens essenciais e a integração STEM na Tarefa 5 – Alternativas para garantir futuro.

Aprendizagem Essencial (Química)	Integração STEM
<ul style="list-style-type: none"> - Discutir, numa perspetiva interdisciplinar, com base em pesquisa, os problemas ambientais de poluição atmosférica, nomeadamente os relacionados com as alterações climáticas, provocados pela indústria petrolífera e pela queima dos combustíveis; - Argumentar, com base em pesquisa, sobre o papel da investigação em Química na otimização da produção de combustíveis alternativos e na procura de combustíveis do futuro; - Debater, com base em pesquisa, a importância e limitações da produção de biocombustíveis no ciclo de reciclagem de óleos; - Debater a importância e limitações da produção de biocombustíveis no ciclo de reciclagem de óleos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar sobre os diferentes métodos e técnicas de produção de biodiesel, com recurso a óleos alimentares comuns (ciência/tecnologia); - Desenvolver protocolos experimentais com possibilidade de implementação prática (ciência/tecnologia); - Desenvolver a prática laboratorial, através da implementação do protocolo experimental desenvolvido (ciência/tecnologia); - Testar e calcular a eficácia do combustível produzido, comparando com a literatura (ciência/tecnologia/matemática); - Comparar a solução concebida com outras disponíveis e existentes na literatura (ciência/tecnologia/matemática); - Tomar decisões fundamentadas com base em resultados científicos, quando comparados com a literatura (ciência/tecnologia/matemática); - Conceber estruturas de transmissão de conhecimento científico a alunos do ensino básico (ciência/tecnologia/engenharia); - Construir estruturas de transmissão de conhecimento científico a alunos do ensino básico (ciência/tecnologia/engenharia).

No final da realização experimental, os alunos deveriam calcular alguns dados para avaliar a qualidade do biodiesel produzido, verificar se se encontram dentro dos parâmetros da literatura, bem como comparem com os restantes biocombustíveis existentes. Com base nesta comparação, devem tomar a decisão de qual a melhor alternativa para futuro. Por fim, por forma a concluir a tarefa, devem conceber e construir

uma maquete relativa ao ciclo de vida dos óleos alimentares, por forma a explicar este ciclo, nas suas etapas, a alunos do ensino básico.

Na aula número oito foram desenvolvidas as várias etapas da tarefa, com exceção da conceção e construção da maquete, que foi efetuada em aulas subsequentes, para desenvolvimento de vários projetos, e a apresentação e discussão dos resultados obtidos no trabalho experimental.

A discussão e apresentação dos resultados foi efetuada no início da aula nove, onde se solicitou também aos alunos uma apreciação global da unidade de ensino e onde foi pedido que submetessem essa apreciação no moodle da disciplina, para reflexão por parte do professor. No final da aula número nove foi ainda realizado o WAT, após a intervenção.

A conceção (e avaliação das alternativas, que será abordada no capítulo de resultados) e construção da maquete foi efetuada em aulas subsequentes, conforme referido, com orientação e apoio do professor.

Capítulo 4 – Método de Investigação

O presente capítulo encontra-se dividido em quatro secções: (i) método de investigação; (ii) contexto do estudo e caracterização dos participantes; (iii) recolha de dados; (iv) análise de dados.

4.1. Método de Investigação

O método de investigação utilizado no presente relatório é de cariz misto. Este tipo de método de investigação marca uma transição dos métodos de investigação, através da conjugação, no mesmo método, de uma abordagem qualitativa e quantitativa (Creswell, 2007). Neste sentido, existe uma conjugação que pode dar-se em determinados sentidos, que no caso particular do presente estudo são: “dois tipos de questões de investigação (com abordagens qualitativas e quantitativas); a forma como as questões de investigação são desenvolvidas; dois tipos de procedimento de amostragem; dois tipos de procedimentos de recolha de dados; dois tipos de dados; dois tipos de análise de dados; e dois tipos de conclusões” (Creswell, 2007; p. 4).

Existem desafios à utilização deste tipo de método, uma vez que continuam a existir dúvidas e resistências relativamente ao propósito da investigação, podendo o mesmo ser posto em causa devido à mistura dos métodos referidos (qualitativo e quantitativo), particularmente para iniciantes neste tipo de investigação (Creswell, 2007). No entanto, devido à sistematização e diferenciação das questões e métodos, que confluem para o objetivo da presente investigação, o método misto é o aconselhável por ambas as abordagens para os diferentes objetivos (Creswell, 2007).

Como referido, parte do estudo tem por base o método de investigação qualitativo, nomeadamente, a observação e os documentos escritos. Este tipo de método de investigação permite retirar conclusões relacionadas com perspetivas sociais, focando-se sobre as experiências, comportamentos, emoções e sentimentos, como também nas interações de várias dinâmicas e fenómenos culturais, resultando desta forma numa maior compreensão sobre o caso em estudo (Denzin & Lincoln, 1998; Strauss & Corbin, 1998). A observação, em particular, para além de ser qualitativa, é naturalista, sendo que os dados são recolhidos no ambiente natural, sendo descritiva, tendo o processo de

observação e registo de notas de campo uma grande relevância, com uma análise de dados indutiva e com bastante relevância para a perspetiva dos participantes (Bogdan & Biklen, 1994).

Em paralelo, os *Word Association Test* (WAT) e os questionários realizados, têm por base um método de investigação de cariz quantitativo, uma vez que serão tratados de forma estatística os resultados, procurando evidenciar tendências com os dados recolhidos e tratados, o primeiro através das associações e frequências das mesmas e o segundo através do *Microsoft Excel*.

Enquanto estratégia de investigação, foi utilizada a investigação sobre a própria prática. O interesse de fazer investigação sobre a própria prática é a resolução de problemas profissionais detetados no decorrer da sua ação letiva, que quando endereçados ou possivelmente tratados, possam resultar em melhores resultados para os seus alunos e contexto/interação de sala de aula, como também a construção de conhecimento (Ponte, 2002).

4.2. Contexto do Estudo e Caracterização dos Participantes

O RPES reporta ao trabalho de investigação sobre a própria prática desenvolvido junto de uma turma de 12.º ano de química, numa escola situada no Alentejo Central. A turma é constituída por 19 alunos, sendo 6 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, com idades entre os 17 e os 18 anos. No geral, os alunos apresentaram bons resultados escolares a física e química A, o que fez que optassem pela opção de 12.º ano em química. Neste sentido, é uma turma interessada e motivada, pelo que é particularmente relevante para o estudo em curso, permitindo desenvolver o trabalho de investigação.

Em termos do contexto escolar, a escola situa-se num concelho do Alentejo Central. Ao nível da escolaridade, cerca de 15% da população não tem escolaridade, cerca de 25% tem o 1.º ciclo de escolaridade, cerca de 11% tem o 2.º ciclo de escolaridade, cerca de 16% tem o 3.º ciclo de escolaridade, cerca de 22% tem a escolaridade de ensino secundário e pós-secundário e, por fim, cerca de 11% da população tem a escolaridade de ensino superior (11,4%) (INE, 2021). A escola conta com cerca de 1500 alunos, valores que apresentam uma tendência decrescente. Cerca de 11% dos alunos apresentam necessidades educativas especiais e 22% beneficiam da ação social escolar.

Por fim, em termos de resultados da avaliação interna do agrupamento, verificam-se em termos de taxa de sucesso escolar (%) para o 1.º ciclo 99,4%, para o 2.º ciclo 98,4%,

para o 3.º ciclo 95,8%, para o ensino secundário 94,0% e para os cursos profissionais 100%. Em termos de percentagem de alunos com classificação positiva a todas as disciplinas/módulos, verifica-se para o 1.º ciclo 95,6%, para o 2.º ciclo 87,2%, para o 3.º ciclo 71,6%, para o ensino secundário 79,8% e para os cursos profissionais 98,6%.

4.3. Recolha de Dados

Para o presente trabalho de investigação, e tendo em conta o objetivo e questões de investigação delineados, definiram-se como instrumentos de recolha de dados os seguintes: a) WAT (*Word Association Test*), b) questionário; c) observação; d) documentos escritos. Nos subcapítulos seguintes, encontram-se detalhados os instrumentos e a justificação da sua utilização.

4.3.1. WAT (*Word Association Test*)

Este instrumento de recolha de dados baseia-se na associação de palavras, sendo que na maioria dos casos esta associação de palavras ocorre de forma rápida e imprevisível (Hazra, 2018). Este tipo de instrumento de recolha de dados tem tomado um papel preponderante nos estudos sobre ensino de ciências, ajudando a determinar e mapear conceitos na compreensão dos alunos, podendo de alguma forma esquematizar e representar relações entre os conteúdos e as estruturas cognitivas, procurando assim representar as associações que os alunos fazem com os conhecimentos que têm (Akman, 2016; Derman & Eilks, 2016). Em síntese, este método pressupõe a apresentação de palavras estímulo, aos quais os alunos respondem por escrito com palavras associadas que sejam significativas para si, num determinado espaço de tempo, sendo que os resultados permitem investigar a estrutura cognitiva (Baptista et al., 2019; Nakiboglu, 2008). Não existindo uma única definição para estrutura cognitiva, no contexto do presente estudo foi considerado que se refere a relações entre conceitos, termos e processos estabelecidos pelos alunos (Baptista et al., 2019; p. 2).

Visto este instrumento ser utilizado no início da prática pedagógica, bem como no final, por forma a efetuar uma comparação nas estruturas cognitivas sobre o tópico desenvolvida pelos alunos, no momento inicial é um método instantâneo, uma vez que os alunos não têm tempo para se prepararem, relevando assim aquilo que é mais intuitivo nos mesmos (Bahar, Johnstone & Sutcliffe, 2015). Em concordância com o mencionado

no capítulo anterior, o WAT foi aplicado no início e no final da intervenção letiva, contando com 10 palavras estímulo e uma duração de 25 minutos, bem como a posterior necessidade de construção de frases, por forma a avaliar a concordância das mesmas com o tópico a ser desenvolvido. As palavras estímulo utilizadas foram energia, combustíveis, ambiente, destilação, composto orgânico, ligação química, composto aromático, hidrocarbonetos, grupo funcional e híbridos de ressonância.

4.3.2. Questionário

A motivação para o seguimento de carreiras STEM é uma das questões que os decisores devem ter em consideração aquando do desenho de políticas e programas para atração de jovens para este tipo de carreiras (Glynn et al, 2011; Peterman et al, 2016). De facto, existem estudos que demonstram que muitos alunos perdem desde cedo, bem antes da candidatura ao ensino superior ou à escolha de uma carreira, o interesse pelas áreas científicas (Peterman et al., 2016). Neste sentido, importa perceber de que forma a motivação para o estudo de áreas STEM é influenciada, bem como o que pode ser feito a este nível para atrair os estudantes, procurando ter maior disponibilidade de recursos humanos formados e capacitados para este tipo de carreiras no futuro (Glynn et al., 2011). Existem estudos que demonstram que as práticas STEM bem-sucedidas e com resultados positivos levam os alunos a desenvolver maior motivação para estas áreas científicas (Peterman et al., 2016). Por outro lado, existem também estudos que sustentam que as práticas tradicionais de ensino e aprendizagem acabam por levar os alunos, particularmente do sexo feminino, a perder desde cedo o interesse por este tipo de áreas científicas (Peterman et al., 2016).

Uma forma de compreender melhor a motivação para as carreiras científicas é através do uso de questionários de motivação para a ciência (Glynn & Koballa, 2006, citado em Glynn et al., 2011). Estes questionários são desenvolvidos e construídos para compreender de que forma os estudantes estão ou não motivados para carreiras científicas (Glynn et al., 2011). Este instrumento de recolha de dados, para posterior análise de resultados e apresentação de soluções, tem como objetivo o desenvolvimento de políticas que promovam uma maior literacia científica junto dos estudantes, como também de ter disponibilidade de recursos humanos com conhecimentos e formados para adotar este tipo de carreiras no futuro (Glynn et al., 2011), sustentando a necessidade do estudo desta temática. Este tipo de questionários tem questões que merecem particular atenção,

garantindo a sua validade perante os resultados, desde logo em termos de conteúdo, critério e de construção (Glynn et al., 2011). Ainda, têm por base cinco componentes motivacionais, que são a motivação intrínseca, a determinação própria, a eficácia própria, a motivação de carreira e a motivação por resultados (Glynn et al., 2011).

Os questionários, à semelhança dos WAT, foram aplicados no início e no final da intervenção letiva, tendo por objetivo avaliar a mudança na intenção dos alunos de seguirem ou não carreiras ligadas ao STEM após estarem envolvidos neste tipo de aprendizagem. Para isso, foi facultado o *link* do questionário aos alunos no início da intervenção, tendo sido solicitado a criação de um código com uma letra e cinco números, que teria de ser utilizado em ambas as respostas e os mesmos responderam através do telemóvel, em ambos os momentos.

4.3.3. Observação

A observação é um dos métodos de recolha de dados mais utilizados em estudos que se baseiam numa análise qualitativa. A observação a utilizar será de base naturalista, uma vez que irá decorrer em contexto real, observando os acontecimentos à medida que acontecem, tomando para o efeito notas de campo, como um diário de bordo de cada aula lecionada.

Nesse sentido, importa preparar guiões de observação, onde sejam definidas as categorias e objetivos de observação (Strauss & Corbin, 1998). A observação será participante, uma vez que o professor ocupa a dupla função de professor-investigador, tendo para isso de conseguir, em parte, distanciar-se da função letiva, conseguindo refletir sobre a observação efetuada e notas de campo retiradas. É por isso, que para além da natureza descritiva da observação, deve contemplar-se a natureza reflexiva, para que se consigam retirar conclusões da mesma (Strauss & Corbin, 1998).

A observação foi registada através de notas de campo no final de cada uma das aulas, tendo sido registadas num caderno do professor. Foram retiradas em contexto descritivo, tendo depois sido alvo de uma análise reflexiva.

4.3.4. Documentos Escritos

A recolha e análise de documentos escritos dos alunos será fundamental para perceber, efetivamente, as aprendizagens, dificuldades, como também a motivação e

envolvimento dos mesmos na prática letiva (embora, esta última característica possa ser também avaliada por via da observação).

Nesse sentido, considerou-se como um dos instrumentos a utilizar, pois permitirá uma análise direta das respostas e percepções dos alunos (Silverman & Marvasti, 2008). Ainda, a análise de documentos escritos permite caracterizar não apenas o processo de aprendizagem, como também a sua envolvente, como foram utilizados para a descrição do contexto, com base no projeto educativo da Escola. Este método é apropriado tanto para abordagens qualitativas como quantitativas, sendo que deve garantir-se a salvaguarda dos alunos em termos de questões éticas.

Os documentos escritos foram selecionados e analisados das respostas dos alunos às tarefas e das suas avaliações sobre as mesmas. Após a recolha e compilação das mesmas, foram definidas dimensões e categorias de análise e investigação. Importa ressaltar que a maioria das respostas às tarefas foram efetuadas em computador, caso que será verificado no capítulo 5. Ainda, o projeto educativo da escola onde foi realizada a prática de ensino supervisionada foi também alvo de análise para a caracterização dos participantes e contexto da intervenção.

4.4. Análise de Dados

A análise dos dados recolhidos no trabalho depende do instrumento e objetivo de investigação utilizado. Nesse sentido, a análise de dados será diferente relativamente ao WAT, aos questionários utilizados e à observação e documentos escritos dos alunos. Como referido inclusivamente na secção 4.1. do presente trabalho, relativa ao método de investigação, sendo o mesmo um método misto, a análise de dados do WAT e dos questionários terá uma abordagem quantitativa, procurando responder às primeira e segunda questões de investigação. Noutra sentido, os documentos escritos e observação terão uma análise qualitativa, procurando responder à terceira questão de investigação, relativamente às aprendizagens realizadas pelos alunos após a realização de tarefas STEM.

O WAT foi utilizado para dar resposta à primeira questão de investigação, ou seja, qual o desenvolvimento das estruturas cognitivas durante a prática de ensino, com recurso a tarefas STEM. O teste foi aplicado antes e após a intervenção, conforme referido, sendo recolhidos em papel as respostas dos alunos. Para a apresentação de resultados, os dados são agrupados e têm um tratamento estatístico, relativamente a cada palavra estímulo e

com a frequência de resultados que são apresentados. Para isso, serão construídas tabelas de frequências, onde procurará evidenciar-se os principais resultados. A construção frásica, solicitada em ambos os WAT, pretenderá avaliar a ligação entre as palavras estímulo com os diferentes tópicos abordados.

O questionário foi utilizado para dar resposta à segunda questão de investigação, ou seja, qual a mudança de intenção dos alunos em seguir carreiras STEM, após a intervenção com abordagem STEM sobre o tópico combustíveis, energia e ambiente. Para análise de dados, é necessário ter em conta a validade do questionário, baseando-se em três critérios principais: validade do conteúdo, validade da relação de critério e validade de construção (Glynn et al., 2011). Com base na literatura de referência, o questionário utilizado foi desenvolvido no âmbito do projeto “*Let’s GoSTEM*”, tendo desde já uma estrutura construída com base nos critérios elencados, bem como definidos os pontos relevantes que foram tidos em consideração no primeiro tipo de questionário desenvolvido, bem como no seu aperfeiçoamento, que são: a motivação intrínseca, a determinação própria, a eficácia própria, a motivação de carreira e a motivação por resultados (notas/avaliações) (Glynn et al., 2011). Os resultados foram analisados com recurso ao *Microsoft Excel*, onde foram avaliadas tendências e relações nas respostas, particularmente comparando os momentos pré e pós intervenção STEM.

Relativamente aos documentos escritos e observação das aulas, que são alvo de uma análise qualitativa, os mesmos foram analisados após cada tarefa. No final da intervenção, efetuou-se um balanço de todos os resultados e dados recolhidos, de forma a que fossem definidas as categorias e subcategorias de análise, que se apresentam no **Quadro 4.1**. A análise pretendeu estar também enquadrada nos domínios de conhecimento, preconizados nas orientações curriculares, de acordo com os princípios da redução dos dados, da organização e apresentação dos dados e da interpretação e verificação das conclusões (Miles & Huberman, 1994). Para além dos registos escritos, foram analisadas as notas de campo retiradas em cada aula, bem como analisados registos fotográficos que pretendem ilustrar algumas etapas do trabalho. A análise a este conjunto de dados pretende dar resposta à terceira, e última, questão de investigação, ou seja, que aprendizagens realizam os alunos durante a realização de tarefas STEM sobre o tópico combustíveis, energia e ambiente.

Quadro 4.1 - Categorias e subcategorias de análise criadas para a questão de investigação "que aprendizagens realizam os alunos durante a realização das tarefas STEM sobre o tópico "combustíveis, energia e ambiente"?"

Questão do estudo	Recolha de dados	Categorias	Subcategorias
Que aprendizagens realizam os alunos durante a realização das tarefas STEM sobre o tópico "Combustíveis, Energia e Ambiente"?	Observação (notas de campo)	Conceitos científicos (domínio conceptual)	- Impactes ambientais do uso de combustíveis fósseis
	Documentos escritos dos alunos		- Técnicas de produção de combustíveis derivados do petróleo
			- Nomenclatura e representação de compostos orgânicos
			- Híbridos de Ressonância e Isómeros
	Registo fotográfico	- Importância de combustíveis alternativos e o papel da química	
	Observação (notas de campo)	Processos (domínio processual)	- Planificação
	Documentos escritos dos alunos		- Representação e construção
	Registo fotográfico		
	Documentos escritos dos alunos	Resolução de problemas (raciocínio)	- Resolução de problemas nas tarefas
	Observação (notas de campo)	Comunicação e argumentação	- Discussão coletiva em aula
Registo fotográfico	- Posters dos trabalhos realizados		
Observação (notas de campo)	Articulação STEM	- Conceitos STEM	
Documentos escritos dos alunos			
Registo fotográfico			

Capítulo 5 – Resultados

O presente capítulo visa apresentar os resultados obtidos através da utilização dos instrumentos de recolha de dados identificados no capítulo anterior, que têm como último objetivo responder às questões de investigação do presente trabalho. Nesse sentido, encontra-se dividido em três secções: i) evolução das estruturas cognitivas dos alunos; ii) mudança de intenção em seguir carreiras STEM; iii) aprendizagens realizadas pelos alunos. A discussão e reflexão dos resultados encontra-se presente no capítulo seguinte.

Na primeira secção, relativamente à evolução das estruturas cognitivas dos alunos, são apresentados os resultados dos WAT, onde é efetuada a análise em termos de frequências de respostas e ligações entre termos, conceitos e processos estabelecidos pelos alunos, de acordo com o que foi preconizado no capítulo 4, procurando encontrar evoluções nas suas estruturas cognitivas (Baptista et al., 2019), ambicionando ter os resultados para procurar responder à primeira questão de investigação, “que evolução ocorre nas estruturas cognitivas dos alunos sobre os combustíveis, energia e ambiente após realizarem as tarefas STEM?”.

Na segunda secção, relativamente à mudança de intenção em seguir carreiras STEM, são apresentados os resultados dos questionários do projeto “*Let’s GoSTEM*”, realizados pelos alunos, em ambos os momentos. Os resultados são apresentados e tratados com recurso ao *Microsoft Excel*, procurando que os alunos consigam responder à segunda questão de investigação, “qual a mudança de intenção dos alunos em seguir carreiras STEM, após a intervenção com abordagem STEM sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”?”.

Por fim, na terceira secção, apresentam-se os resultados obtidos através dos documentos escritos, observação e registos fotográficos ao longo de toda a intervenção e tarefas representadas. Os resultados são apresentados de acordo com as categorias de análise apresentadas no capítulo 4, sendo que procuram sustentar a resposta à terceira, e última, questão de investigação, “que aprendizagens realizam os alunos durante a realização das tarefas STEM sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”?”.

5.1. Evolução das estruturas cognitivas dos alunos

Para dar resposta à questão de investigação “que evolução ocorre nas estruturas cognitivas dos alunos sobre o tópico combustíveis, energia e ambiente após realizarem as tarefas STEM”, aplicou-se o WAT construído (disponível nos anexos), antes do início da intervenção e após o término da mesma. Este método permite o mapeamento de frequências de respostas, com vista à identificação de estruturas cognitivas dos alunos.

Assim sendo, no período antes da intervenção, considerado como pré-teste (M1), foi espectável que os alunos escrevessem palavras que associavam às palavras estímulo, sendo que para isso deveriam mobilizar conhecimentos anteriores. No período após a intervenção, considerado como pós-teste (M2), seria espectável verificar-se respostas associadas também aos conhecimentos desenvolvidos no tópico, no caso particular, de combustíveis, energia e ambiente, com base nas aprendizagens essenciais para a disciplina de química do 12.º ano de escolaridade, tendo os mesmos ganho significado, de acordo com os conhecimentos prévios (Silva, 2020).

O WAT tinha originalmente dez páginas e dez palavras estímulo, todas relacionadas com o tópico abordado, nomeadamente: energia, combustíveis, ambiente, destilação, composto orgânico, ligação química, composto aromático, hidrocarboneto, grupo funcional e híbrido de ressonância. Em cada página, os alunos deveriam escrever palavras que associassem à palavra estímulo, bem como deveriam procurar integrar essa palavra numa frase, sendo que a duração dada foi de vinte e cinco minutos. Verificaram-se dificuldades no pré-teste, inicialmente, sendo que foi informado, conforme estava também escrito no enunciado do WAT, que não existiam respostas certas ou erradas, que a realização era anónima, e que deveriam procurar responder de sua autoria, mobilizando apenas os seus conhecimentos, sem procurar no manual ou na internet, pois dessa forma inviabilizariam o resultado do WAT. O WAT prolongou-se durante mais dez minutos no pré-teste, devido a ser necessário apoiar e ajudar na compreensão inicial do teste.

Para o tratamento dos resultados e construção dos mapas de frequências, tomou-se por base o descrito por Nakiboglu (2008). Foram contados os números de respostas para cada palavra estímulo, reduzindo assim os mesmos. As respostas consideradas como “válidas” deveriam ter significado e serem aceitáveis no âmbito do tópico abordado. Ainda, foi excluída a palavra estímulo de composto aromático, uma vez que não apresentaram resultados significativos para a análise. No **Quadro 5.1**, encontra-se a tabela de frequências do WAT, no pré-teste e pós-teste.

Quadro 5.1 - Tabela de frequências WAT pré-teste e pós-teste.

Palavra / Resposta	Energia		Combustíveis		Ambiente		Destilação		Composto Orgânico		Ligação Química		Hidrocarbonetos		Grupo Funcional		Híbrido de Ressonância	
	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2
Energias Renováveis	14	10																
Eletricidade	13	8									1							
Energia Mecânica	8	6	1															
Movimento	10	2	6	1														
Combustíveis Petrolíferos	1		13	16				1										
Petróleo / Crude		2	11	8		1	1	8	1	2								
Poluição					9	14												
Água (destilada)							13	2										
Vinho / Bebidas alcóolicas							6	8										
Destilação Simples				1				16										
Destilação Fracionada				2				16										
Tipo de Ligação Química											7	11						
Alcanos									1	4			9	11		4		
Alcenos										2			3	10		4		
Alcinos										2			3	9		3		
Tipos de Grupo Funcional															4	11		
Reação Química	2	1	1				5	1			3			1				
Flora			1	3	11	9			5	1								
Combustíveis Fósseis	2	3	10	13	1	5	2	2	3				2					
Fauna	1				8	10			2	1								
Carbono	1		2	1		1			3	6	5		5	8	1			
Hidrocarboneto			1	3					3	10		1				1		
Combustíveis Alternativos			2	14														
Exemplos de Híbridos de Ressonância																		13
Dupla Representação / Formas de Ressonância												1						7

No **Quadro 5.2**, apresenta-se o número de diferentes respostas para cada palavra estímulo. Consegue-se assim evidenciar o número de respostas diferentes, uma vez que nos mapas de frequências não se encontram todas consideradas, mas sim as que tiveram frequência maior ou igual a cinco.

Quadro 5.2 - Tabela com o número de respostas diferentes por palavra estímulo no pré-teste (M1) e no pós-teste (M2).

Palavra estímulo	M1	M2
Energia	9	7
Combustíveis	10	10
Ambiente	4	6
Destilação	5	8
Composto Orgânico	7	8
Ligação Química	4	3
Hidrocarboneto	5	5
Grupo Funcional	2	5
Híbridos de Ressonância	0	2
Total	46	54

Com base na tabela de frequências (**Quadro 5.1**), construíram-se os mapas de frequências para o pré-teste e para o pós-teste. Os mapas de frequência foram construídos tendo por base três intervalos de frequências, nomeadamente: $13 \leq f \leq 16$, sendo classificado como nível 3; $9 \leq f \leq 12$, sendo classificado como nível 2; e $5 \leq f \leq 8$, sendo classificado como nível 3. As palavras estímulo foram colocadas dentro de retângulos, sendo que a grossura do retângulo e das setas varia consoante o nível de frequência, ou seja, mais grosso para os níveis superiores de frequência, e mais fino para os grupos inferiores de frequência. Com esta distinção visual consegue-se visualizar desde logo as maiores associações dos alunos, conforme também mencionado por Nakiboglu (2008).

No **Quadro 5.3** encontram-se os mapas de frequência para o pré-teste (M1), ou seja, para o WAT aplicado antes do início da intervenção. Da observação, consegue verificar-se que no nível 1 existiram três palavras estímulo, nomeadamente “combustíveis”, “destilação” e “energia”. Ainda se verificou que na palavra estímulo de “energia”, verificaram-se duas respostas, “energias renováveis” e “eletricidade”. Para as palavras estímulo de “combustíveis” e “destilação”, verificou-se apenas uma correspondência, respetivamente “combustíveis petrolíferos” e “água destilada”.

Quadro 5.3 - Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pré-teste (M1).

Nível	Frequência	Mapa
3	$13 \leq f \leq 16$	<pre> graph TD C[Combustíveis] --> CP[Combustíveis Petrolíferos] D[Destilação] --> AD[Água Destilada] E[Energia] --> ER[Energias Renováveis] E --> El[Eletricidade] </pre>
2	$9 \leq f \leq 12$	<pre> graph TD C[Combustíveis] --> CF[Combustíveis fósseis] C --> CP[Combustíveis Petrolíferos] C --> PC[Petróleo / Crude] D[Destilação] --> AD[Água Destilada] E[Energia] --> ER[Energias Renováveis] E --> M[Movimento] A[Ambiente] --> Fl[Flora] A --> Pol[Poluição] H[Hidrocarbonetos] --> Al[Alcanos] </pre>
1	$5 \leq f \leq 8$	<pre> graph TD C[Combustíveis] --> CF[Combustíveis fósseis] C --> CP[Combustíveis Petrolíferos] C --> PC[Petróleo / Crude] D[Destilação] --> RQ[Reação Química] D --> VBA[Vinho/ Bebidas Alcoólicas] D --> AD[Água Destilada] E[Energia] --> ER[Energias Renováveis] E --> M[Movimento] E --> El[Eletricidade] A[Ambiente] --> Fa[Fauna] A --> Fl[Flora] A --> Pol[Poluição] H[Hidrocarbonetos] --> Al[Alcanos] EM[Energia Mecânica] --> LQ[Ligação Química] LQ --> TLQ[Tipo de Ligação Química] TLQ --> GF[Grupo Funcional] GF --> HR[Híbrido de Ressonância] CO[Composto Orgânico] <--> A CO <--> H </pre>

No nível 2, verificam-se mais duas palavras estímulo, neste caso, “ambiente” e “hidrocarbonetos”. Para a palavra estímulo de “ambiente”, existiu a associação com “flora” e “poluição”, sendo que para a palavra estímulo de “hidrocarbonetos”, existiu a

associação com “alcanos”. Para as palavras estímulo que já tinham sido mencionadas no nível 3, verificou-se ainda a adição de “combustíveis fósseis” e “petróleo/crude” à palavra estímulo de “combustíveis” e a adição de “movimento” à palavra estímulo “energia”.

Por fim, no nível 1, verificaram-se mais duas palavras estímulo, neste caso “composto orgânico” e “ligação química”. Para a palavra estímulo de “composto orgânico” verificou-se a ligação com “flora” e para a palavra estímulo de “ligação químicas” a “tipos de ligação química”, ou seja, diferentes tipos de ligação química que os alunos se lembravam (por exemplo, ligação iônica, ligação covalente, ligação metálica, entre outras). Para as palavras estímulo que já se encontravam no nível 2, verificou-se para a palavra estímulo de “combustíveis”, a adição de movimento, para a palavra estímulo “destilação”, a adição de “reação química” e “vinho / bebidas alcoólicas”, para a palavra estímulo de “energia” a adição de “energia mecânica” e para a palavra estímulo de “ambiente” a adição de “fauna”.

Verificaram-se, no nível 1, duas ligações entre diferentes respostas com diferentes palavras estímulo, nomeadamente a palavra “flora” que foi associada às palavras estímulo de “ambiente” e de “composto orgânico”, demonstrando a ligação entre ambas, ou seja, que a natureza é constituída por compostos orgânicos. Também a palavra “movimento” foi associada às palavras estímulo de “energia” e “combustíveis”, fazendo a ligação com a mobilidade e necessidade energética. As palavras estímulo de “híbridos de ressonância” e “grupo funcional” não tiveram qualquer associação nos intervalos de frequência.

Através das respostas dos alunos no pré-teste (M1), consegue concluir-se que os alunos têm noção de que os combustíveis garantem a energia suficiente para a mobilidade e produção industrial, bem como a condicionante do ambiente relativamente aos seus aspetos biofísicos, particularmente na componente de flora e fauna, e que existem problemas de poluição, bem como que os compostos orgânicos dão a base à vida, que a destilação permite a separação de misturas líquidas (mesma fase) e que existem vários tipos de ligação química e que os alcanos são hidrocarbonetos e, simultaneamente, são compostos orgânicos.

Durante a intervenção, foram exploradas as aprendizagens essenciais relacionadas com o tópico combustíveis, energia e ambiente, tendo também sido realizadas atividades sobre hidrocarbonetos (com particular ênfase para a nomenclatura, existência de grupos funcionais, híbridos de ressonância e isomeria), bem como foi explorada a refinação e transformação do petróleo, e desenvolvido biodiesel em laboratório, a partir de óleos alimentares usados.

Quadro 5.4 - Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pós-teste (M2).

Nível	Frequência	Mapa
3	$13 \leq f \leq 16$	
2	$9 \leq f \leq 12$	
1	$5 \leq f \leq 8$	

Posteriormente, os alunos tiveram de construir uma maquete para explicar aos alunos do primeiro ciclo do ensino básico, o ciclo de vida e reciclagem dos óleos alimentares na comunidade. Assim, é esperado existir um outro nível de associação com as palavras estímulo, após a intervenção STEM realizada. Na verdade, observando-se o **Quadro 5.2**, verificou-se um aumento no número de respostas no pós-teste (M2).

No nível 3, portanto com uma frequência de 13 a 16, verificaram-se quatro palavras estímulo, nomeadamente, “ambiente”, “combustíveis”, “destilação” e “híbrido de ressonância”. Para a palavra estímulo “ambiente”, verificou-se associação com a palavra “poluição”. Para a palavra estímulo “combustíveis”, verificou-se a associação com “combustíveis fósseis”, “combustíveis petrolíferos” e “combustíveis alternativos”. Para a palavra estímulo “destilação”, verificou-se a associação com as palavras “destilação simples” e “destilação fracionada”. Por fim, para a palavra estímulo “híbridos de ressonância”, foi associada “exemplos de híbridos de ressonância”, nomeadamente o ozono e o dióxido de enxofre. O aumento de respostas no nível 3, com associação direta às palavras estímulo, aparenta ser consequência da intervenção, uma vez que foram abordados tópicos relativos à poluição da indústria dos combustíveis fósseis, foi efetuado em laboratório a destilação do vinho tinto, comparando-se depois numa tarefa com a destilação fracionada do petróleo/crude, desenvolveu-se biodiesel em laboratório, tendo sido abordados outros combustíveis alternativos, tais como o hidrogénio e o bioetanol, bem como foram abordadas as estruturas de ressonância do ozono e do dióxido de enxofre, e representadas com base na tecnologia do *software MolView*.

No nível 2, foram já consideradas todas as palavras estímulo, verificando-se também a diferença face ao nível 1. Neste caso, a palavra estímulo de “ligação química” apareceu associada aos “tipos de ligação química”, como no pré-teste (M1). A palavra estímulo de “hidrocarbonetos” foi associada com “alcanos”, “alcenos” e “alcinos”, portanto reforçada face ao pré-teste (M1). A palavra estímulo de “grupo funcional” foi associada a “tipos de grupos funcionais”, como por exemplo o álcool, os aldeídos, as cetonas, os éteres, entre outros. A palavra estímulo de “composto orgânico” foi associada a “hidrocarbonetos” (também palavra estímulo) e a palavra estímulo de “energia” associada a “energias renováveis”. Ainda, foi associada à palavra estímulo de “ambiente”, as palavras “flora” e “fauna”. Neste nível verificou-se um maior detalhe aos conteúdos abordados, face a várias palavras que tinham sido associadas no pré-teste (M1), com base nos conhecimentos anteriores dos alunos. Verificou-se a adição de “alcenos” e “alcinos”, destacando dessa forma à menção única de “alcanos” no pré-teste (M1), mostrando a

diferenciação por parte dos alunos do tipo de hidrocarboneto, dependendo da ligação associada (simples, dupla ou tripla), bem como se verificaram vários grupos funcionais, o que não tinha acontecido no pré-teste (M1).

Por fim, no nível 1, foi associada às palavras estímulo de “combustíveis” e “destilação” a palavra “petróleo/crude”, foi associada às palavras estímulo de “hidrocarbonetos” e “composto orgânico” a palavra “carbono”, foi associada à palavra estímulo de “destilação” a palavra estímulo de “vinho / bebidas alcoólicas”, foi associada à palavra estímulo de “híbrido de ressonância” a palavra “dupla representação / formas de ressonância”, foi associada à palavra estímulo “ambiente” a palavra de “combustíveis fósseis” e, por fim, foi associada à palavra estímulo de “energia” as palavras “energia mecânica e eletricidade”. Em comparação com o pré-teste (M1), no nível 1 do pós-teste (M2) verificam-se mais associações conjuntas, nomeadamente a palavra “combustíveis fósseis” para duas palavras estímulo, a palavra “carbono” para duas palavras estímulo, a palavra “petróleo/crude” para duas palavras estímulo e a associação direta entre duas palavras estímulo, quando no pré-teste apenas se tinha verificado uma dupla associação.

Com estes resultados, consegue concluir-se que após a intervenção STEM, existe uma maior associação das palavras estímulo com palavras associadas ao tópico. Consegue verificar-se que concluem que a destilação é um método que pode ser associado para a destilação do petróleo e do crude, conseguem associar os combustíveis fósseis à poluição e problemática ambiental, conseguem destacar tipos de ligação química, de híbridos de ressonância e de grupos funcionais, conseguem concluir que o carbono é a base dos hidrocarbonetos e dos compostos orgânicos, bem como que dependem do tipo e número de ligações que têm e, portanto, conseguiram terminar a intervenção STEM com uma evolução ao nível das estruturas cognitivas, no tópico de “combustíveis, energia e ambiente”.

5.2. Mudança de intenção em seguir carreiras STEM

Para avaliar a mudança de intenção dos alunos em seguir carreiras STEM, após estarem envolvidos numa abordagem STEM, efetuou-se o questionário do projeto “*Let’s GoSTEM*” antes e após a intervenção. Com estes resultados, pretende-se responder à segunda questão de investigação do presente trabalho. Para o tratamento dos dados utilizou-se o *Microsoft Excel*. Foram recebidas no total, entre os dois momentos de resposta, 41 entradas, sendo que das quais apenas 30 apresentavam dados capazes de ser

analisados. Devido à necessidade de existir um código de atribuição comum ao momento antes da intervenção (T1) e ao momento pós intervenção (T2), apenas foram validadas 18 respostas, 9 no momento T1 e 9 no momento T2.

O questionário encontrava-se estruturado em cinco partes, nomeadamente: i) caracterização sociodemográfica; ii) associação palavras; iii) percurso; iv) atitudes; v) perceção perante a física. Neste sentido, a presente secção foi dividida em quatro partes, juntando a subsecção iv) com a v), uma vez que a parte V tinha apenas uma pergunta, e onde foram analisados os dados em ambos os momentos, procurando apresentar os resultados da aplicação do questionário no presente estudo.

5.2.1. Caracterização sociodemográfica

Conforme referido no início da secção 5.2, existiram apenas 9 respostas válidas em cada um dos momentos T1 e T2. Sendo que a caracterização sociodemográfica não se alterou entre ambos os momentos, na presente subsecção são apresentados apenas um dos conjuntos de resposta, que procuram caracterizar os inquiridos. Em termos de sexo e idade, manifestaram-se cinco respostas do sexo masculino e quatro respostas do sexo feminino, bem como em termos de idade, oito inquiridos tinham 17 anos e apenas um dos inquiridos tinha 18 anos de idade, conforme pode ser observado nos **Gráfico 5.1** e **Gráfico 5.2**.

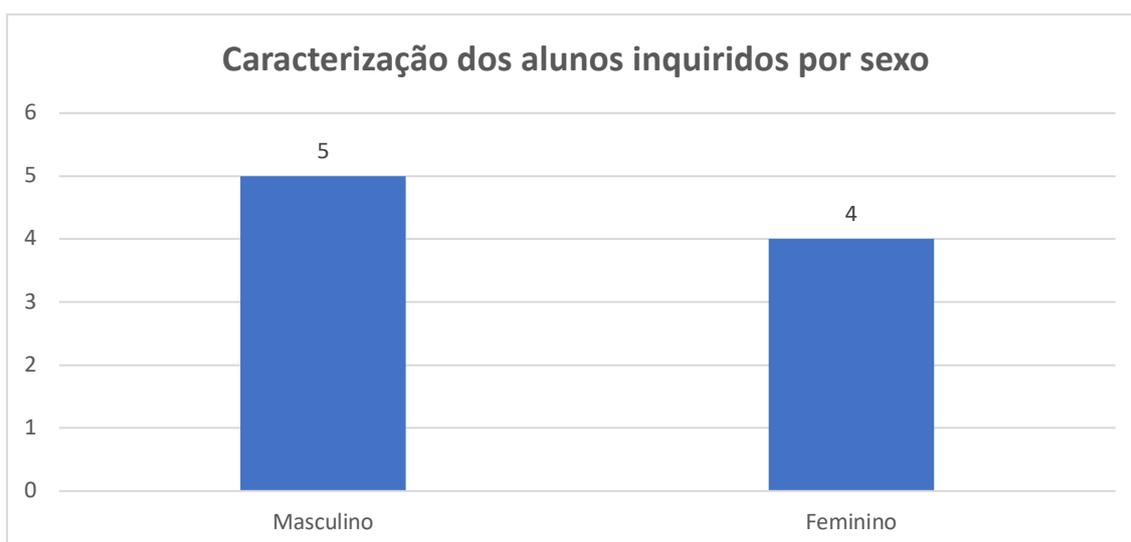


Gráfico 5.1 - Caracterização dos alunos inquiridos pelo seu sexo.

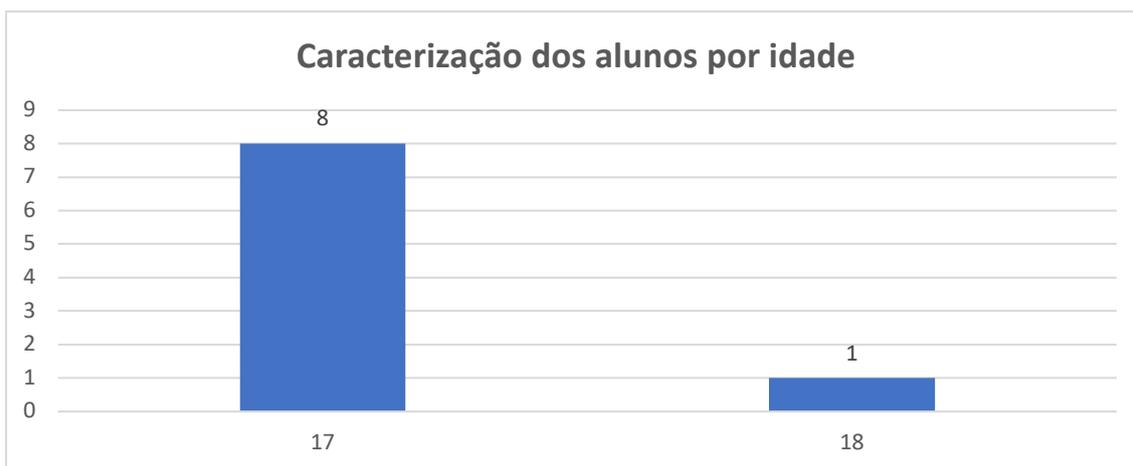


Gráfico 5.2 - Caracterização dos alunos inquiridos pela sua idade.

Em termos de notas no final do ano letivo anterior, verificou-se a seguinte distribuição de avaliações para as disciplinas de Física e Química A, Biologia e Geologia e Matemática, representadas no **Gráfico 5.3**. Em termos de distribuição percentual, cerca de 33% dos alunos tiveram notas entre 10 e 13 valores na disciplina de Física e Química A, 22% entre 14 e 17 e, por fim, 44% entre 18 e 20. Para a disciplina de Biologia e Geologia, 44% dos alunos tiveram notas entre 10 e 13, 33% entre 14 e 17 e, por fim, 22% entre 18 e 20. No caso da disciplina de matemática, cerca de 33% dos inquiridos tiveram notas entre 10 e 13 valores, 11% entre 14 e 17 e, por fim, 56% entre 18 e 20.

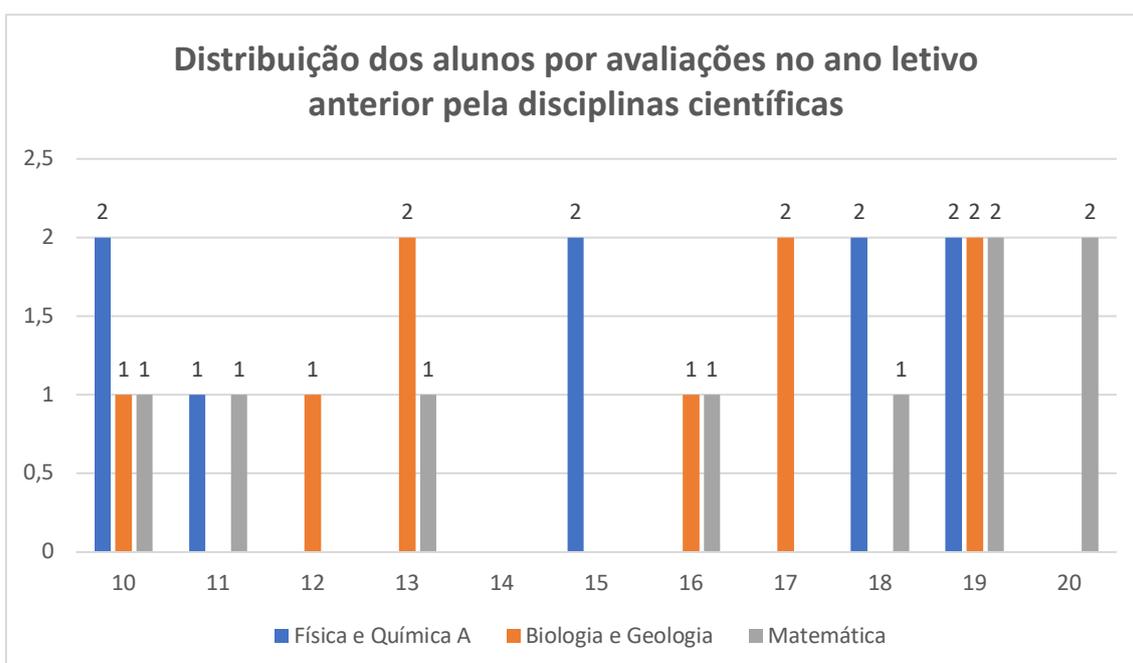


Gráfico 5.3 - Distribuição das avaliações dos alunos no ano letivo anterior pelas disciplinas científicas, respetivamente, Física e Química A, Biologia e Geologia e Matemática.

No que diz respeito à taxa de reprovação anterior, das respostas dadas pelos alunos, apenas existiu um aluno que reprovou anteriormente, tendo reprovado uma única vez, no total de nove respostas válidas. Relativamente à escolaridade dos pais, os dados encontram-se representados no **Gráfico 5.4**, sendo que existe uma distribuição percentual relativamente ao ensino básico de 22% para os pais e 33% para as mães, relativamente ao ensino secundário 44% para ambos os pais, para o ensino superior (licenciatura) 22% para os pais e, para o ensino pós-graduado, 11% para os pais e 22% para as mães. O índice de formação superior entre os dois progenitores é de cerca de 28%, face aos 72% de formação até ao ensino secundário, sendo que a maior mancha percentual de escolaridade dos progenitores se encontra efetivamente no ensino secundário.

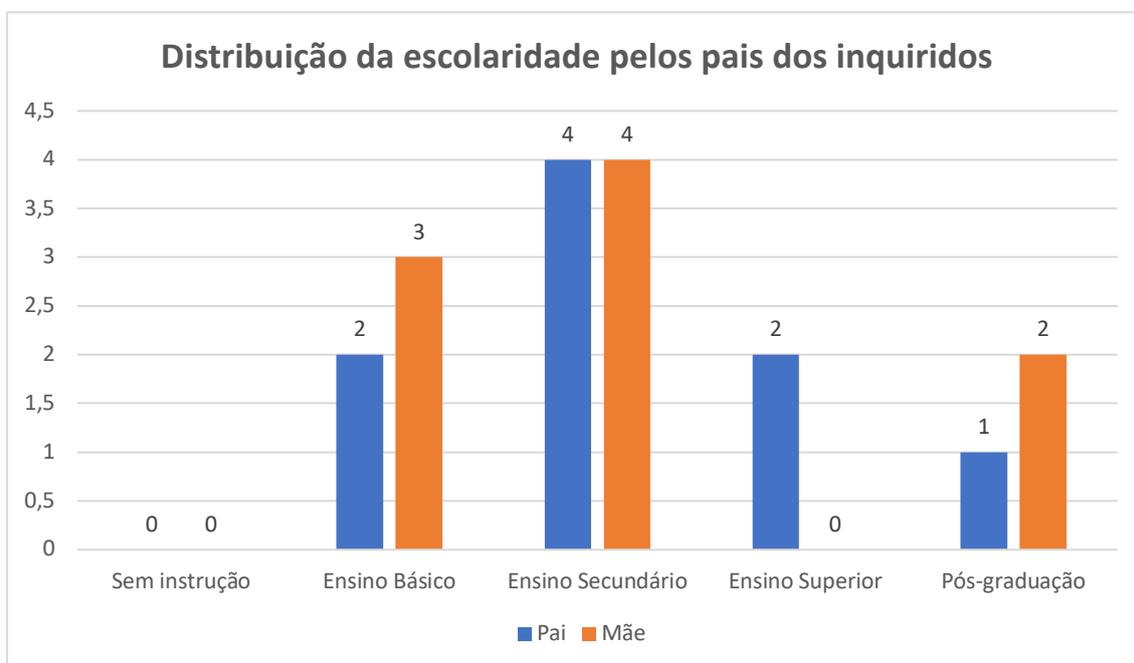


Gráfico 5.4 - Distribuição da escolaridade dos pais e mães dos inquiridos, entre sem instrução, ensino básico (1.º, 2.º e 3.º ciclo), ensino secundário, ensino superior (licenciatura) e pós-graduação.

Em termos de autoavaliação em termos de nível de aluno, verificou-se que cerca de 33% dos inquiridos se consideram como alunos de nível 3, 22% dos inquiridos como alunos de nível 4 e 44% dos inquiridos como alunos do nível 5. Em termos de prosseguimento de cursos superiores, verificou-se no momento T1 que apenas um inquirido não pretendia seguir estudos no ensino superior, sendo que no momento T2 esse valor aumentou para dois alunos. Ainda assim, neste caso em específico, o inquirido tinha como opção de estudos superior cursos de acupuntura ou medicina chinesa, sendo que este último não se encontra disponível na oferta de cursos superiores (DGES, 2022). Em

termos de alteração de escolhas de cursos não se verificou uma grande diferença entre o momento T1 e momento T2, sendo que a maioria dos alunos colocou como opções cursos científicos, sendo que a área de engenharias e técnicas afins representa, em termos de primeira opção, cerca de 43% no momento T1 e 50% no momento T2. No **Gráfico 5.5**, encontra-se a distribuição, por número de opções, no momento T1 e T2, por áreas científicas, de acordo com a divisão da DGES em índice de cursos (DGES, 2022).

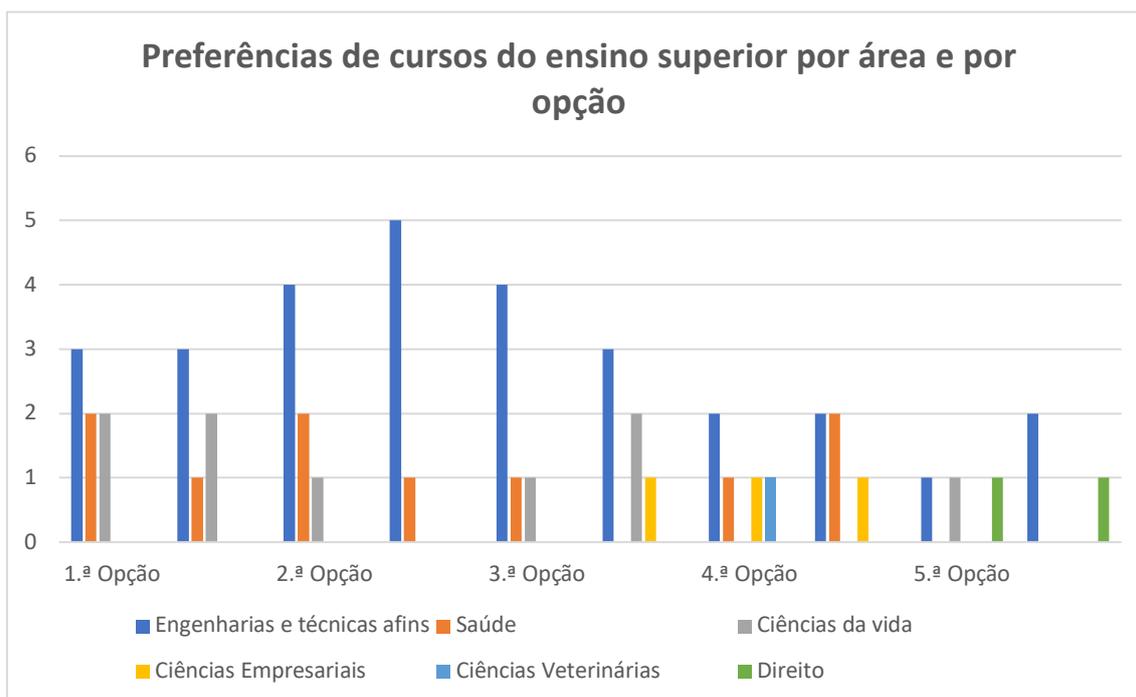


Gráfico 5.5 - Distribuição das preferências manifestadas pelos inquiridos, por áreas de estudo, e por opções de escolha.

5.2.2. Associação de palavras

A segunda parte do questionário dizia respeito a associação de palavras, com as palavras estímulo de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Com base nos resultados, verificou-se associação correta dos alunos às diferentes palavras. Exemplos são, para a palavra ciência, a associação de disciplinas como biologia, geologia, química, física ou matemática, como também palavras como investigação, descoberta, atividades laboratoriais, entre outras. No que diz respeito à palavra tecnologia, as principais associações foram de equipamentos e programas, como são o caso das palavras computador, *software*, internet, telemóvel, televisões, programação ou engenharia. Sobre a palavra engenharia, as principais associações foram, por um lado, disciplinas científicas

base, como matemática e física, como também arquitetura, mecânica, construção, revolução, tecnologia, projetos, entre outras. Por fim, para a palavra matemática, relacionaram acima de tudo com conceitos e termos científicos desta disciplina, como também de áreas disciplinares, como são exemplo, números, assíntotas, derivadas, funções, estatística, cálculo, problemas, polinómios, entre outras. Sendo também alunos de 12.º ano, é normal que as palavras nesta última palavra estímulo estejam interligadas com os conteúdos e aprendizagens essenciais de matemática de 12.º ano.

5.2.3. Percurso

A terceira parte do questionário encontrava-se interligada com o percurso dos alunos, pretendendo perceber a concordância ou discordância relativamente a afirmações interligadas com as áreas do STEM, ou seja, ciências, matemática, engenharia e tecnologias. As respostas foram dadas numa escala de um a cinco, onde um significava “discordo totalmente” e cinco significava “concordo totalmente”. Os valores intermédios eram, respetivamente, o dois “discordo”, o três “não concordo nem discordo” e o quatro “concordo”. Para avaliar estes dados, construíram-se gráficos de acordo com as perguntas e opções disponíveis. Todos os gráficos estão orientados por forma a comparar as respostas antes da intervenção STEM (T1) e após a intervenção STEM (T2).

Relativamente à questão um da parte do percurso, relativamente à capacidade de ter boas notas em ciências e em matemática, pode verificar que antes da intervenção (T1) cerca de 44% dos inquiridos concordava totalmente que conseguia ter boas notas a ciências, 44% dos inquiridos concordava que conseguia ter boas notas a ciências e 11% dos inquiridos não concordava ou discordava sobre ter boas notas a ciências. Após a intervenção (T2), cerca de 33% dos alunos concordava totalmente que conseguia ter boas notas a ciências, cerca de 56% concordava que conseguia ter boas notas a ciências e, finalmente, cerca de 11% não concordava nem discordava que conseguia ter boas notas a ciências. Assim, em termos de comparação de T1 para T2, verifica-se que a concordância sobre as boas notas a ciência se situa em cerca de 89%, sendo que a indiferença em termos de concordância nos 11% em ambos os momentos do questionário. Sobre a capacidade de ter boas notas a matemática, antes da intervenção (T1) cerca de 67% dos alunos concordava totalmente com a capacidade de ter boas notas a matemática, cerca de 11% dos alunos concordava com a capacidade de ter boas notas a matemática e cerca de 22% dos alunos era indiferente nesta avaliação. Após a intervenção (T2), cerca de 67% dos

alunos concordava totalmente com a capacidade de ter boas notas a matemática e cerca de 33% era indiferente sobre o tópico. Assim sendo, neste caso para a matemática, verificou-se no momento T2 uma passagem da concordância para a indiferença após a intervenção STEM. Os dados desta questão encontram-se representados no **Gráfico 5.6**.

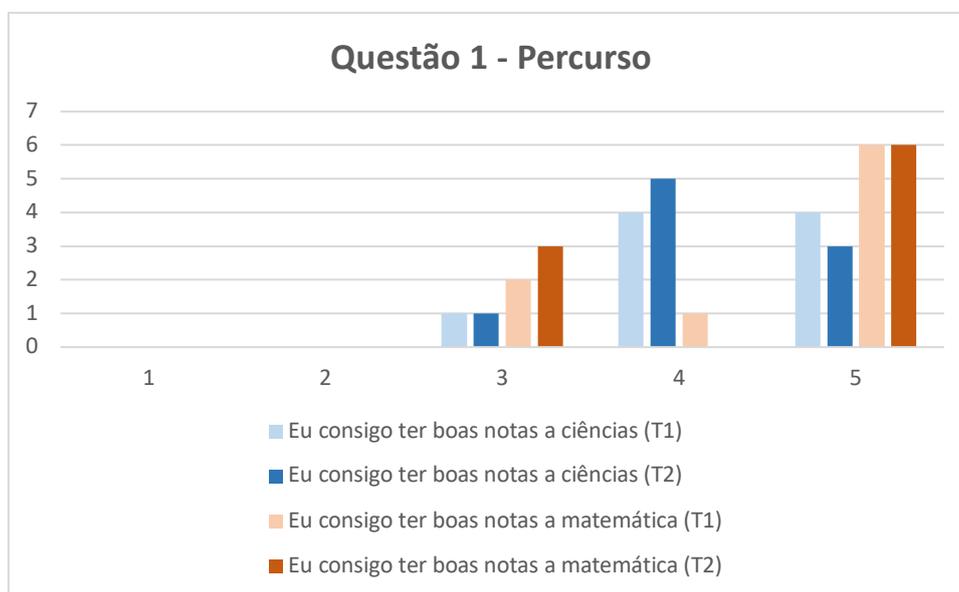


Gráfico 5.6 - Respostas dos alunos à questão um da parte II do questionário, relativamente ao percurso, sobre a capacidade de ter boas notas em ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A segunda questão estava relacionada com a capacidade de fazer os trabalhos de casa a ciências e matemática. Antes da intervenção (T1), cerca de 56% dos alunos concordava totalmente com a sua capacidade de fazer os trabalhos de casa de ciências, cerca de 33% concordava com essa capacidade e, finalmente, cerca de 11% era indiferente sobre o mesmo. Após a intervenção (T2), verificou-se que 67% concordava totalmente com a capacidade de realizar os trabalhos de casa de ciências, cerca de 22% concordava com essa capacidade e cerca de 11% era indiferente. Assim sendo, entre T1 e T2, manteve-se inalterado o nível geral de concordância de cerca de 89% face à indiferença de cerca de 11%. Sobre a capacidade de realização dos trabalhos de casa de matemática, antes da intervenção (T1), cerca de 56% concordava totalmente com a capacidade, 33% concordava com a capacidade e 11% era indiferente. Após a intervenção (T2), verificou-se que cerca de 67% dos inquiridos concordava totalmente e cerca de 33% concordava. Logo, neste caso, de T1 para T2, verificou-se um desvio para a concordância, chegando aos 100%. Os dados desta questão encontram-se representados no **Gráfico 5.7**.

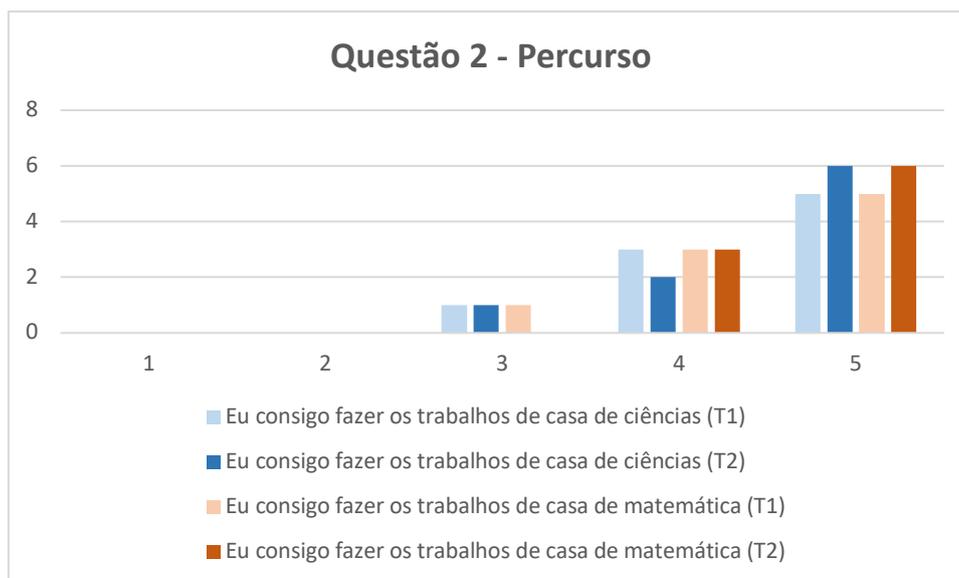


Gráfico 5.7 - Respostas dos alunos à questão dois da parte II do questionário, relativamente ao percurso, sobre a capacidade de fazer os trabalhos de casa de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A terceira questão estava relacionada sobre a utilização ou não do que aprende em ciências e matemática na carreira futura. Antes da intervenção (T1), cerca de 33% dos inquiridos concordava totalmente que iria utilizar o que aprende em ciências na sua carreira futura, cerca de 56% concordava e cerca de 11% discordava totalmente. Após a intervenção (T2), verificou-se que cerca de 33% dos inquiridos concordava totalmente, cerca de 57% concordava e cerca de 11% era indiferente relativamente à questão. Neste sentido, entre T1 e T2 verificou-se uma mudança da discordância para a indiferença, sendo que a concordância se manteve com a mesma percentagem global de cerca de 89%. Sobre a utilização do que aprendem em matemática nas suas carreiras futuras, antes da intervenção (T1), cerca de 11% dos inquiridos concordava totalmente que iria utilizar o que aprendeu na sua carreira futura, cerca de 56% concordava e cerca de 33% era indiferente. Após a intervenção (T2), cerca de 22% concordava totalmente, cerca de 44% concordava e cerca de 33% era indiferente. Neste sentido, entre T1 e T2, manteve-se a mesma percentagem geral de concordância, cerca de 67%, e de indiferença, cerca de 33%. Os resultados a esta resposta encontram-se representados no **Gráfico 5.8**.

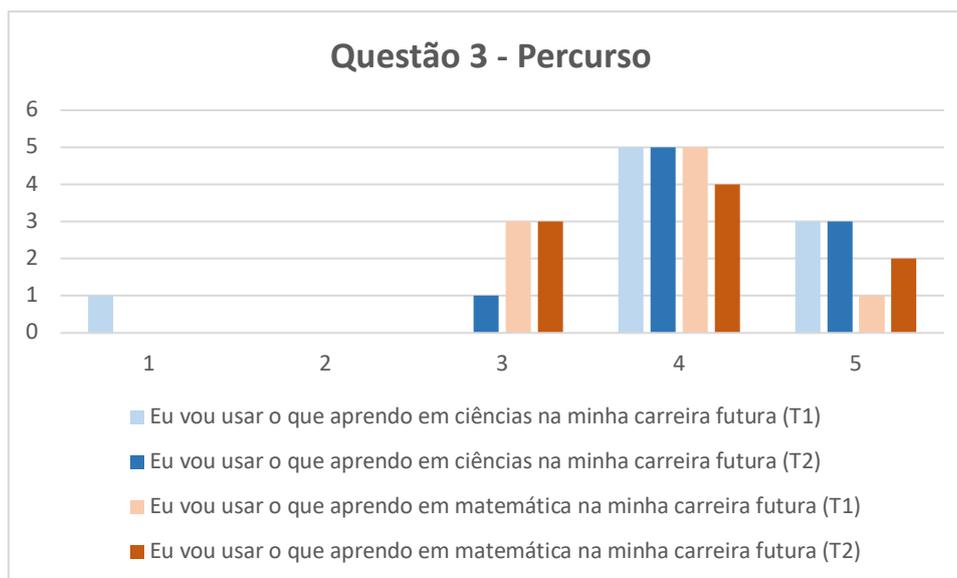


Gráfico 5.8 - Resposta dos alunos à questão três da parte II do questionário, relativamente à utilização ou não dos conhecimentos adquiridos em ciências e matemática nas suas carreiras futuras, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A quarta questão do percurso estava interligada com a motivação dos alunos nas aulas de ciências e matemáticas, querendo saber se os alunos consideram que dão ou não o seu melhor nessas aulas. Antes da intervenção (T1), cerca de 89% dos alunos concordavam totalmente que davam o seu melhor nas aulas de ciências, sendo que 11% concordava com o mesmo. Após a intervenção (T2), cerca de 78% dos alunos concordava totalmente e cerca de 22% dos alunos concordava. Entre T1 e T2, mantem-se a concordância geral, não existindo alteração relevante. Relativamente às aulas de matemática os resultados são exatamente iguais, tanto para T1 como para T2. Os resultados encontram-se representados no **Gráfico 5.9**.

A questão cinco do questionário era relativa à influência do sucesso a ciências e matemática na carreira futura dos inquiridos. Relativamente a ciências, antes da intervenção (T1), cerca de 33% dos alunos concordava totalmente que o sucesso a ciências irá ajudá-lo na sua carreira futura, cerca de 44% concordava, cerca de 11% era indiferente e, por fim, cerca de 11% discordava. Após a intervenção (T2), os resultados são que cerca de 33% dos alunos concordava totalmente, cerca de 44% dos alunos concordava e cerca de 22% dos alunos era indiferente. Verificou-se, portanto, uma mudança da discordância inicial para a indiferença. Sobre a matemática, antes da intervenção (T1), verificou-se que cerca de 22% concordava totalmente, cerca de 56% concordava e cerca de 22% era indiferente. Já após a intervenção (T2), mantiveram-se o cerca de 22% de indiferença, sendo que os que concordavam passaram a 22% e os que

concordavam totalmente a 56%. Mas, no geral, entre T1 e T2, não se verificou alteração no grau de concordância ou indiferença. Os resultados encontram-se representados no **Gráfico 5.10**.

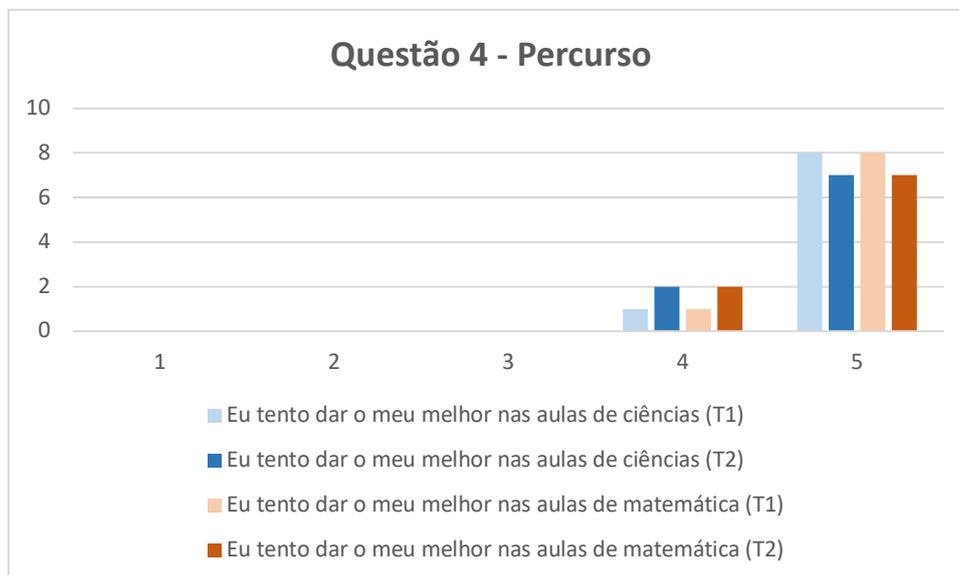


Gráfico 5.9 - Respostas dos alunos à questão quatro da parte II do **questionário**, relativamente ao percurso, sobre a capacidade de dar o seu melhor nas aulas de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

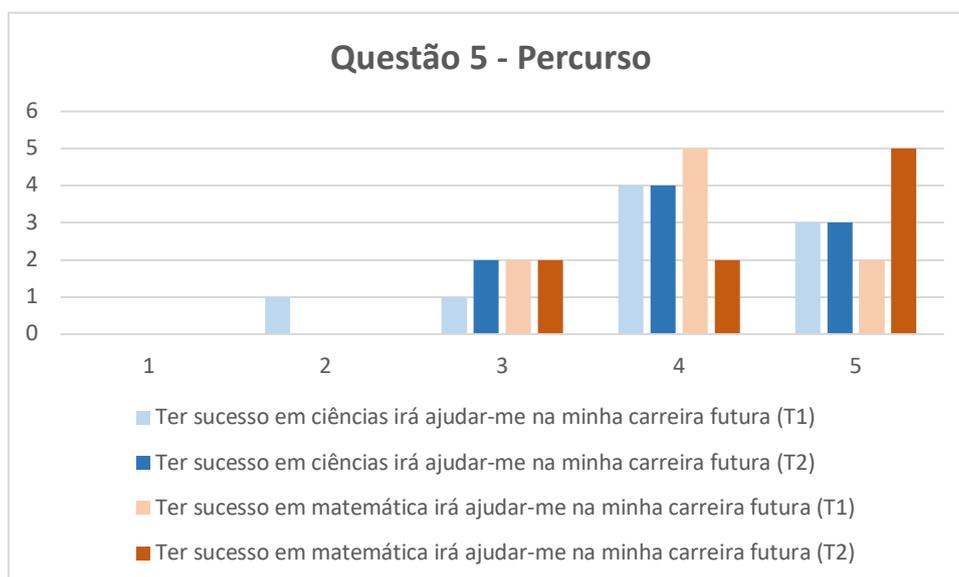


Gráfico 5.10 - Respostas dos alunos à questão cinco do questionário, relativamente ao percurso, sobre se o sucesso a ciências e matemática irá ajudá-los na sua carreira futura, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão seis do questionário encontrava-se relacionada com o facto de se a família gostaria que os inquiridos seguissem uma carreira em ciências, matemática,

tecnologias ou engenharia. Neste sentido, construiu-se o **Gráfico 5.11**, que apresenta os resultados.

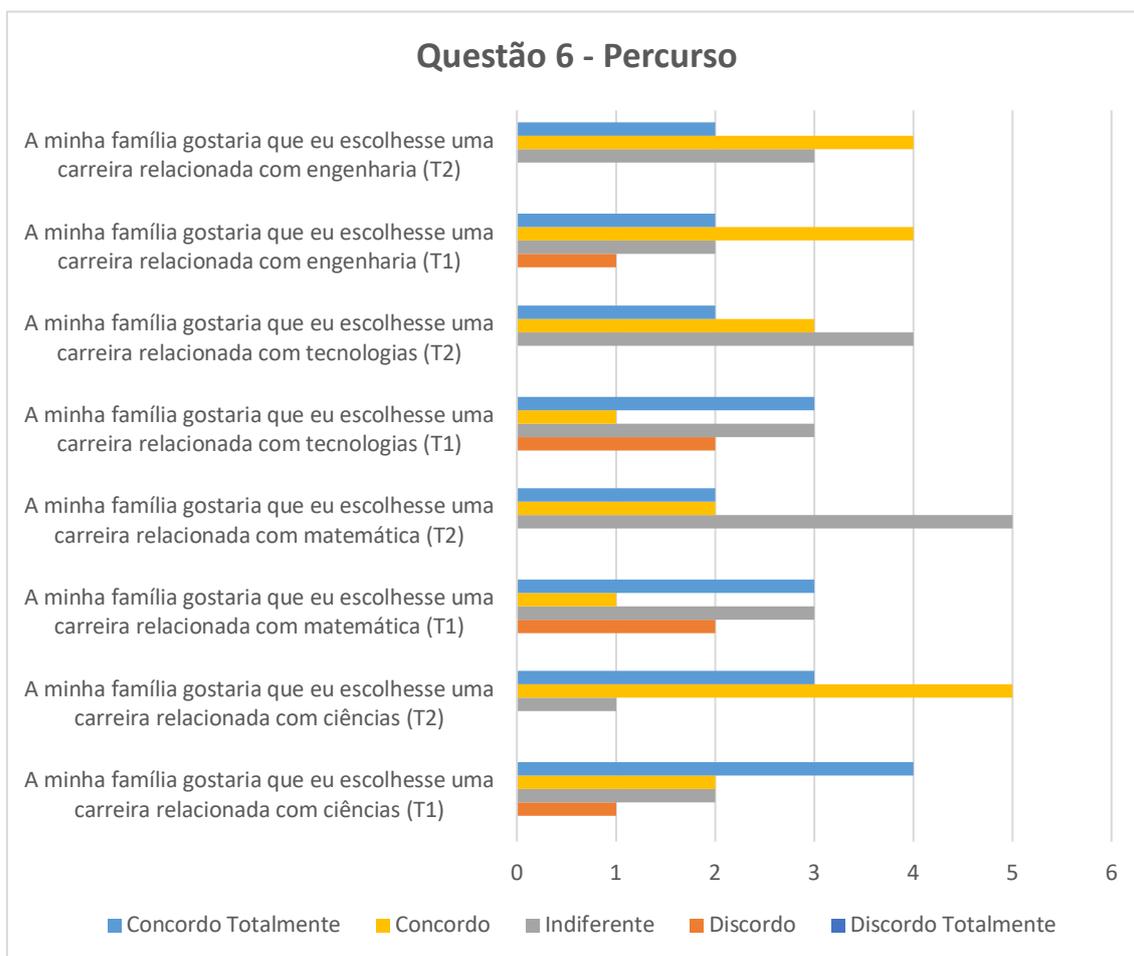


Gráfico 5.11 - Resposta dos alunos à questão seis da parte II do questionário, relativamente ao gosto da família do inquirido sobre o prosseguimento de estudos nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito ao gosto da família para a escolha de uma carreira relacionada com ciências, verificou-se de T1 para T2 uma evolução de concordância de cerca de 67% para cerca de 89%, de indiferença de cerca de 22% para cerca de 11% e, por fim, de discordância de cerca de 11% para 0%. Já sobre a matemática, verificou-se, de T1 para T2, uma manutenção da concordância em cerca de 44%, uma evolução da indiferença de cerca de 33% para cerca de 56% e uma regressão da discordância de cerca de 22% para 0%. Para as tecnologias, verificou-se uma evolução da concordância geral de cerca de 44% para cerca de 67%, uma evolução de indiferença de cerca de 33% para cerca de 44% e uma regressão de discordância de cerca de 22% para 0%. Por fim, para a engenharia, verificou-se uma manutenção da concordância em cerca de 67%, uma evolução da

indiferença de cerca de 22% para cerca de 33% e uma regressão da discordância de cerca de 11% para 0%.

A questão sete do questionário estava relacionada com o interesse dos inquiridos por carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.12**.

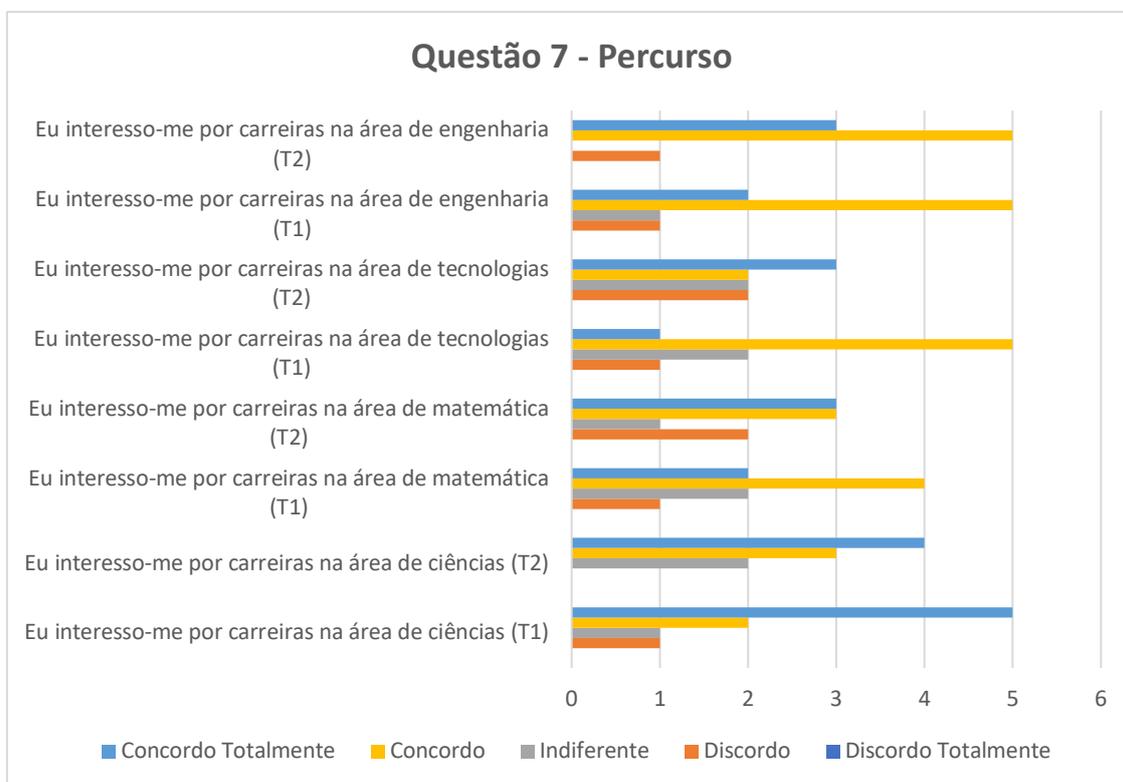


Gráfico 5.12 - Resposta dos alunos à questão sete da parte II do questionário, relativamente ao interesse do inquirido por carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito ao interesse por carreiras na área de ciências, verificou-se de T1 para T2 uma manutenção de concordância de cerca de 78%, uma evolução de indiferença de cerca de 11% para cerca de 12% e, por fim, uma regressão de discordância de cerca de 11% para 0%. Já sobre a matemática, verificou-se manutenção da concordância em cerca de 67%, uma diminuição da indiferença de cerca de 22% para cerca de 11% e uma evolução da discordância de cerca de 11% para cerca de 22%. Para as tecnologias, verificou-se uma diminuição da concordância geral de cerca de 67% para cerca de 56%, uma manutenção da indiferença em cerca de 22% e uma evolução de discordância de cerca de 11% para cerca de 22%. Por fim, para a engenharia, verificou-se uma evolução da concordância em cerca de 78% para cerca de 89%, uma diminuição

da indiferença de cerca de 11% para 0% e uma manutenção da discordância em cerca de 11%.

A questão oito do questionário era sobre a apreciação das aulas de ciências e matemática. Relativamente a ciências, antes da intervenção (T1), cerca de 33% dos alunos concordava totalmente em gostar das aulas de ciências, cerca de 56% concordava e cerca de 11% discordava. Após a intervenção (T2), os resultados são que cerca de 56% dos alunos concordava totalmente, cerca de 33% dos alunos concordava e cerca de 11% dos alunos era indiferente. Verificou-se, portanto, uma mudança da discordância inicial para a indiferença. Sobre a matemática, antes da intervenção (T1), verificou-se que cerca de 44% concordava totalmente, cerca de 33% concordava e cerca de 22% discordava. Já após a intervenção (T2), mantiveram-se o cerca de 22% na discordância, sendo que os que concordavam totalmente passaram a cerca de 78%. Mas, no geral, entre T1 e T2, não se verificou alteração no grau de concordância ou indiferença. Os resultados encontram-se representados no **Gráfico 5.13**.

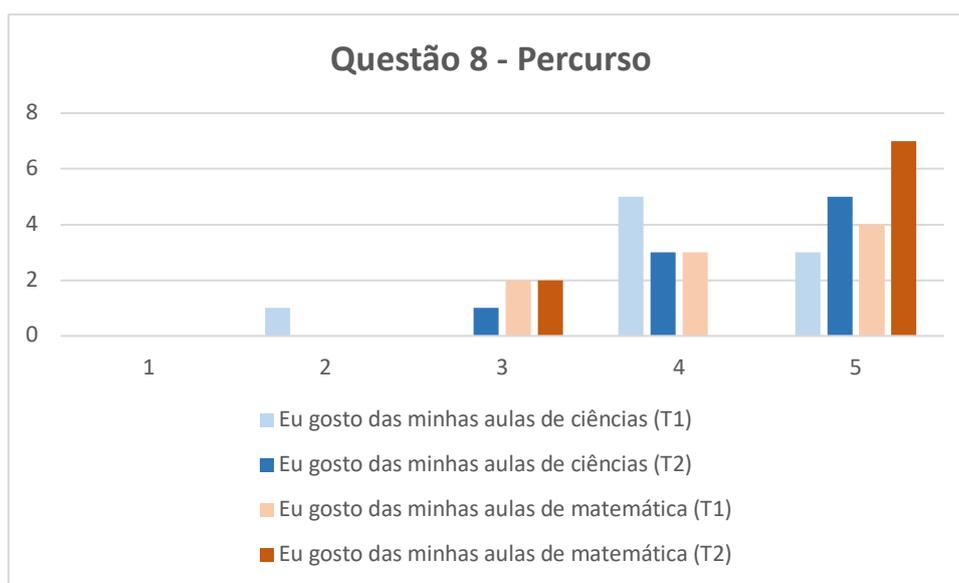


Gráfico 5.13 - Respostas dos alunos à questão oito do questionário, relativamente a gostarem das aulas de ciências e matemática, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão nove do questionário estava relacionada com a admiração dos inquiridos por alguém que trabalha nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.14**.

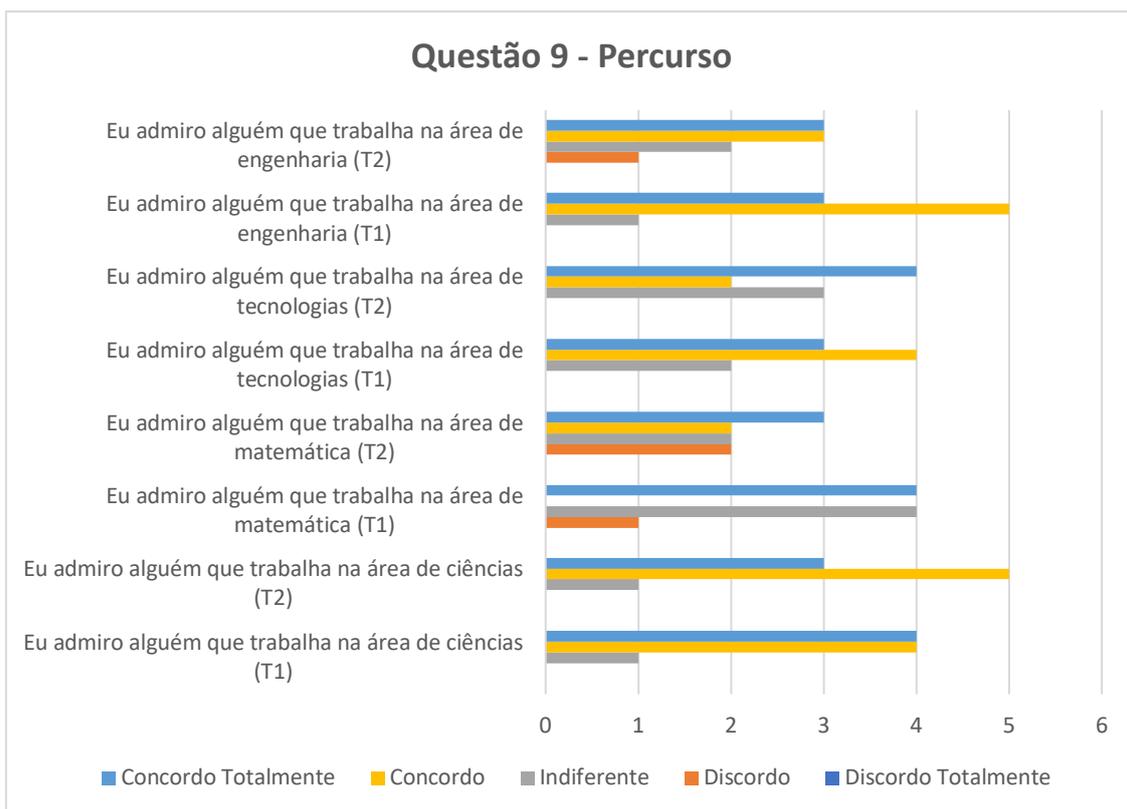


Gráfico 5.14 - Resposta dos alunos à questão nove da parte II do questionário, relativamente a admirarem alguém nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à admiração por alguém que trabalha na área de ciências, verificou-se de T1 para T2 verificou-se uma manutenção de concordância de cerca de 89% e uma manutenção de indiferença de cerca de 11%. Sobre a matemática, verificou-se uma evolução da concordância de cerca de 44% para 56%, uma diminuição da indiferença de cerca de 44% para cerca de 22% e uma evolução da discordância de cerca de 11% para cerca de 22%. Para as tecnologias, verificou-se uma diminuição da concordância geral de cerca de 78% para cerca de 67%, um aumento da indiferença em cerca de 22% para cerca de 33% e uma manutenção da discordância em 0%. Para a área de engenharia, verificou-se uma diminuição da concordância em cerca de 89% para cerca de 67%, um aumento da indiferença de cerca de 11% para 22% e um aumento de discordância de 0% para cerca de 11%.

A questão dez do questionário estava relacionada a sensação de à vontade em falar com quem trabalha nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.15**.

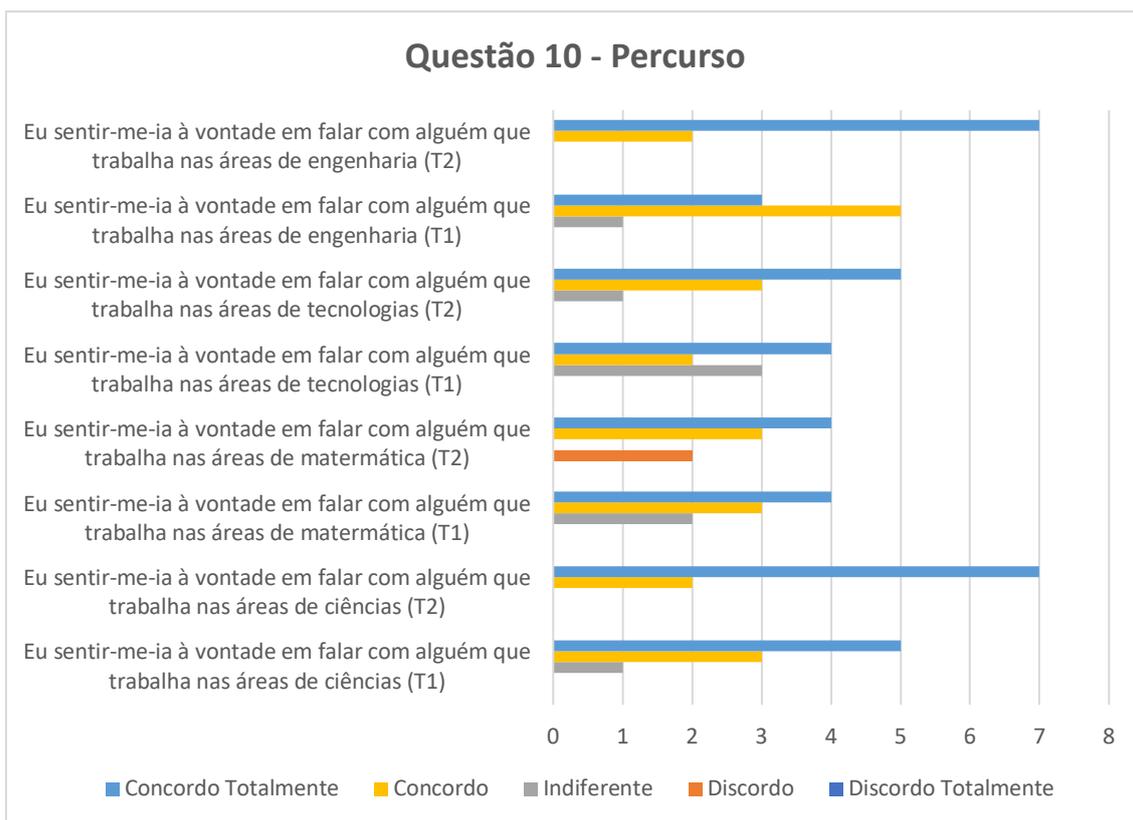


Gráfico 5.15 - Resposta dos alunos à questão dez da parte II do questionário, relativamente à sensação de à vontade em falar com alguém que trabalhe nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à sensação de à vontade de falar com alguém que trabalha na área de ciências, de T1 para T2 uma evolução de concordância de cerca de 89% para 100% e uma diminuição de indiferença de cerca de 11% para 0%. Sobre a matemática, verificou-se uma manutenção da concordância de cerca de 78%, uma diminuição da indiferença de cerca de 22% para 0% e uma evolução da discordância de 0% para cerca de 22%. Para as tecnologias, verificou-se um aumento da concordância geral de cerca de 67% para cerca de 89% e uma diminuição da indiferença em cerca de 33% para cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 89% para 100% e uma diminuição da indiferença de cerca de 11% para 0%.

A questão onze incidia sobre a existência de alguém na família com uma profissão na área de ciências, matemática, tecnologias ou engenharia. Esta resposta, em particular, não deveria evidenciar mudanças de resultado de T1 para T2, mas, na verdade, mostrou alterações. Os resultados desta questão encontram-se representados no **Gráfico 5.16**.

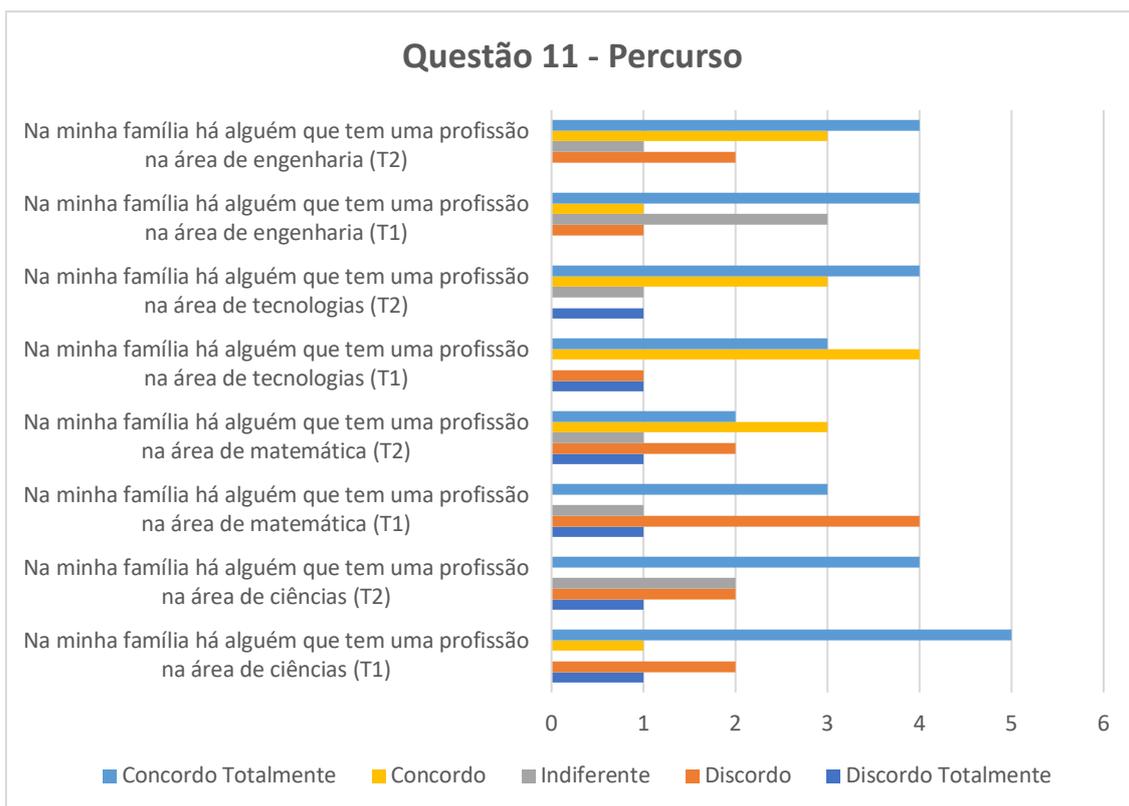


Gráfico 5.16 - Resposta dos alunos à questão onze da parte II do questionário, relativamente à de algum familiar que trabalhe nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à existência de algum membro da família que tem uma profissão na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição de concordância de cerca de 67% para cerca de 44%, uma evolução de indiferença de 0% para cerca de 22% e uma manutenção de discordância de cerca de 22%. Para a área de matemática, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 33% para cerca de 56%, uma manutenção da indiferença de cerca de 11% e uma diminuição da discordância de cerca de 56% para cerca de 33%. Para as tecnologias, verificou-se uma manutenção da concordância geral de cerca de 78%, um aumento de indiferença de 0% para cerca de 11% e uma diminuição da discordância em cerca de 22% para cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 56% para cerca de 78%, uma diminuição da indiferença de cerca de 33% para cerca de 11% e um aumento da discordância de cerca de 11% para cerca de 22%.

A questão doze estava relacionada sobre a perspetiva salarial, ou seja, de ganhar bastante dinheiro, se o inquirido tiver uma carreira na área de ciências, matemática, tecnologias ou engenharia. Os resultados desta questão encontram-se representados no **Gráfico 5.17**.

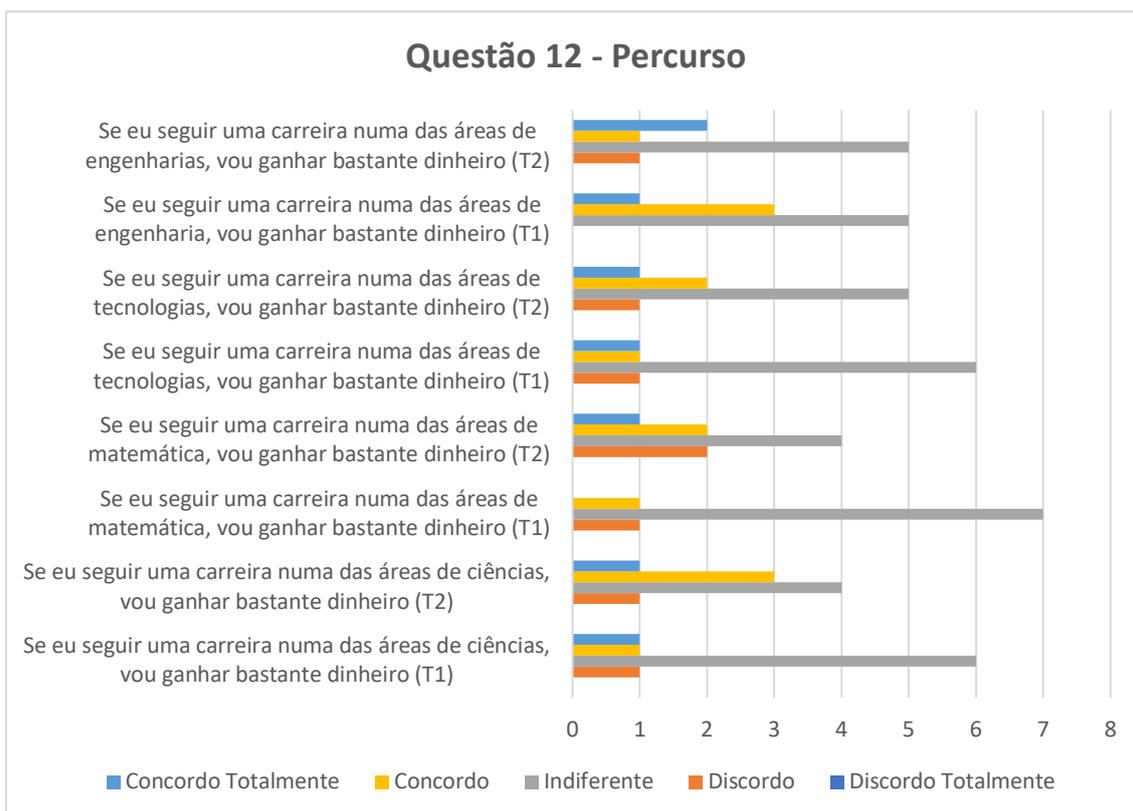


Gráfico 5.17 - Resposta dos alunos à questão doze da parte II do questionário, relativamente à expectativa salarial caso tenha uma carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à expectativa salarial (em termos de bons salários) caso tenha uma carreira na área de ciências, de T1 para T2 um aumento de concordância de cerca de 22% para cerca de 56%, uma diminuição de indiferença de cerca de 67% para cerca de 44% e uma manutenção de discordância de cerca de 11%. Para a área de matemática, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 11% para cerca de 33%, uma diminuição da indiferença de cerca de 78% para cerca de 44% e um aumento da discordância de cerca de 11% para cerca de 22%. Para as tecnologias, verificou-se um aumento da concordância geral de cerca de 22% para cerca de 33%, uma diminuição de indiferença de cerca de 67% para cerca de 56% e uma manutenção da discordância em cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se uma diminuição da concordância de cerca de 44% para cerca de 33%, uma manutenção da indiferença de cerca de 56% e um aumento da discordância de 0% para cerca de 11%.

A questão treze estava relacionada sobre o número de saídas profissionais, ou seja, maiores saídas profissionais, se o inquirido tiver uma carreira na área de ciências,

matemática, tecnologias ou engenharia. Os resultados desta questão encontram-se representados no **Gráfico 5.18**.

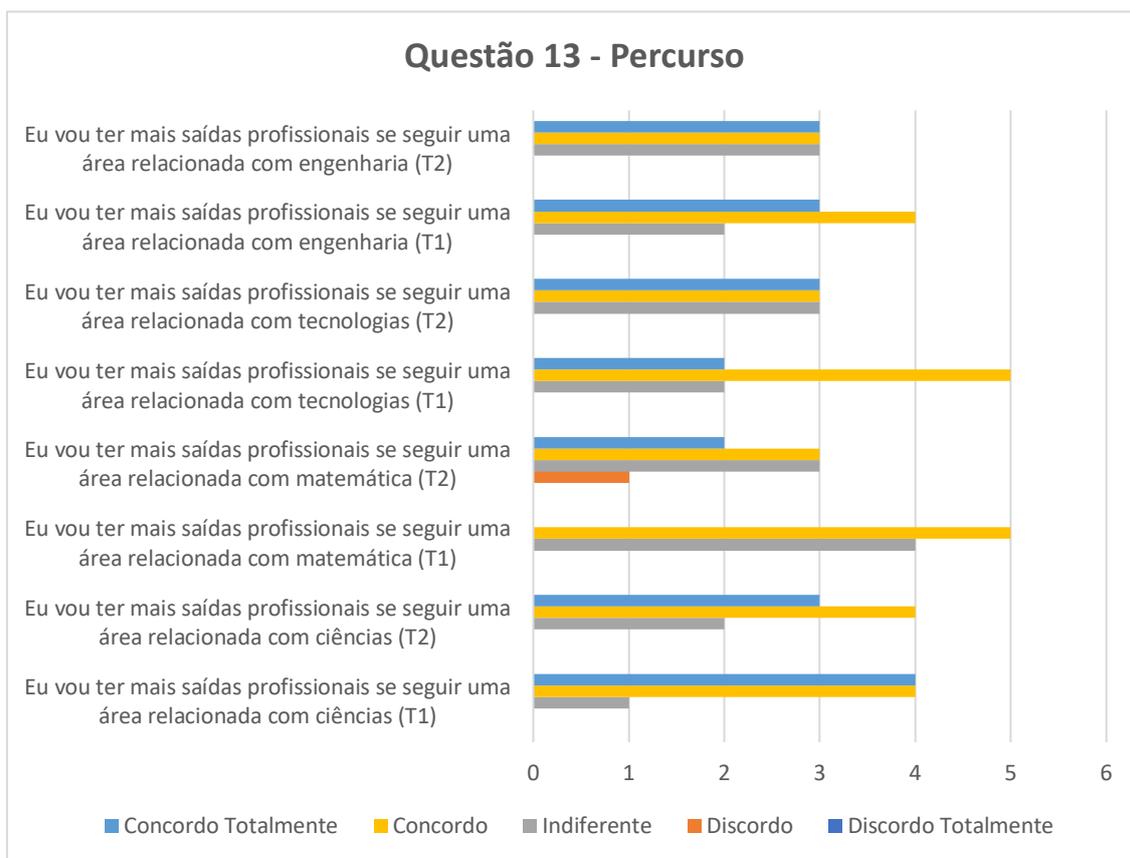


Gráfico 5.18 - Resposta dos alunos à questão treze da parte II do questionário, relativamente à expectativa de saídas profissionais caso tenha uma carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à expectativa de saídas profissionais (em termos de maior número de oportunidades) caso tenha uma carreira na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição de concordância de cerca de 89% para cerca de 78% e um aumento de indiferença de cerca de 11% para cerca de 22%. Para a área de matemática, verificou-se uma manutenção da concordância de cerca de 56%, uma diminuição da indiferença de cerca de 44% para cerca de 33% e um aumento da discordância de 0% para cerca de 11%. Para as tecnologias, verificou-se uma diminuição da concordância geral de cerca de 78% para cerca de 67% e um aumento de indiferença de cerca de 22% para cerca de 33%. Para a área de engenharia, verificou-se uma diminuição da concordância de cerca de 78% para cerca de 67% e um aumento de indiferença de 22% para cerca de 33%.

A questão catorze do questionário estava relacionada com o reconhecimento que os inquiridos esperam por ter carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.19**.

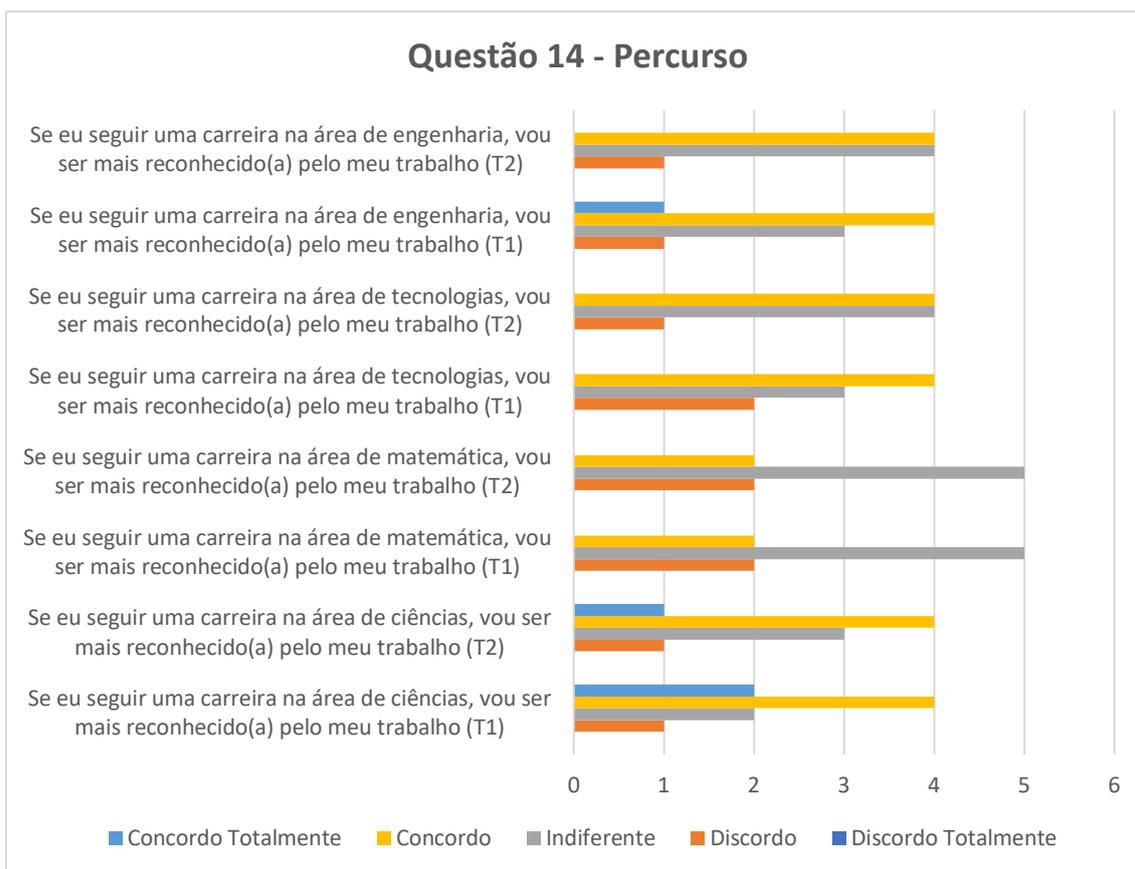


Gráfico 5.19 - Resposta dos alunos à questão catorze da parte II do questionário, relativamente à expectativa de reconhecimento profissional se tiver carreira nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à expectativa de reconhecimento profissional caso tenha uma carreira na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição de concordância de cerca de 67% para cerca de 56%, um aumento de indiferença de cerca de 22% para cerca de 33% e uma manutenção de indiferença de cerca de 11%. Para a área de matemática, verificou-se uma manutenção da concordância de cerca de 22%, uma manutenção de indiferença de cerca de 56% e uma manutenção da discordância de cerca de 22%. Para as tecnologias, verificou-se uma manutenção da concordância geral de cerca de 44%, um aumento de indiferença de cerca de 33% para cerca de 44% e uma diminuição da discordância de cerca de 22% para cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se uma diminuição da concordância de cerca de 56% para cerca de 44%, um aumento de indiferença de 33% para cerca de 44% e uma manutenção de discordância de cerca de 11%.

As questões quinze a vinte e cinco estavam mais relacionadas com perceções face às ciências. Os resultados destas questões encontram-se representados no **Gráfico 5.20**.

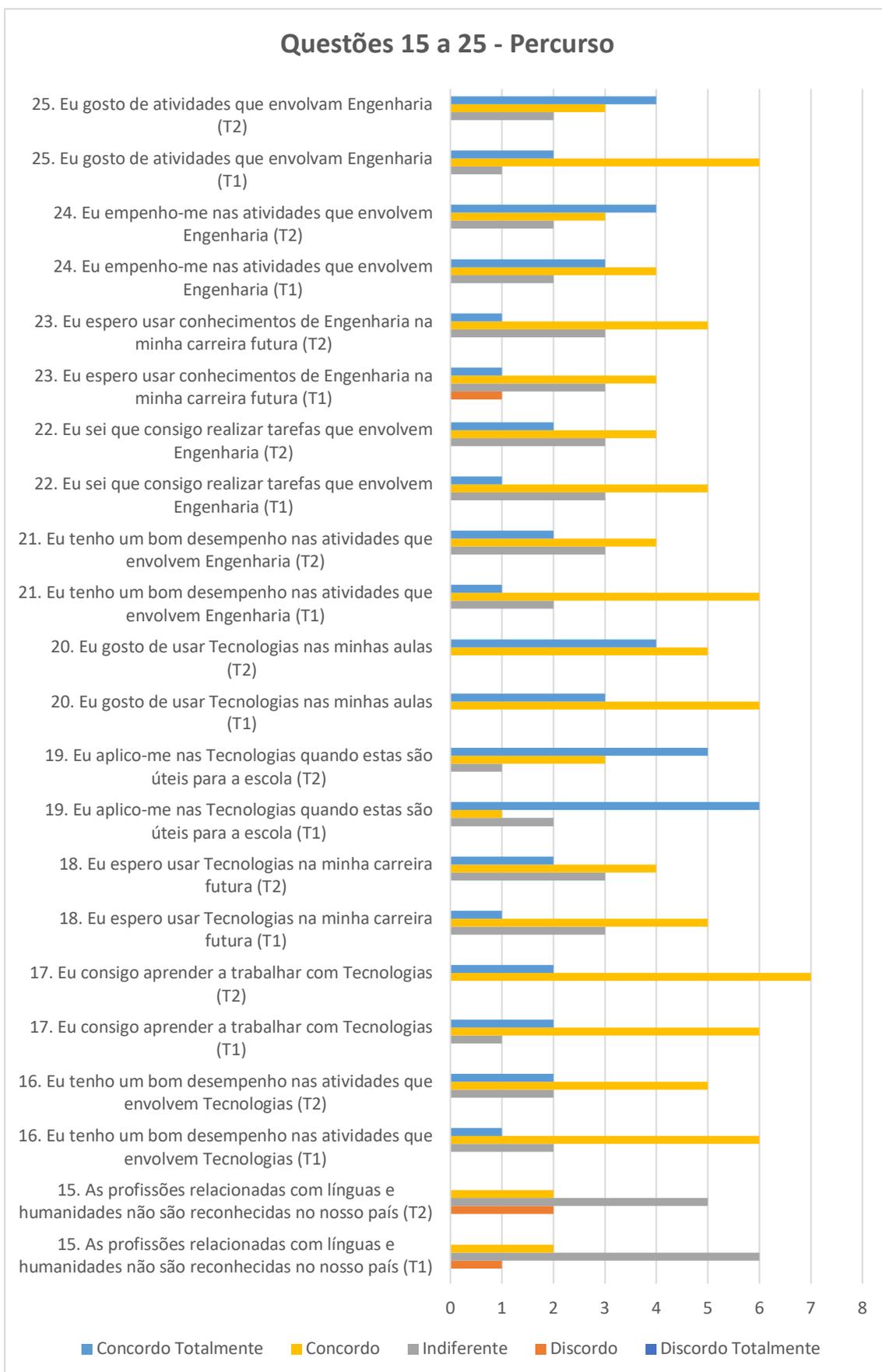


Gráfico 5.20 - Respostas dos inquiridos às questões quinze a vinte e cinco do questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão vinte e seis do questionário estava relacionada com a ambição dos inquiridos em seguir carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.21**.

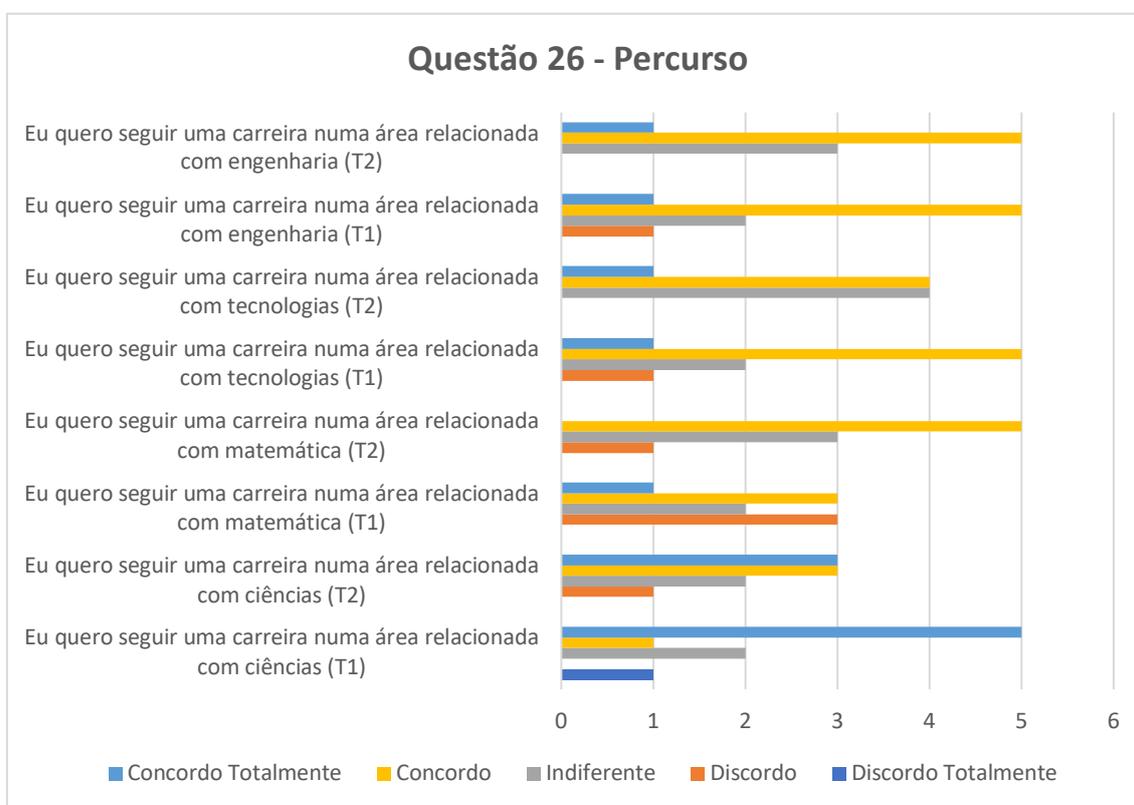


Gráfico 5.21 - Resposta dos alunos à questão vinte e seis da parte II do questionário, relativamente à vontade de seguir carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

No que diz respeito à ambição dos inquiridos de seguir uma carreira na área de ciências, de T1 para T2 uma manutenção da concordância geral em cerca de 67%, uma manutenção de indiferença de cerca de 22% e uma manutenção de discordância de cerca de 11%. Para a área de matemática, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 44% para 56%, um aumento de indiferença de cerca de 22% para 33% e uma manutenção da discordância de cerca de 11%. Para as tecnologias, verificou-se diminuição da concordância geral de cerca de 67% para cerca de 56%, um aumento de indiferença de cerca de 22% para cerca de 44% e uma diminuição da discordância de cerca de 11% para 0%. Para a área de engenharia, verificou-se uma manutenção da concordância de cerca de 67%, um aumento de indiferença de 22% para cerca de 33% e uma diminuição de discordância de cerca de 11% para 0%.

As questões vinte e sete a vinte e oito do questionário estão relacionadas com o interesse da família nas aulas de ciências dos alunos, bem como o encorajamento dado

pelas famílias para estudar ciências, ambas as situações antes (T1) e após (T2) a intervenção. Entre T1 e T2, verificou-se, em termos do interesse das famílias pelas aulas de ciências dos inquiridos, uma manutenção de concordância geral na casa dos 89%, bem como a manutenção da indiferença na casa dos 11%. Para o encorajamento da família, verificou-se de T1 para T2, um aumento da concordância geral de cerca de 89% para 100%, bem como a diminuição da indiferença de cerca de 11% para 0%. As respostas encontram-se representadas no **Gráfico 5.22**.

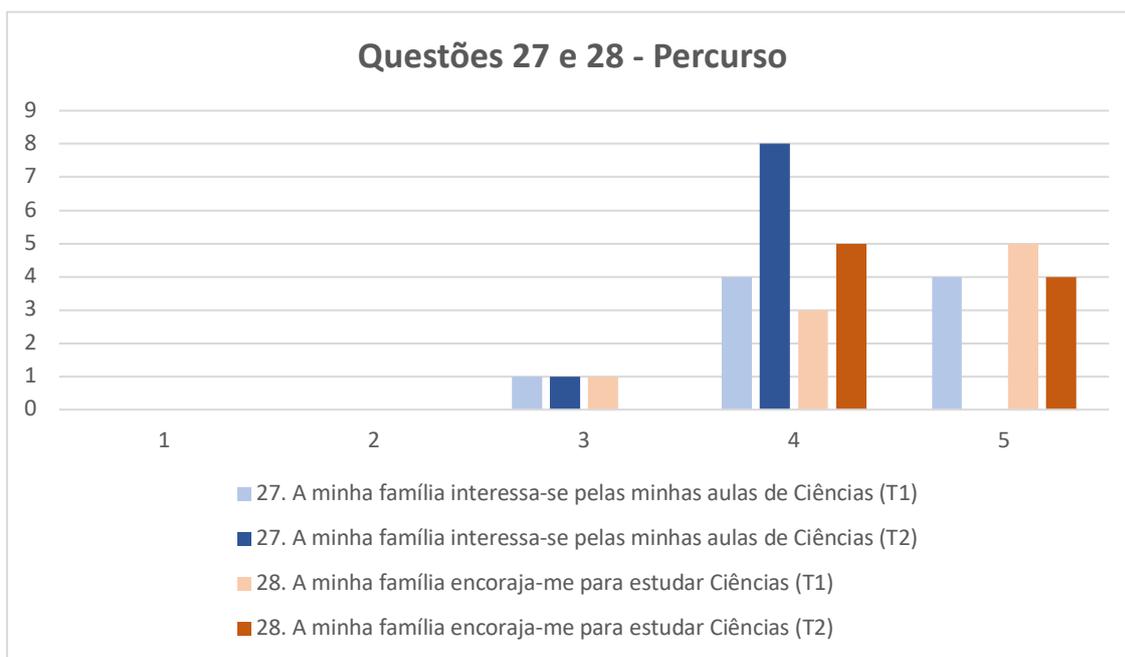


Gráfico 5.22 - Resposta dos alunos às questões vinte e sete e vinte e oito da parte II do questionário, relativamente ao interesse e encorajamento para carreiras nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão vinte e nove do questionário estava relacionada com a opinião dos inquiridos sobre a entrada numa boa universidade nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.22**.

No que diz respeito à perceção dos inquiridos sobre a entrada numa boa universidade na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição da concordância geral em cerca de 67% para cerca de 56%, um aumento de indiferença de cerca de 22% para cerca de 33% e uma manutenção de indiferença de cerca de 11%. Para a área de matemática, verificou-se uma manutenção da concordância de cerca de 56%, um aumento de indiferença de 0% para cerca de 22% e uma diminuição da discordância de cerca de 44% para 22%. Para as tecnologias, verificou-se um aumento da concordância geral de cerca de 33% para cerca de 56%, um aumento de indiferença de cerca de 33% para cerca

de 44% e uma diminuição da discordância de cerca de 33% para 0%. Para a área de engenharia, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 56% para 67%, um aumento de indiferença de 22% para cerca de 33% e uma diminuição de discordância de cerca de 22% para 0%.

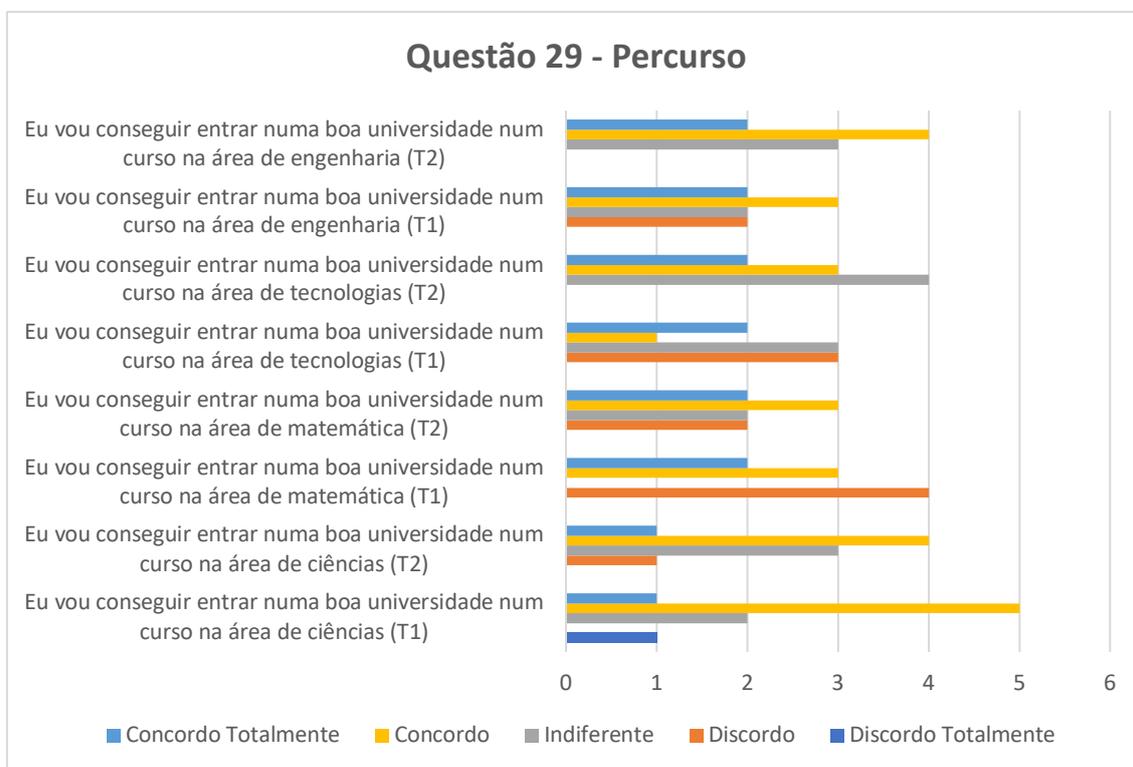


Gráfico 5.23 - Resposta dos alunos à questão vinte e nove da parte II do questionário, relativamente à entrada numa boa universidade nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão trinta do questionário estava relacionada com a opinião dos inquiridos sobre a tirar um curso superior nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.24**.

No que diz respeito à perceção dos inquiridos sobre tirar um curso superior na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição da concordância geral em cerca de 67% para cerca de 56%, um aumento de indiferença de cerca de 22% para cerca de 33% e uma manutenção de indiferença de cerca de 11%. Para a área de matemática, verificou-se um aumento da concordância de cerca de 33% para cerca de 44%, uma manutenção de indiferença de cerca de 33% e uma diminuição da discordância de cerca de 33% para 22%. Para as tecnologias, verificou-se um aumento da concordância geral de cerca de 33% para cerca de 44%, um aumento de indiferença de cerca de 33% para cerca de 44%

e uma diminuição da discordância de cerca de 33% para cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se uma diminuição da concordância de cerca de 67% para 56%, um aumento de indiferença de 22% para cerca de 33% e uma manutenção de discordância de cerca de 11%.

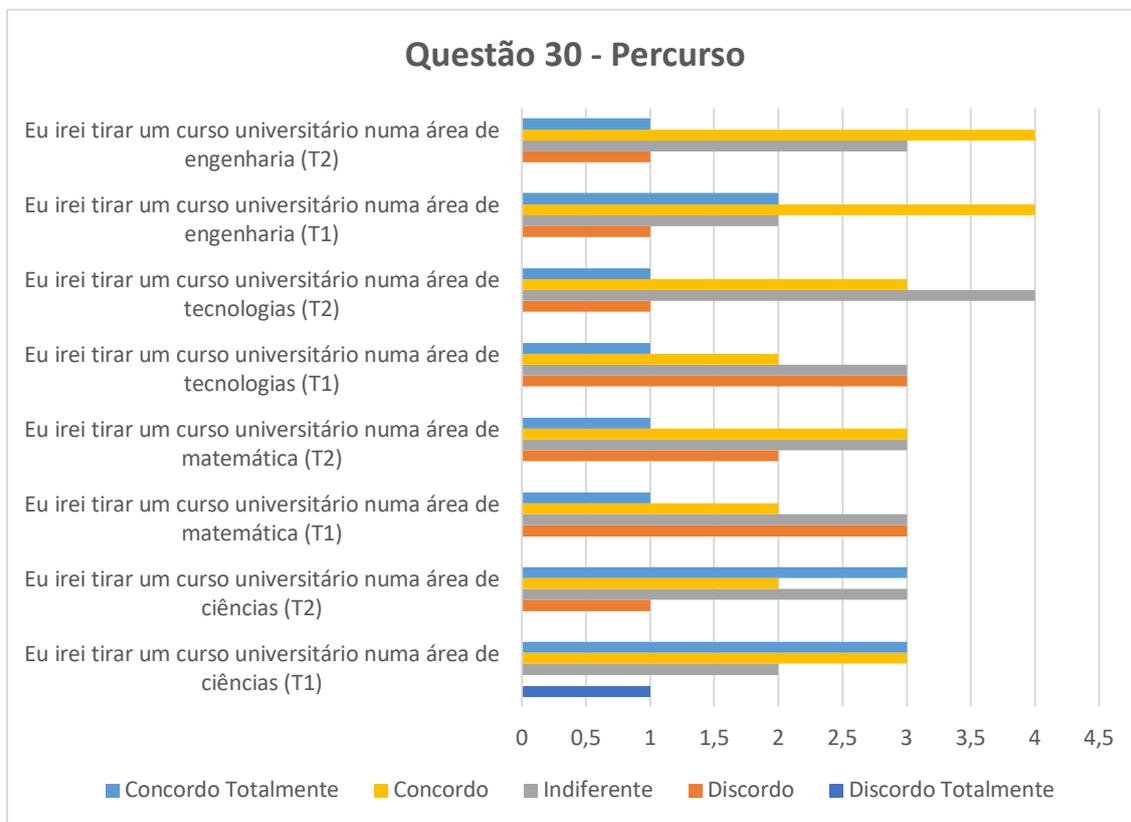


Gráfico 5.24 - Resposta dos alunos à questão trinta da parte II do questionário, relativamente à expectativa de tirar um curso superior nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

A questão trinta e dois do questionário estava relacionada com a opinião dos inquiridos sobre ir ter, no futuro, uma profissão nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia. Com base nas respostas, construiu-se o **Gráfico 5.25**.

No que diz respeito à perceção dos inquiridos sobre ter uma profissão no futuro na área de ciências, de T1 para T2 uma diminuição da concordância geral em cerca de 78% para cerca de 67%, uma manutenção de indiferença de cerca de 11% e um aumento de indiferença de cerca de 11% para cerca de 22%. Para a área de matemática, verificou-se uma diminuição da concordância de cerca de 67% para cerca de 44%, um aumento de indiferença de cerca de 11% para cerca de 22% e um aumento da discordância de cerca de 22% para 33%. Para as tecnologias, verificou-se uma diminuição da concordância geral de cerca de 67% para cerca de 56%, uma manutenção de indiferença de cerca de

33% e um aumento da discordância de 0% para cerca de 11%. Para a área de engenharia, verificou-se uma manutenção da concordância em cerca de 67%, uma diminuição de indiferença de 22% para cerca de 11% e um aumento de discordância de cerca de 11% para cerca de 12%.

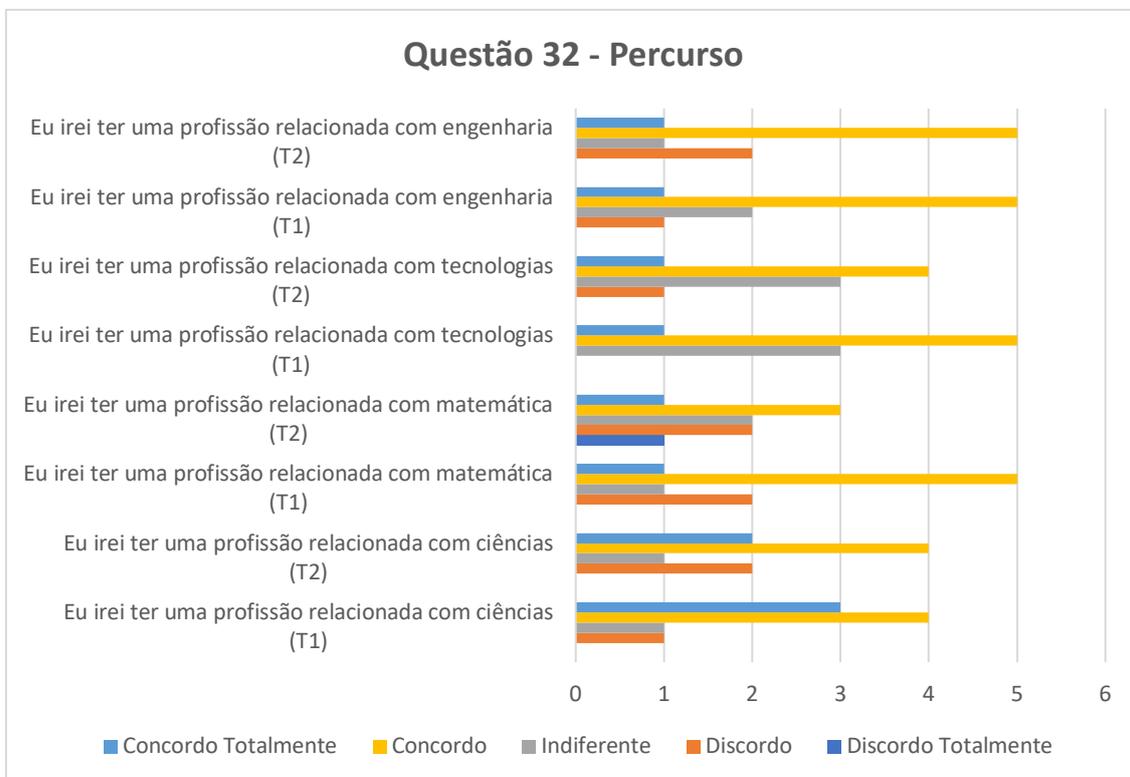


Gráfico 5.25 - Resposta dos alunos à questão trinta e dois da parte II do questionário, relativamente à expectativa de ter uma profissão nas áreas de ciências, matemática, tecnologias e engenharia, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

À semelhança das questões quinze a vinte e cinco, as questões trinta e um e trinta e três a trinta e seis estavam mais relacionadas com perceções face às ciências. Os resultados destas questões encontram-se representados no **Gráfico 5.26**.

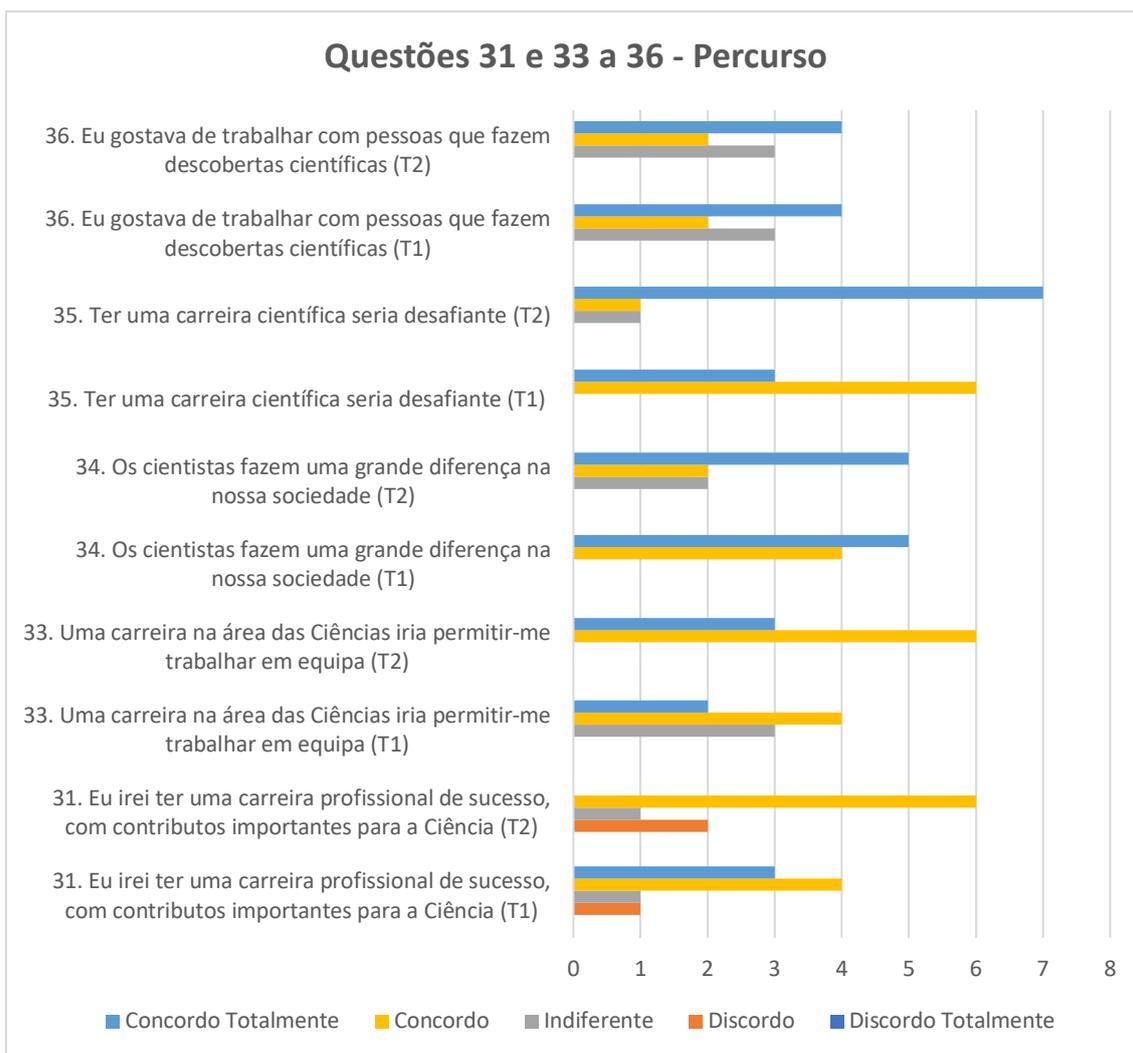


Gráfico 5.26 - Respostas dos inquiridos às questões trinta e um e trinta e cinco a trinta e seis do questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção STEM.

5.2.4. Atitudes

As atitudes representam as respostas que os alunos deram quando confrontados sobre uma disciplina científica, que no caso específico, foi a física. Nesse sentido, antes da intervenção letiva (T1) e do final da mesma (T2), os alunos tiveram de preencher o questionário. A física é uma área fundamental das orientações curriculares em ciências e tecnologias, pelo que, mesmo os alunos estando a ter química de décimo segundo ano e não física, pudessem exprimir a sua opinião sobre o mesmo. Os resultados encontram-se apresentados no **Gráfico 5.27**.

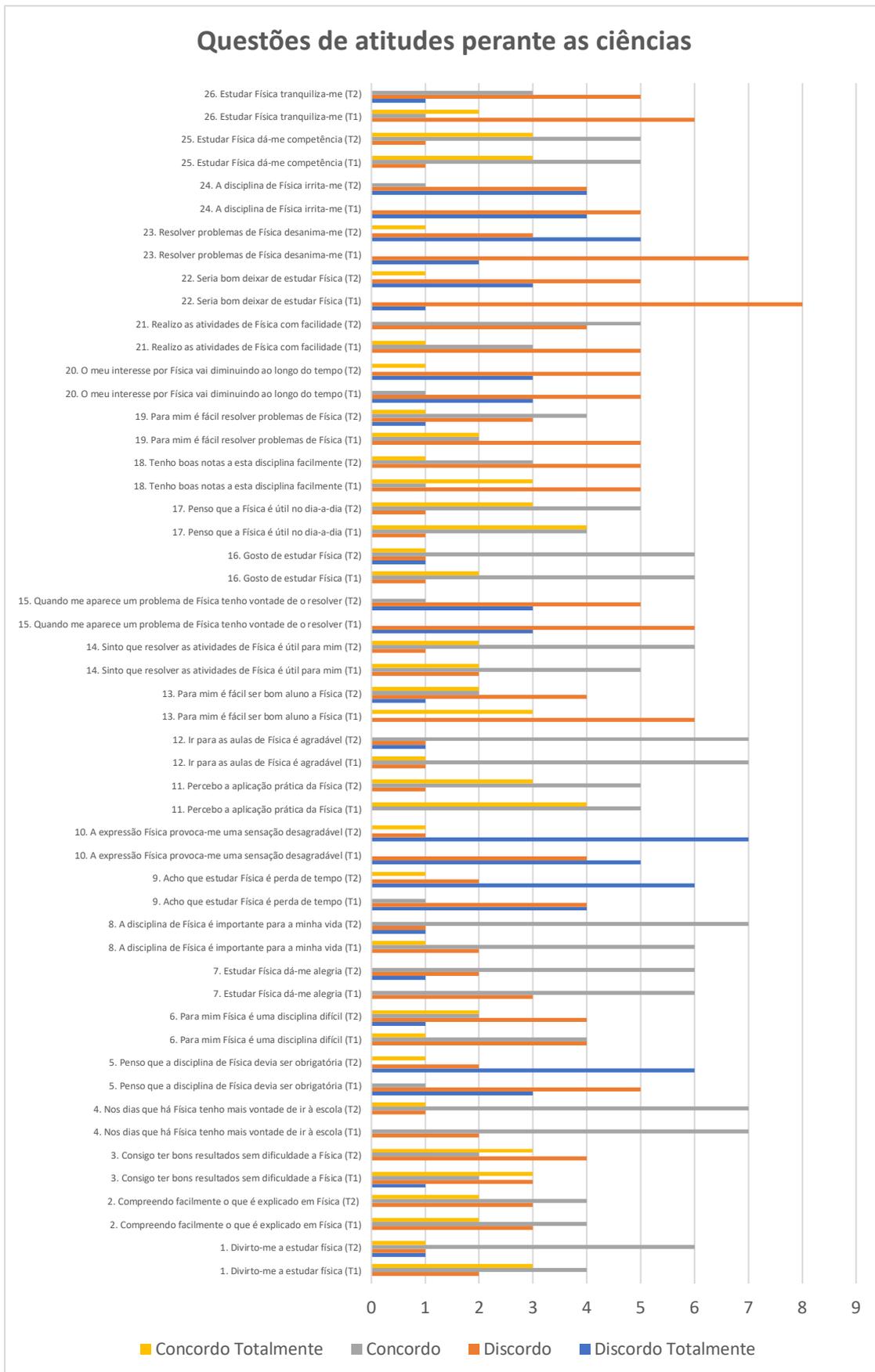


Gráfico 5.27 - Questões de atitudes perante as ciências, avaliada no questionário, antes (T1) e após (T2) a intervenção.

A escala desta avaliação (**Gráfico 5.27**) em vez de ser de um a cinco, conforme era para a componente de percurso, é sim de um a quatro, onde um corresponde “discordo totalmente”, dois corresponde a “discordo”, três corresponde a “concordo” e quatro corresponde a “concordo totalmente”.

Por fim, existia ainda uma pergunta onde os alunos deveriam de classificar se a física seria uma disciplina só para rapazes, mais para rapazes do que para raparigas, tanto de rapazes como de raparigas, mais de raparigas do que rapazes ou só raparigas, sendo que 100% dos alunos, tanto no T1 como no T2, deram a resposta correspondente ao três, que é que a física é “tanto para rapazes como para raparigas”.

5.3. Aprendizagens realizadas pelos alunos

Conforme apresentado no capítulo 4, relativo a análise de dados, foram estabelecidas categorias de análise para as aprendizagens realizadas pelos alunos, nomeadamente no que se refere aos conceitos científicos (domínio conceptual), processos (domínio processual), resolução de problemas (raciocínio), comunicação e argumentação e, por fim, articulação STEM. Neste sentido, esta secção encontra-se dividida em cada uma das categorias, tendo, de acordo com o apresentado no **Quadro 4.1**, uma segunda divisão de acordo com as subcategorias apresentadas. Para a apresentação dos resultados, foram refletidos os diferentes instrumentos de recolha de dados mencionados, como a observação (notas de campo), os documentos escritos dos alunos e os registos fotográficos. Foram ainda, em termos de domínio conceptual, exploradas algumas dificuldades, a par das aprendizagens, que foram detetadas nos documentos escritos dos alunos e na observação.

5.3.1. Conceitos científicos (domínio conceptual)

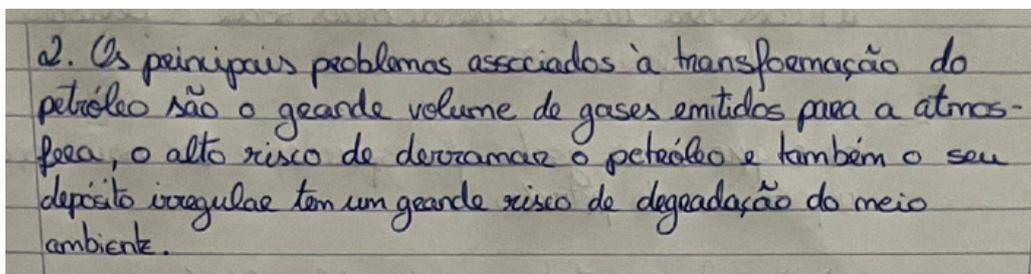
O domínio conceptual compreende os conceitos científicos que foram assimilados pelos alunos, como também as principais dificuldades que foram verificadas no decorrer da realização das tarefas, com base nos dados recolhidos ao longo da intervenção. Conforme mencionado, foram criadas cinco subcategorias para a análise do domínio conceptual, associada a cada uma das tarefas realizadas pelos alunos, nomeadamente: i) impactes ambientais do uso de combustíveis fósseis; ii) técnicas de produção de combustíveis derivados do petróleo; iii) nomenclatura e representação de compostos

orgânicos; iv) híbridos de ressonância e isômeros; v) importância de combustíveis alternativos e o papel da química verde. Com base nos resultados elencados em cada subcategoria, serão também retiradas as conclusões do estudo realizado.

5.3.1.1. Impactes ambientais do uso de combustíveis fósseis

A primeira tarefa realizada focou-se na compreensão macroscópica da temática em estudo, desde logo os impactes ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis. Procurou-se iniciar por este cenário com duas motivações principais, a captação da atenção dos alunos para um tópico que está na ordem do dia e é, geralmente, do seu interesse, bem como procurou-se dar uma imagem global e ir, de seguida, detalhando cada um dos conteúdos e conceitos científicos inerentes ao tópico.

Em geral, os alunos demonstraram conhecimentos das principais problemáticas relativas ao uso de combustíveis fósseis. No entanto, no geral, acabaram por focar-se mais na temática ambiental direta (poluição atmosférica). A questão dois da tarefa um, era direta no pedido de identificação dos problemas associados à transformação do petróleo e uso de combustíveis fósseis. Um dos grupos de alunos foi contundente na resposta, não desenvolvendo muito para além dos problemas ambientais diretos, não utilizando uma linguagem científica cuidada.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G1)

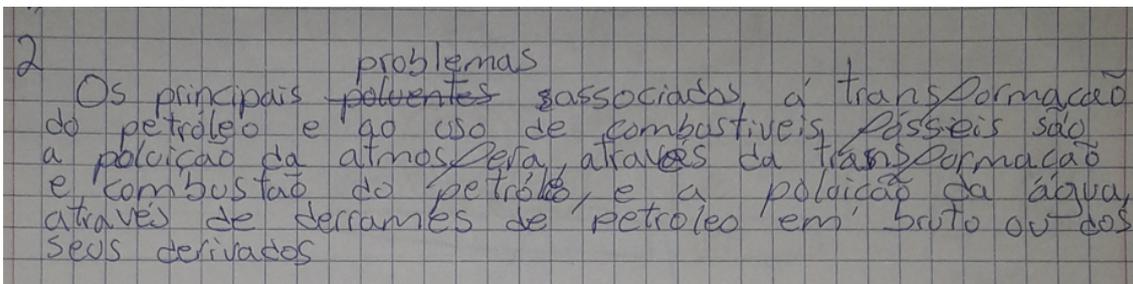
Por seu lado, existiram grupos que conseguiram justificar, de forma sucinta, e com uma linguagem científica mais adequada, os principais problemas associados ao uso de combustíveis fósseis e à transformação do petróleo, relacionando outras consequências, como os danos para a saúde pública.

2. Os principais problemas associados à transformação do petróleo e ao uso de combustíveis fósseis são: o aumento da poluição ambiental provocado pela queima de combustíveis fósseis, onde existe libertação de dióxido de carbono, principal responsável pelo aquecimento global e de dióxido de enxofre que é a causa principal das chuvas ácidas. Para além disto, a transformação do petróleo leva à poluição da água com acidentes, como o derramamento do petróleo. Isso provoca um desequilíbrio no ecossistema, porque resulta na morte de milhares de espécies marinhas. Este processo conduz à produção de materiais muito perigosos e tóxicos (plástico) durante a refinação.

A poluição associada a ambos os processos culmina na diminuição de qualidade de vida. Destes resultam doenças como a asma, cancro nos pulmões, infeções respiratórias entre outras.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G4)

A utilização de linguagem científica cuidada foi uma das dificuldades detetadas neste ponto, existindo uma resposta imediata, sem grande investigação de informação que a sustente, que era um dos objetivos da tarefa, sendo a sua tipologia de investigação. Um exemplo foi o pouco cuidado na apresentação e forma.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G7)

Os alunos demonstraram também no geral terem compreendido as principais alternativas aos combustíveis fósseis, bem como quais os parâmetros que deveriam analisar para fazer uma comparação entre os diferentes combustíveis alternativos. A colocação destas duas perguntas na primeira tarefa, prendeu-se com o objetivo da comparação que deveria ser realizada na última tarefa, para comparação de alternativas com o biodiesel. Um grupo identificou três alternativas, detalhando alguns dos parâmetros a ter em consideração, como também uma análise por custos, que se demonstrou bastante interessante para a primeira tarefa, entre o biodiesel, hidrogénio e bioetanol.

5. As alternativas aos derivados do petróleo são o biodiesel, o hidrogénio, e o bioetanol.

6. Biodiesel: estudo estima eficiências de energia de 80,55% para o biodiesel contra 83,28% para o diesel do petróleo. A eficiência mais baixa para o biodiesel reflete uma exigência de energia ligeiramente mais elevada para converter a energia contida no óleo vegetal em biocombustível (custo energético do processo).

Hidrogénio: possui propriedades únicas como seu baixo ponto de fusão (-259°C) e ebulição (-253°C), pode-se apresentar nas fases líquida, sólida e gasosa. O hidrogénio na forma de combustível ~~se~~ encontra-se na forma gasosa. Prevê-se que o hidrogénio seja o combustível do futuro, pois as suas principais vantagens são: inesgotável, ~~renovável~~ fonte de energia renovável e não poluente.

Bioetanol: um fator para o menor poder do etanol calorífico do etanol é a pouca quantidade de hidrogénio, (pois o hidrogénio é o átomo com maior poder calorífico) e também a presença de oxigénio (baixo poder calorífico).

O custo de etanol tem em média um custo de 55,30 € um galonagem de 20 L

O custo do hidrogénio é em média 5,5€ por kg.

Logo, para concluir, após as pesquisas tendo em consideração tudo. Acho que o hidrogénio é ^a ~~uma~~ ^{melhor} ~~uma~~ opção.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questões 5 e 6, G1)

Uma vez mais, nesta subcategoria, as principais dificuldades que foram detetadas foram a utilização de linguagem pouco cuidada, como também a falta de ligação entre respostas. A título de exemplo, um dos grupos apresentou duas alternativas para os combustíveis fósseis, mas acabou por não conseguir encontrar uma sustentação para a avaliação das alternativas, acabando por dar uma resposta mais genérica e pouco sustentada.

5 Combustíveis alternativos como GPL e hidrogénio

6. O GPL é uma mistura entre butano e propano, pode ser usado em motores a gasolina adaptados, a grande vantagem seria no preço, enquanto que o hidrogénio não emite substâncias, faz os carros serem adaptados a energia para seu funcionamento.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questões 5 e 6, G5)

Um dos pontos interessantes de analisar na primeira tarefa foram as respostas à questão três, onde se pedia que fosse comentada uma afirmação sobre a dependência da economia e sociedade dos combustíveis fósseis. No geral verificou-se que os alunos não estão preparados a mobilizar conhecimentos para sustentar uma argumentação para uma questão neste género, como se pode verificar nos exemplos em baixo.

3. Devido a ser muito utilizada na produção de diversos artigos como gasolina, álcool, gás para cozinha, plásticos...
A importância da economia é muito devido também ao facto de ser utilizado como fonte de energia.

(Registos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G5)

3
A afirmação é verdadeira, pois os combustíveis fósseis são os mais utilizados.

(Registos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G7)

No entanto, existiram grupos que conseguiram efetuar uma reflexão mais assertiva e justificada, demonstrando a capacidade de argumentação necessária, faltando, ainda assim, a capacidade de prever ou antever diferentes cenários e apresentar alternativas.

3. Atualmente, num mundo cada vez mais industrializado, demarcado por um notório crescimento demográfico e consequentes problemas de ordenamento do território, a energia é, imensuravelmente, consumida. A necessidade de novas fontes energéticas leva o Homem a recorrer à Natureza. Como o planeta Terra é um sistema fechado, não existe trocas de matéria, portanto quanto menor é a disponibilidade de combustíveis fósseis mais caros se tornam, ficando a economia do país cada vez mais dependente. A sociedade que antigamente não tinha consciência coletiva dos impactos ambientais que a exploração dos recursos podia causar, agora, são visíveis as consequências das decisões inocentes e pouco visionárias. Concordamos assim, com a afirmação "a economia e a sociedade estão determinantemente dependentes dos combustíveis fósseis".

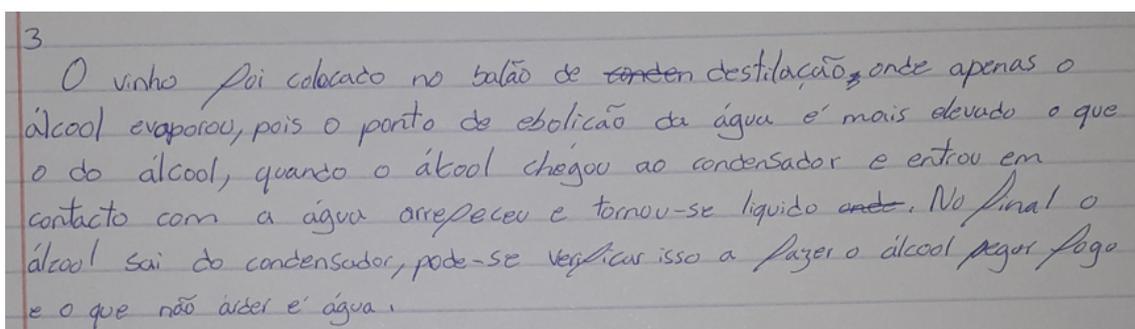
(Registos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G2)

Existiram alguns grupos que embora tenham apresentado respostas com conteúdo relevante ao nível do domínio conceptual, acabaram por não conseguir ser sucintos na resposta, procurando, de forma um pouco exagerada, argumentar demasiado sobre o tópico, o que acabou por retirar algum valor à resposta. Ainda, tendo sido permitida a consulta da internet, os alunos acabaram por se dispersar no conteúdo encontrado, não conseguindo sistematizar o mesmo, ao contrário do que teria acontecido se tivessem, por exemplo, procurado primeiro no manual escolar. Neste sentido, a seleção da informação consultada foi também uma dificuldade evidenciada nos alunos.

5.3.1.2. Técnicas de produção de combustíveis derivados do petróleo

A tarefa dois encontrava-se mais diretamente ligada a conteúdos científicos diretos, não tendo tantos tópicos de reflexão como a tarefa um. Focava-se na observação e representação de destilação de diferentes misturas e na compreensão das etapas de transformação do petróleo.

Os alunos no geral mostraram compreender o processo de destilação de duas misturas, como também os testes para concluir de que os destilados são diferentes de acordo com o seu ponto de ebulição. Um exemplo das respostas dos alunos reflete o teste da chama realizado ao destilado de álcool, face ao destilado da água.



3
O vinho foi colocado no balão de ~~conden~~ destilação, onde apenas o álcool evaporou, pois o ponto de ebulição da água é mais elevado o que o do álcool, quando o álcool chegou ao condensador e entrou em contacto com a água arrefeceu e tornou-se líquido ~~ante~~. No final o álcool sai do condensador, pode-se verificar isso a fazer o álcool pegar fogo e o que não arde é água.

(Registo dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G7)

Para além do teste da chama, alguns alunos conseguiram também evidenciar nas suas respostas que é também possível distinguir os destilados através do cheiro, contabilizando-o também como um teste de avaliação, pois o álcool evidencia um odor diferente do da água.

3) destilação do vinho:
Começamos por aquecer o balão de destilação até uma temperatura superior do ponto de ebulição do álcool (78,37°C) e inferior ao ponto de ebulição da água (100°C), com o objetivo de separar o álcool do vinho. Quando isto acontece, o vapor de álcool atravessa o condensador onde será arrefecido graças à circulação de água e, consequentemente, irá condensar. O líquido é recolhido no gabeli, que se encontra no final do balão de destilação. Para concluir, fazemos comprova que o líquido era álcool através do cheiro e do teste de chama.

(Registos dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G2)

Ainda, os alunos conseguiram, no geral, identificar o objetivo do condensador, conforme se pode verificar no exemplo em baixo, com a explicação relativamente à diferença de temperatura devido à circulação da água, justificando posteriormente o destilado e destacando as diferenças de temperatura dos pontos de ebulição dos diferentes constituintes da mistura.

3. A destilação observada foi a do vinho. A mistura é colocada dentro do balão de destilação e aquecida por uma fonte de aquecimento pois a mistura é inflamável (álcool). Quando a mistura começa a entrar em ebulição, o seu vapor sobe e vai para o condensador. O condensador é uma vidraria de laboratório que possui um tubo interno que se mantém resfriado pela circulação da água ao seu redor. O condensador possui duas partes abertas onde são ligados duas mangueiras. A água entra na parte de baixo e sai pela parte de cima. Assim, quando o vapor entra na tube interna do condensador, ele resfria e volta para o estado líquido sendo armazenado no final do condensador. O álcool fica separado no balão de destilação. Tudo isto acontece uma vez que o ponto de ebulição do álcool é 78,37°C e da água 100°C.

(Registo dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G4)

Através da compreensão da destilação simples, torna-se mais fácil a compreensão da técnica de destilação fracionada, necessária para a transformação do petróleo, devido aos diferentes pontos de ebulição próximos dos seus constituintes. Os alunos conseguiram perceber que é essa a técnica necessária para a transformação do petróleo, justificando a mesma.

4. Se pretendêssemos separar por meio de destilação uma mistura como o petróleo em bruto, necessitaríamos do processo de destilação fracionada, uma vez que esta solução contém diversos componentes líquidos com pontos de ebulição relativamente próximos, que se volatilizam quase simultaneamente, não sendo possível de controlar utilizando o processo de destilação simples.

(Registo dos alunos, tarefa 2 – questão 4, G3)

Por fim, nesta tarefa, os alunos conseguiram também no geral compreender o processo de *cracking*, enquanto quebra das cadeias longas dos compostos, procurando a purificação do refinado de petróleo, que pode valorizar frações de menor valor em produtos mais leves.

6) O processo a utilizar no etalo 3 é o Cracking, pois é neste que ocorre a quebra de moléculas longas de hidrocarbonetos de elevada massa molar para formação de outros moléculas com cadeias menores de massa molar menores. Assim, tal como ocorre no processo de obtenção de gasolina a partir de óleos pesados, é o cracking que possibilita o processamento químico das frações de menor valor em produtos mais leves.

(Registo dos alunos, tarefa 2 – questão 6, G6)

Ainda assim, verificaram-se algumas dificuldades, ainda que em menor número do que na primeira tarefa, existindo alguns grupos que confundiram alguns conteúdos e conceitos, como foi o caso da destilação fracionada pelo *cracking* catalítico, na resposta à questão seis, que se referia ao processamento químico das frações de menor valor em produtos mais leves.

6. Destilação fracionada, porque é o único processo com componentes químicos que são sujeitos a ebulição.

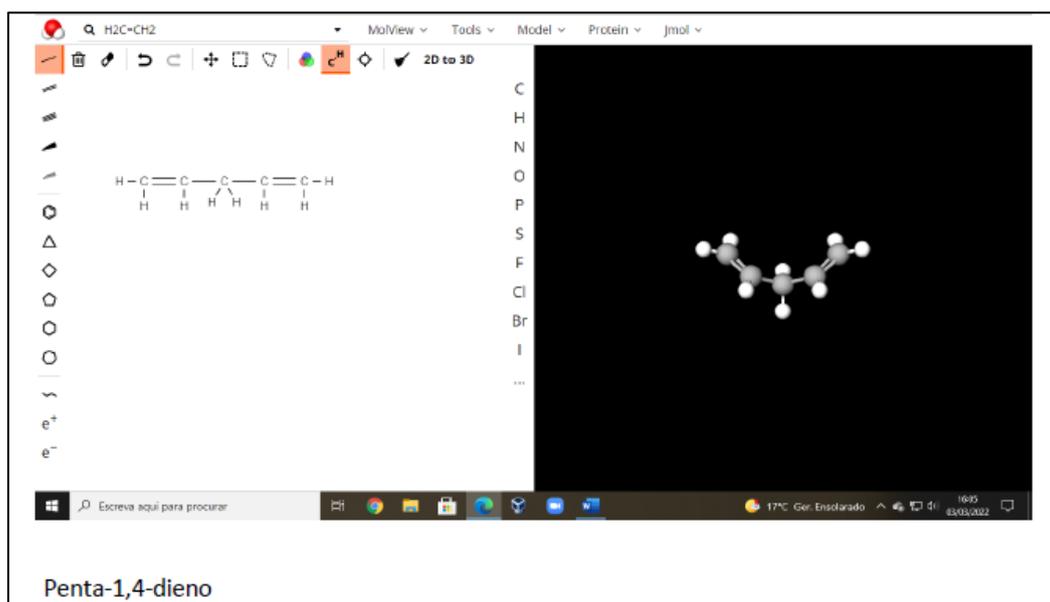
(Registos dos alunos, tarefa 2 – questão 6, G5)

No geral, através dos resultados, pareceu existir uma compreensão geral ao nível conceptual do processo de destilação e transformação do petróleo.

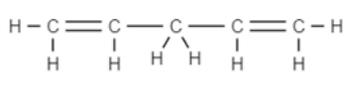
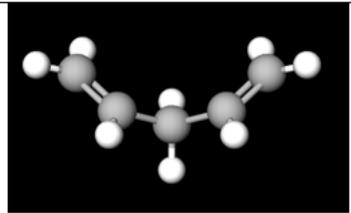
5.3.1.3. Nomenclatura e representação de compostos orgânicos

A nomenclatura e representação de compostos orgânicos foi objeto da tarefa três, que foi realizada com recurso ao *software MolView*, permitindo dessa forma aos alunos visualizar os compostos. Neste sentido, em vez de ser dada a fórmula molecular do composto, foi dado o nome, sendo que os alunos teriam que o representar. A tarefa sucedeu a uma aula sobre relembrar alguns conceitos da nomenclatura dados anteriormente no 10.º ano de escolaridade, em física e química A, procurando colmatar algumas das dificuldades antecipadas na literatura.

No geral existiu uma compreensão da tarefa, bem como das regras de nomenclatura e de representação de compostos orgânicos. Os alunos conseguiram compreender, representar e identificar os diferentes tipos de ligações existentes, bem como de cadeias. Por exemplo, para o caso do composto penta-1,4-dieno, os alunos conseguiram através do nome dado, representar corretamente o composto e visualizá-lo em 3D. Em baixo, dois exemplos de registos desta representação, do grupo G7 e G2.

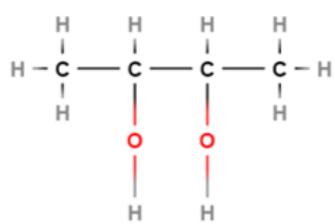
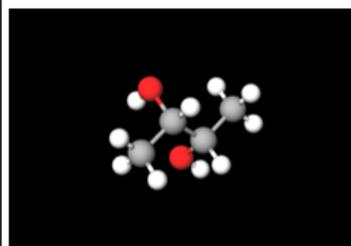


(Registos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G7)

Nome do composto	Imagem 2d	Imagem 3d
Penta-1,4-dieno		

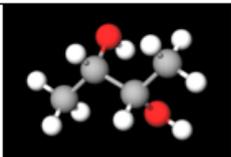
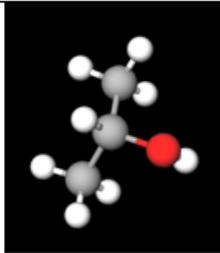
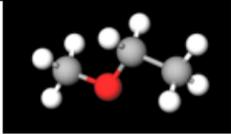
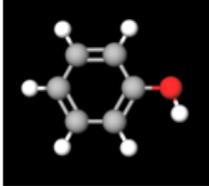
(Registos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G2)

Foi também possível concluir sobre as aprendizagens ao nível da existência de grupos funcionais, destacando os mesmos, através do nome do composto, particularmente dos grupos álcool (-OH) e éter (-O-). Em baixo, um exemplo do grupo G1, sobre o 2,3-butanodiol, onde se verificou corretamente a representação do composto e posterior visualização em 3D com o *software MolView*.

Nome do composto	Representação 2D	Representação 3D	Grupo funcional
2,3-Butanodiol			Álcool

(Registos dos alunos, tarefa 3 – questão 3, G1)

Através das respostas dos alunos a esta questão, e pela utilização do software de visualização, os alunos conseguiram atingir os objetivos de aprendizagem e compreender as regras de nomenclatura, aplicando as mesmas a casos concretos, destacando sempre os grupos funcionais e quais as posições que os mesmos ocupariam. Procurou-se colocar exemplos de compostos com ligações de carbono simples, duplas e triplas, bem como de cadeia ramificada e compostos cíclicos. Os grupos funcionais abordados foram o álcool e o éter, devido à sua maior relevância neste ano de ensino e nos conteúdos lecionados. Em baixo, um exemplo do grupo G4, com um composto cíclico com um grupo funcional, que conseguiu também representar corretamente o composto e visualizar, de seguida, a sua representação tridimensional.

3.		
Nome do Composto	Representação em 2D	Representação em 3D
2,3-Butanodiol	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	
Propan-2-ol	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	
Éter etilmetílico	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	
Hidroxilbenzeno (fenol)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	

Grupos Funcionais:
 2,3-Butanodiol: 2 grupos hidroxilo (-OH) nos carbonos 2 e 3;
 Propan-2-ol: 1 grupo hidroxilo (-OH) no carbono 2;
 Éter etilmetílico: 1 grupo funcional -O- (função Éter);
 Hidroxilbenzeno (fenol): 1 grupo hidroxilo (-OH) no carbono 1.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 3, G4)

5.3.1.4. Híbridos de ressonância e isómeros

Os híbridos de ressonância e isomeria foram os tópicos abordados e que não tinham sido ainda abordados anteriormente na disciplina de física e química A, no 10.º ou 11.º ano de escolaridade. Neste sentido, seriam inicialmente temas que poderiam despertar maiores dificuldades e dúvidas aos alunos.

Na tarefa três, na questão quatro, foi ainda abordado o tema dos híbridos de ressonância, solicitando a representação do ozono e dióxido de enxofre e justificando o

que são estas estruturas. Neste ponto, os grupos conseguiram também atingir os objetivos que estavam delineados e demonstraram compreender a questão e o conceito científico subjacente. Em baixo apresenta-se um exemplo de resposta, neste caso sobre o ozono, dada pelo grupo G2. Ainda assim, a utilização da expressão covalente dativa encontra-se desajustada ao objetivo da questão, que seria justificar o que são híbridos de ressonância.

4.2 Ozono- Analisando as fórmulas de estrutura do ozono poderia perpassar a ideia de que a ligação dupla oxigénio-oxigénio é mais forte do que a ligação simples, oxigénio-oxigénio. No entanto, estudos revelam que quer a ligação dupla, quer a ligação simples apresentam a mesma energia, bem como o mesmo comprimento de ligação. Pelo que, nenhuma das representações é correta, quer uma, quer outra são híbridos de ressonância, o que significa, que a ligação oxigénio-oxigénio é intermédia (não é simples nem dupla), é sim covalente dativa.

(Registos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G2)

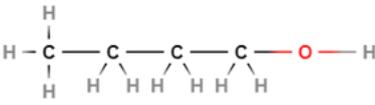
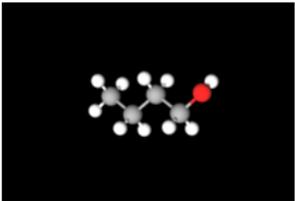
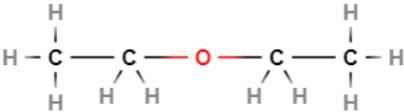
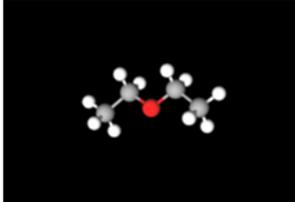
Ainda assim, foi a questão onde se verificaram maiores dificuldades na tarefa três, em grande parte, conforme referido, por ser efetivamente o novo conceito científico abordado no 12.º ano de química, como também por não ser fácil de visualizar ou conceber uma estrutura que, de alguma forma, não existe, mas sim um conjunto de representações. Em baixo apresenta-se um exemplo de resposta, também sobre o ozono, desta vez pelo grupo G7, As dificuldades verificadas acabam por se interligar com as registadas na literatura, apresentadas no capítulo 3, da unidade de ensino.

4.2 A ligação oxigénio-oxigénio não é nem uma ligação simples nem uma ligação dupla, a mesma tem um carater intermédio entre a ligação simples e a ligação dupla. Chama-se a isto uma descrição de ressonância, na qual a molécula é representada por todas as possíveis formas que obedecem à regra do octeto. Cada representação denomina-se formula de ressonância da molécula.

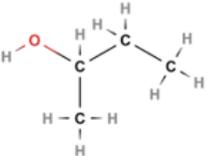
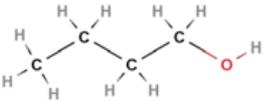
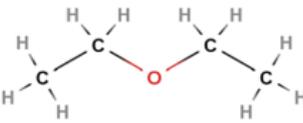
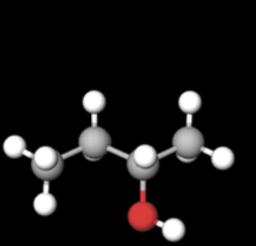
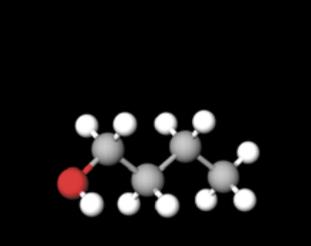
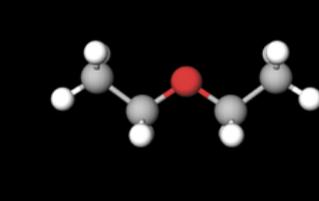
(Registos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G7)

Outro dos novos tópicos abordados foi o de isomeria, particularmente de isomeria funcional. Dessa forma, foram abordadas a isomeria de cadeia, de posição e de grupo funcional. Neste sentido, na tarefa quatro, com o objetivo de abordar tanto o conceito de isomeria como a resolução de problemas, foi pedido que os alunos, representando os compostos e visualizando os mesmos no *software MolView*, determinassem quais eram os compostos. No geral, mesmo sendo um tema novo, os alunos conseguiram assimilar os conceitos e representar corretamente os isómeros e resolver as questões. Por exemplo, a questão dois da tarefa, pretendia que os alunos procurassem dois isómeros de grupo

funcional da fórmula molecular $C_4H_{10}O$, sabendo que um deles é tipicamente utilizado como anestésico. Através de uma simples pesquisa na internet, visto a aula e a resolução da tarefa ter sido realizada numa sala de informática, também para a utilização do *software MolView*, os alunos determinaram que o anestésico típico com aquela forma molecular seria o éter dietílico (comumente denominado apenas por éter). Sabendo que o isómero pretendido seria de grupo funcional, o mais rápido seria associar um álcool que pudesse ter a mesma fórmula molecular, onde o 1-butanol seria um exemplo. Em baixo apresentam-se exemplos de resposta dos alunos, particularmente do G3 e do G5.

Nome do composto	Imagem 2D	Imagem 3D
butanol		
Éter dietílico		

(Registos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G3)

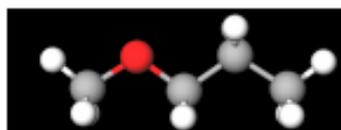
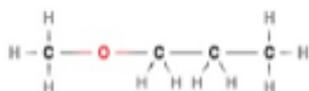
2 - Butanol	Butanol	Éter dietílico
		
		
Isómeros de posição		<p>O Éter dietílico, <u>etoxietano</u> ou <u>3-oxapentano</u> é tipicamente utilizado como anestésico em operações cirúrgicas</p>

(Registos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G5)

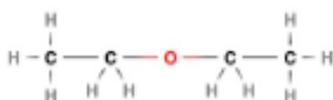
Uma dificuldade que se verificou foi a não compreensão de que o pretendido seria uma isomeria de grupo funcional, tendo-se verificado alguns grupos onde foram dadas respostas de isomeria de posição face ao pedido de grupo funcional. Um exemplo, apresenta-se em baixo, do grupo G1.

2.1

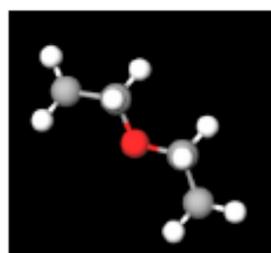
Éter metilpropílico:



Éter dietílico:



3.1



(Registos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G5)

No entanto, no geral, os alunos mostraram compreender a isomeria, tendo sido bem-sucedidos na resolução da tarefa quatro, que abordava a isomeria, mas para a qual seria necessário ter os conhecimentos prévios adquiridos de regras de nomenclatura de compostos orgânicos, contendo grupos funcionais. Uma outra dificuldade verificada, foi a não utilização, em geral, de nomes do IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), pois em vez de ser utilizado o nome “butanol” seria correto a utilização de “1-butanol” (registos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G3; registos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G5) ou a utilização do nome “3-oxapentano” face aos corretos do IUPAC de “éter dietílico”, “dietiléter” ou “etoxietano”.

5.3.1.5. Importância dos combustíveis alternativos e o papel da química verde

A tarefa final, que tinha sido disponibilizada previamente, uma vez que mobilizava conhecimentos desenvolvidos nas tarefas realizadas anteriormente, incidiu sobre o tema dos combustíveis alternativos, o desenvolvimento de um protocolo para a produção de biodiesel e a sua aplicação em contexto laboratorial, bem como a projeção e desenvolvimento de uma maquete que pretendesse explicar o ciclo dos óleos na

comunidade, para explicar esta temática aos alunos do ensino básico. No que se refere aos conceitos científicos e, portanto, domínio conceptual, os alunos demonstraram conhecimento relativamente à comparação entre os diferentes combustíveis alternativos em estudo, particularmente, o biodiesel, o bioetanol e o hidrogénio, bem como desenvolveram alguns cálculos e conclusões decorrentes da atividade experimental.

Relativamente à comparação dos combustíveis alternativos, os alunos evidenciaram ter investigado a informação, através da internet, do manual escolar e da informação da literatura selecionada, tendo sido capazes de destacar as principais vantagens e desvantagens de cada um dos combustíveis alternativos em estudo. Em baixo encontram-se alguns exemplos de respostas de grupos de alunos diferentes, para cada um dos combustíveis alternativos comparados.

Biodiesel

Vantagens	Desvantagens
Emissões de CO reduzidas	Maior emissões de NO _x e smog
Emissões de CO ₂ reduzidas (78%)	Mair custo de produção que o diesel regular
Alto rendimento energético líquido para culturas oleaginosas	Custos ambientais não incluídos no preço do mercado
Rendimento energético líquido moderado para culturas de colza	Baixo rendimento energético líquido para culturas de soja
Emissões de hidrocarbonetos reduzidas	Pode competir com o aumento dos preços dos alimentos e fazer crescer os seus preços
Melhor milhagem de gás (40%)	Perda e degradação de biodiversidade de de plantações de culturas
Potencialmente renovável	Pode dificultar o arranque de motores em climas frios

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 6, G2)

• **Etanol:**

- Vantagens

Tem muita energia;

Alguma redução das emissões de CO₂ (bagaço de cana de açúcar);

Redução de emissões de CO;

Alto rendimento energético para plantações de switchgrass e bagaço;

Pode ser vendido como E85 (85% etanol e 15% gasolina) ou etanol puro;

Potencialmente renovável.

- Desvantagens

Baixa quilometragem;

Baixo rendimento energético para plantações de milho;

Altas emissões de CO₂ (milho);

Custo mais alto;

Custo ambientais não são incluídos no preço de mercado;

Pode competir pela terra onde ocorrem plantações de comida e assim subir os preços da mesma;

Aumento de emissões de NO_x e de smog;

É corrosivo;

Pode ser mais difícil para que os motores arranquem quando está frio.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 6, G1)

Falando, por fim, no hidrogénio podemos verificar que é pouco poluente, pode ser obtido através da água, consegue ser uma energia renovável (caso seja produzido a partir das mesmas) e a sua eficiência é superior à do biodiesel. Em relação às desvantagens: o hidrogénio não existe na natureza; necessita de energia para ser produzido; a sua energia líquida é negativa e existem emissões de CO₂ se for produzido a partir de compostos que contém CO₂. Por fim tem custos elevados, em relação ao uso em automóveis não apresenta uma grande vida útil e ainda não existe muita distribuição para um abastecimento eficaz.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 6, G4)

À semelhança do que aconteceu na tarefa um, continuaram a ser verificadas algumas respostas com menor capacidade de desenvolvimento, não atingido o objetivo pretendido. Ou seja, existem algumas dificuldades em desenvolver respostas estruturadas com base em informação recolhida. Em baixo encontra-se um exemplo desta situação.

6. Através dos resultados obtidos na produção de biodiesel e no teste da chama, podemos concluir que o biodiesel funciona de igual forma como qualquer outra alternativa devida às suas características, tendo ainda o benefício de menores emissões de gases que danifiquem o ambiente.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 6, G3)

Também, em semelhança ao ocorrido na tarefa um, verificou-se novamente respostas muito longas, pouco sucintas, com pouca coerência científica e com termos pouco cuidados que, se estruturadas de forma mais simples, pudessem talvez ter maior valor. Portanto, uma vez mais, existe uma dificuldade na construção de respostas sustentadas em informação e diretas ao objetivo de aprendizagem, como também na seleção da informação que deve ser utilizada – verificou-se por observação nas aulas que existe uma tendência para a pesquisa de informação na internet (que é mais dispersa), face ao manual escolar ou a informação previamente selecionada e que foi fornecida para um objetivo específico.

Os alunos foram, também, no geral capazes de justificar uma alternativa para o biodiesel, sendo que 75% dos alunos selecionaram o hidrogénio como escolha, sustentando a sua resposta na comparação efetuada, em termos de custo, eficiência energética e dificuldades de implementação. Um exemplo de resposta, devidamente justificada, encontra-se apresentada em baixo.

Comparando com as alternativas do biodiesel e do etanol, apesar de o seu uso ter menos emissões de dióxido de carbono e monóxido de carbono do que o diesel atual, estes continuam a ter emissões de poluentes para a atmosfera na sua produção e emitem NOx e smog. Ao contrário do hidrogénio, apesar de não existir na forma separada na natureza, existe formas sustentáveis de o obter, como é o caso da água. Este método de extração é feito através da hidrólise, que separa os átomos de hidrogénio dos de oxigénio e a energia usada para gerar eletricidade neste processo pode ser aproveitado a partir de fontes renováveis, como a energia solar e eólica, sem que haja emissões de gases de efeito de estufa. Além disso, esta é uma fonte de energia renovável e não existe outra fonte de energia tão infinita como o hidrogénio. Outra vantagem desta alternativa é o facto de não prejudicar a biodiversidade, tendo em conta que o biodiesel e o etanol são responsáveis pela perda e degradação de biodiversidade devido às grandes colheitas.

Contudo, atualmente o custo de produção de hidrogénio em energia através de células de combustível é alto, no entanto, o progresso no desenvolvimento da nanotecnologia pode levar a melhorias que tornariam as células de combustível mais eficientes e baratas e, conseqüentemente, o custo de produção tendia a diminuir.

Assim, apesar do desenvolvimento deste processo demorar alguns anos, este parece ser a melhor alternativa para o futuro, uma vez que é a mais sustentável e menos poluente.

(Registo dos alunos, tarefa 5 – questão 7, G1)

Por fim, em termos de mobilização de conhecimentos anteriores, na produção do biodiesel em laboratório foram pedidos alguns cálculos e testes, para avaliação da

qualidade do biodiesel produzido. Os cálculos estavam relacionados com a densidade do biodiesel e posterior comparação com um valor médio de qualidade. Os testes, estavam relacionados com o teste da cor e da chama. Foi sugerido que os alunos organizassem os dados numa tabela, para facilitar o posterior tratamento dos mesmos.

No que diz respeito ao cálculo da densidade do biodiesel, todos os alunos se lembravam da forma de cálculo, tendo conseguido efetuar o cálculo e comparar o resultado obtido com o valor médio de qualidade fornecido, retirando assim as suas conclusões. Em baixo encontra-se um exemplo do cálculo efetuado.

3.
 $\rho = m_{\text{produto}}/V_{\text{biodiesel}} = 1,32 \times 10^{-3}/1,6 \times 10^{-6} = 825 \text{ kg/m}^3$
Como $800 < 825 < 900$, o biodiesel produzido cumpre com este requisito.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 5, G1)

Algumas dificuldades verificadas estiveram relacionadas com a não conclusão sobre a qualidade do biodiesel, ou seja, a realização correta do cálculo, mas não ter sido apresentada uma conclusão ou resposta sobre o seu enquadramento ou não no parâmetro de qualidade, como também se verificaram algumas dificuldades com as unidades, não estando a mesma correta (a densidade tem unidades de massa por volume, no caso particular de kg/m^3 , tendo sido apresentada apenas unidades de massa, kg). Em baixo encontram-se dois exemplos de cada uma das dificuldades referidas.

3.
Massa de produto (kg) = $1,32 \times 10^{-3}$
Volume de biodiesel (m^3) = $1,6 \times 10^{-6}$
Densidade do biodiesel = $m / V = (1,32 \times 10^{-3}) / (1,6 \times 10^{-6}) = 825 \text{ kg/m}^3$

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 5, G2)

2. Sim, adquiriu uma cor amarelada e pálida, com aspeto
3. $d=m/v$
 $1,32/3,5 = 0.8\text{g}$ $0.8\text{g}=800\text{kg}$ R: O biodiesel cumpre este requisito.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 5, G3)

No geral, conforme referido acima, os alunos desenvolveram aprendizagens e metodologias sobre a comparação de diferentes alternativas, e os conhecimentos que

devem mobilizar para justificar uma escolha, bem como na sedimentação de conhecimentos anteriores e cálculo de valores necessários para sustentação de uma tomada de decisão. Verificou-se, por observação, que esta tarefa teve um peso particular, uma vez que os alunos conseguiram mobilizar conhecimentos anteriores para a resolução de um caso concreto, aplicável num qualquer momento dos seus futuros profissionais. Ainda, através da produção do biodiesel, os alunos compreenderam o papel da química verde no desenvolvimento de alternativas aos combustíveis fósseis.

5.3.2. Processos (domínio processual)

O domínio processual compreende os processos e estratégias que foram desenvolvidos pelos alunos para a resolução das tarefas e respetivo tratamento dos resultados. Nesse sentido, foram definidas, conforme referido no capítulo 4, duas subcategorias de análise, nas quais se dividiu também a presente subsecção do trabalho, que foram: i) planificação; ii) representação e construção. Ao contrário do efetuado para o domínio conceptual, não existe uma organização e seguimento por tarefa e tema abordado, mas sim pelas atividades que abordaram este domínio.

5.3.2.1. Planificação

Ao longo da intervenção letiva, os alunos foram desenvolvendo as diversas tarefas, sendo que em determinados momentos tiveram de planificar atividades. A com maior relevância, foi o desenvolvimento do protocolo laboratorial e planificação da produção do biodiesel em laboratório. Nesse sentido, a tarefa foi disponibilizada com bastante antecedência, conforme se pode verificar no capítulo da unidade de ensino e nas planificações das aulas presentes nos anexos. Para a realização dos protocolos, foram disponibilizados três exemplos de protocolos, bem como os alunos foram desafiados a procurar outros tipos de métodos que poderiam ser seguidos, tendo em mente que deveria existir material disponível no laboratório para a sua execução, como também o tempo de aula (100 minutos) teria de ser suficiente para a sua realização. Um exemplo da realização do protocolo e justificação do uso, encontra-se ilustrado no registo em baixo. Neste caso em particular, o metanol seria um reagente que aceleraria a reação, mas não é indicado para as aulas devido à sua toxicidade e perigosidade para os utilizadores (o contacto com os olhos pode provocar cegueira).

Porque razão escolhemos inspirar-nos maioritariamente no protocolo 3?

Ao analisar os diversos protocolos optamos por nos basear no protocolo 3 pelas seguintes razões:

- Uso do catalisador NaOH (hidróxido de sódio);
- Utilização de metanol em vez de etanol pois o processo de produção de biodiesel é muito mais fácil, eficiente e rápido com o álcool metílico;
- Em relação aos outros protocolos este necessita de menos reagentes o que torna o procedimento muito mais simples e viável de ser realizado.

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 3, G4)

Uma das dificuldades verificadas na planificação da atividade foi, efetivamente, a adequação da linguagem ao protocolo científico, como se pode verificar no registo em baixo, onde foi pesquisada informação de língua brasileira e a mesma não foi posteriormente adequada.

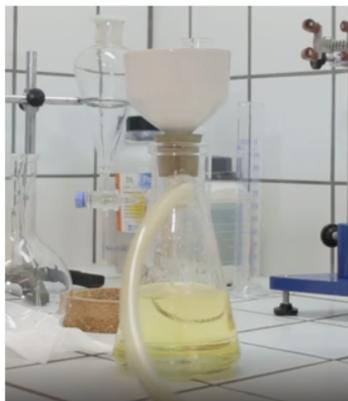
Aplicações:

Tendo em vista que a maior parte da energia consumida no mundo provém de fontes não renováveis, pesquisadores em todo o mundo buscam encontrar fontes alternativas de energia. Uma alternativa possível ao combustível fóssil é o uso de óleos de origem vegetal, os quais podem ser denominados de "biodiesel".

(Registos dos alunos, tarefa 5 – questão 3, G1)

Outra dificuldade prendeu-se com a exequibilidade de realização do protocolo, pelo tempo disponível dado previamente (uma aula de 100 minutos) e pelos equipamentos disponíveis no laboratório (neste caso não existia disponível o equipamento para a filtração a vácuo), pelo que a planificação não foi efetuada de acordo com o pressuposto inicialmente, embora cientificamente o protocolo estivesse correto.

3. Filtrar a vácuo o óleo quente.



(Registo dos alunos, tarefa 5 – questão 3, G2)

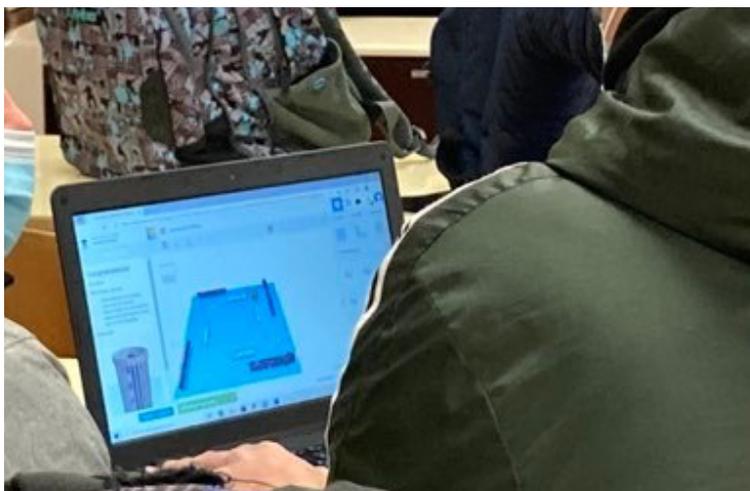
8. Deixar em repouso durante uma semana e separar.



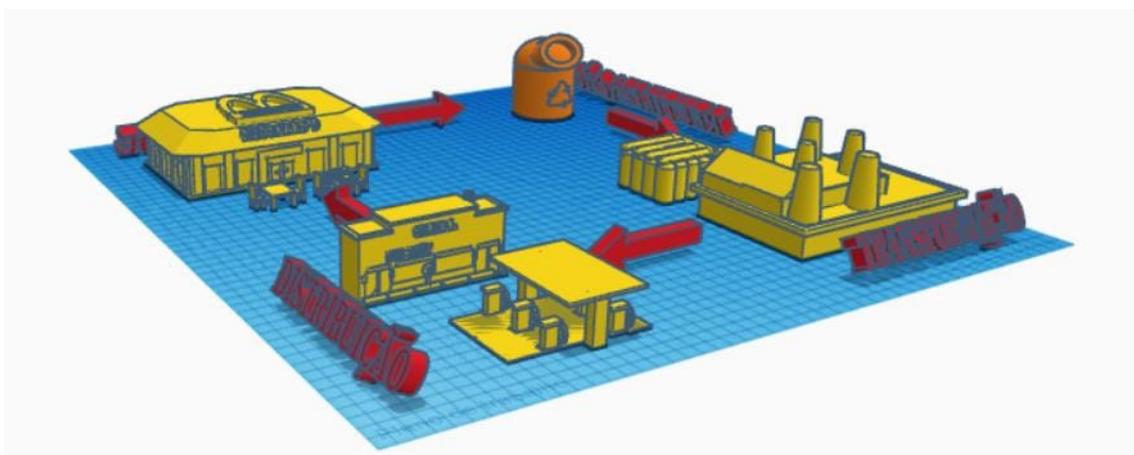
(Registo dos alunos, tarefa 5 – questão 3, G2)

Os alunos foram também desafiados a planificar a construção da maquete para explicar o ciclo dos óleos aos alunos do ensino básico. Nesse sentido, foram explorados dois caminhos na planificação: a construção da maquete de forma tradicional, com recurso a cartão ou papel laminado; ou, devido à existência de uma impressora 3D na escola em questão, o design do projeto num software online gratuito e a posterior impressão, com os custos também assumidos pela escola. Neste sentido, os alunos desenvolveram uma análise de custo e viabilidade entre ambas as soluções, tendo decidido pela segunda opção, o que lhes permitiu também desenvolver competências de *design* e planeamento. Os alunos fizeram vários planeamentos, que necessitaram de ajustes, para conseguirem ter o projeto concluído, uma vez que o mesmo foi também objeto de participação numa demonstração de ciência pública, participada por diversas entidades. Em baixo, nos registos fotográficos, consegue verificar-se o desenvolvimento

da maquete no software utilizado, bem como a projeção final da maquete para posterior impressão na impressora 3D.



(Registo fotográfico 1 – planificação da maquete no *software*)



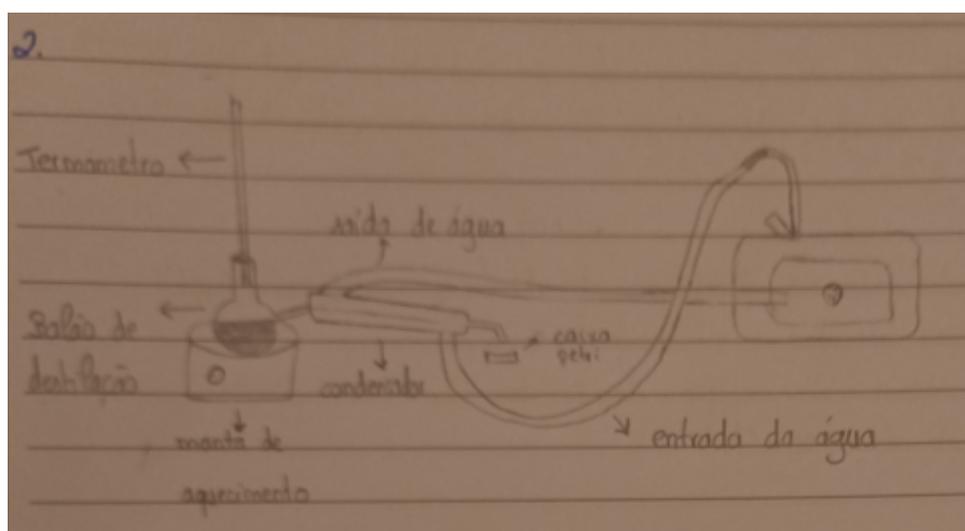
(Registo fotográfico 2 – planificação da maquete final no *software*)

A maquete pretendia mostrar o ciclo, desde a utilização dos óleos alimentares na comunidade, a sua deposição nos oleões, a transformação do mesmo através da reação de transesterificação em unidades próprias e a sua devolução à comunidade através do biodiesel para os postos de abastecimento.

5.3.2.1. Representação e construção

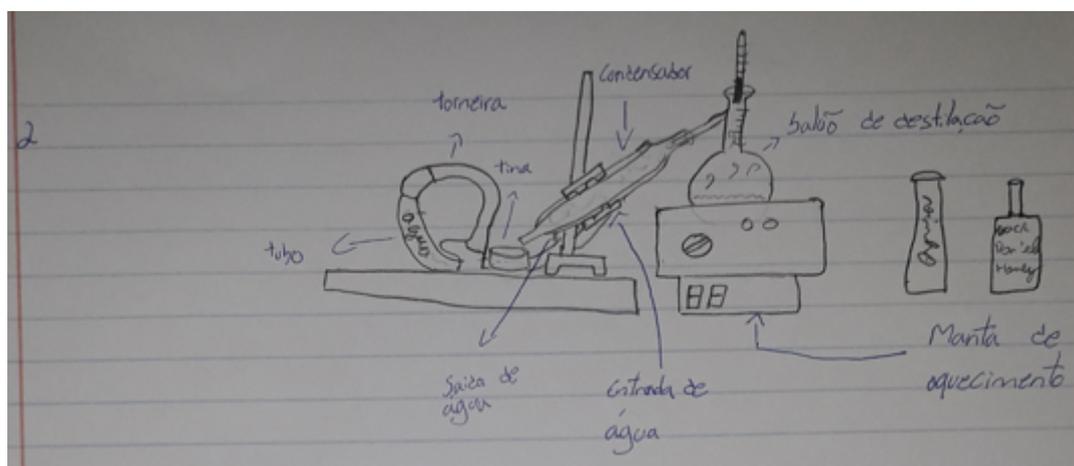
Durante a realização das tarefas, os alunos foram também desafiados a efetuar representações e construções, como forma de compreender melhor os conhecimentos. Uma das primeiras representações que solicitadas, foi a representação dos esquemas de destilação simples e destilação fracionada, na tarefa dois. Na resolução desta tarefa, os

alunos assistiram e participaram na montagem de um sistema de destilação simples e observaram a destilação do vinho, sendo que observaram ainda um esquema e o material físico da destilação fracionada (que não foi possível realizar pela coluna de fracionamento disponível na escola se encontrar danificada). Nessa tarefa, foram observadas algumas dificuldades na representação, devido principalmente ao desenho das mesmas. Ainda assim, os alunos conseguiram cumprir com o objetivo da representação.



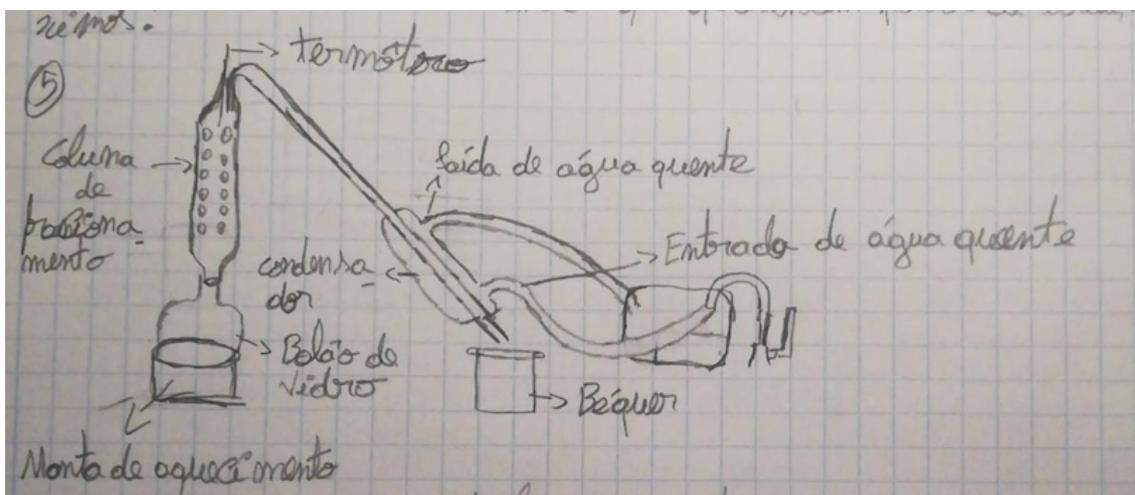
(Registos dos alunos, tarefa 2 – questão 2, G5)

No registo dos alunos apresentado em cima, verificou-se o detalhe de cada um dos constituintes, inclusivamente com o detalhe à entrada e saída de água, que foi uma das dificuldades verificadas nesta representação por alguns alunos, sendo que é um pormenor cientificamente relevante para o processo de destilação. De seguida, apresenta-se um exemplo desta dificuldade.



(Registos dos alunos, tarefa 2 – questão 2, G7)

No geral, tanto para o esquema da destilação simples, como para o de destilação fracionada, os alunos compreenderam e conseguiram efetuar a representação, conforme se pode verificar seguidamente para a destilação fracionada.



(Registo dos alunos, tarefa 2 – questão 5, G3)

Em termos de construção, verificaram-se dois momentos, a construção da maquete em si, como também a realização da atividade experimental da produção do biodiesel, onde os alunos demonstraram aprendizagens do ponto de vista processual. No primeiro caso, em termos da maquete, após planificação e idealização da mesma, os alunos, com o apoio de um docente da área de tecnologias da informação e comunicação, procederam à impressão das diversas peças e iniciaram a construção da maquete, como pode ser verificado no registo fotográfico em baixo. Também de seguida, verifica-se uma foto da maquete final construída.



(Registo fotográfico 3 – construção da maquete pelos alunos)



(Registo fotográfico 4 – maquete construída e identificada)

Em termos de realização da atividade experimental de produção do biodiesel, cujo procedimento foi harmonizado entre todas as propostas recebidas, os alunos mostraram-se também preparados, conseguindo realizar o mesmo sem grandes dificuldades, conhecendo as diversas etapas que deveriam seguir. O biodiesel produzido tinha qualidade, tendo cumprido o intervalo em termos de densidade, bem como teve resultado positivo no teste da cor e no teste da chama. De seguida, encontram-se registos fotográficos desta etapa.



(Registo fotográfico 5 – preparação dos materiais a utilizar)



(Registo fotográfico 6 – separação da fração de glicerina da de biodiesel)



(Registo fotográfico 7 – adição do sulfato de sódio anidro para secagem do biodiesel)



(Registo fotográfico 8 – teste da chama no biodiesel produzido)

De facto, comprovou-se que o biodiesel tinha efetivamente qualidade, uma vez que se comparou a chama de um pedaço de papel embebido no biodiesel produzido e

outro seco. No primeiro, verificou-se uma chama duradoura, para lá dos trinta segundos, sendo que no segundo caso, a chama foi instantânea, não atingindo os cinco segundos de duração.

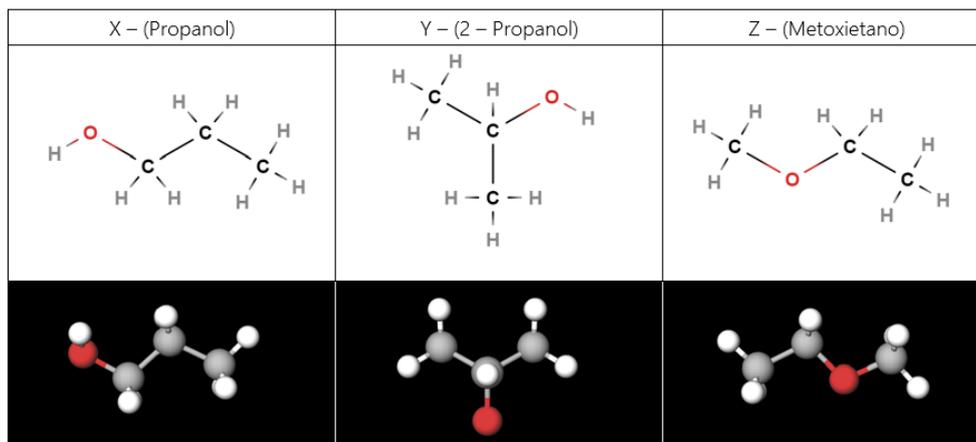
5.3.3. Resolução de problemas (raciocínio)

Na presente categoria de análise, procurou verificar-se a capacidade dos alunos na resolução de problemas. Efetivamente, com os vários exemplos acima evidenciados para o domínio conceptual e processual, os alunos demonstraram capacidade na resolução de problemas, bem como na procura de soluções alternativas face a uma dificuldade encontrada. Ainda assim, a tarefa quatro, sobre a isomeria, foi desenhada efetivamente para avaliar a capacidade dos alunos na resolução de problemas. Com base nos resultados, bem como em alguns registos acima, verificou-se que os alunos conseguiram, com base na pesquisa e nos materiais fornecidos, resolver os problemas, sendo que para isso consolidaram os conhecimentos anteriores sobre nomenclatura e classificação de compostos orgânicos.

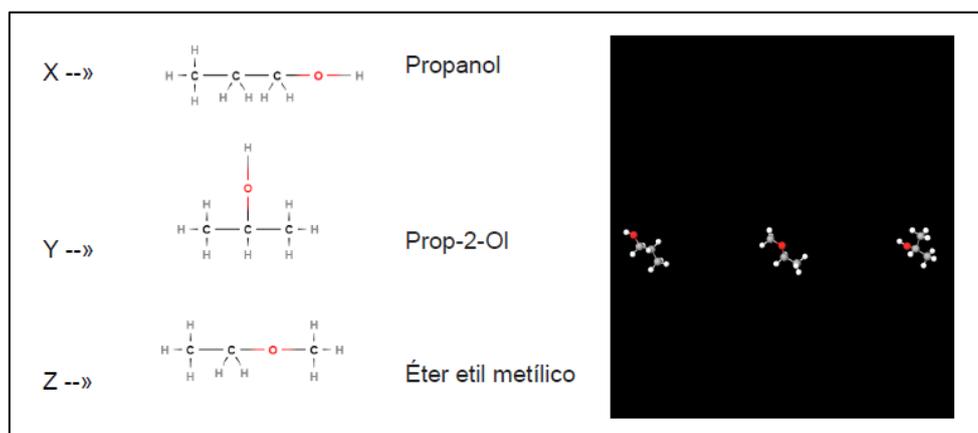
Quando verificado o “registo dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G5”, que se encontra apresentado na página 86, verifica-se que, quando confrontados com um problema, em que tinham de encontrar um composto com base na sua fórmula química, sabendo que um dos seus isómeros de grupo funcional seria um anestésico comum, os alunos conseguiram facilmente, com base em pesquisa na internet, determinar que o anestésico comum seria o éter dietílico, bem como conseguiram facilmente também apresentar um isómero de grupo funcional para o mesmo.

A segunda questão da tarefa quatro focou-se num problema semelhante, mas com diversas condições, ou seja, foi fornecida uma fórmula química, neste caso o C_3H_8O , e foram dadas três condições: “X é um isómero de posição de Y”; “Z é um isómero de grupo funcional de X e de Y”; “Y tem somente um átomo de hidrogénio ligado ao átomo de carbono central”. Com estas condições e fórmula química, foi solicitado que os alunos conseguissem nomear os compostos X, Y e Z, bem como fazer a sua representação 2D e 3D. De facto, os resultados foram positivos, tendo os alunos conseguido resolver o problema no tempo previsto e cumprido com os objetivos, como se pode verificar nos registos dos alunos apresentados em baixo.

3.

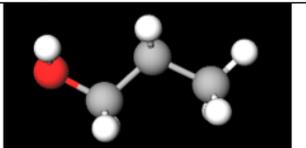
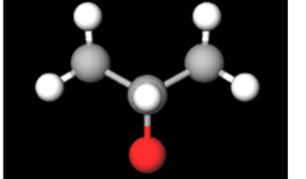


(Registo dos alunos, tarefa 4 – questão 3, G5)



(Registo dos alunos, tarefa 4 – questão 3, G4)

Em termos de dificuldades, existiram grupos de alunos que não indicaram os nomes dos compostos, mas apenas as representações, bem como existiram alguns enganos no cumprimento das condições, como se pode verificar no registo dos alunos que se apresenta de seguida (que indicaram o composto Z como o propanal). Ainda assim, no geral, todos os alunos mostraram ter a capacidade de resolução de problemas e atingiram os objetivos de aprendizagem delineados. Como as tarefas foram discutidas sempre no final da sua resolução, mesmo quando existiram alguns erros, os alunos perceberam onde o fizeram e corrigiram, mostrando ser capazes de aprender com base na reflexão daquilo que fizeram.

	Composto	Imagem 2D	Imagem 3D
X	Propanol	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	
Y	2-propanol	$\begin{array}{c} & \text{H} & \\ & & \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	
Z	Propanal	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$	

(Registo dos alunos, tarefa 4 – questão 3, G2)

5.3.4. Comunicação e argumentação

A categoria de análise de comunicação e argumentação foi avaliada tendo por base a observação, e respetivas notas de campo, bem como os registos fotográficos. Enquanto subcategorias de análise listaram-se a discussão coletiva em aula, particularmente no final da resolução de cada uma das tarefas, bem como os posters dos trabalhos realizados.

De facto, relativamente à primeira subcategoria, de discussão coletiva em aula, no final de cada tarefa existiu sempre um tempo para a discussão da mesma (como pode ser verificado na planificação das aulas). Neste espaço, os alunos eram desafiados a exporem as principais dúvidas e dificuldades, quais as aprendizagens mais significativas que realizaram, como também a fazer uma apreciação global da tarefa que acabaram de realizar. Para além da discussão coletiva, os alunos tinham a possibilidade de fazer uma avaliação individual de cada tarefa, com base nas questões de avaliação da mesma, que se encontravam em todas elas. Os alunos, no geral, demonstraram “à vontade” para participar na discussão, existindo sempre um ou outros alunos mais tímidos que, por esse motivo, eram menos participativos. Os alunos apresentavam um discurso seguro, no geral, mas com algumas lacunas no ponto de vista da correção científica, situação que foi melhorando ao longo da intervenção letiva. Comparando a participação e argumentação dos alunos após a primeira tarefa e após a tarefa final (tarefa cinco), verificou-se um desenvolvimento desta capacidade por parte dos alunos.

Relativamente aos posters dos trabalhos realizados, os alunos foram desafiados no final de cada tarefa a apresentar e comunicar os seus resultados. No que representou a tarefa final e a construção da maquete para explicação do ciclo dos óleos aos alunos do ensino básico, os alunos desenvolveram um poster para comunicar o seu trabalho, bem como participaram num evento de divulgação e discussão de atividades científicas, tendo sido bem-sucedidos em ambos os esforços, como se pode verificar nos registos fotográficos apresentados de seguida.



(Registo fotográfico 9 – apresentação da maquete, biodiesel produzido e poster no evento científico)



(Registo fotográfico 10 – alunos a explicarem a maquete aos participantes no evento)



(Registo fotográfico 11 – poster realizado pelos alunos para comunicar a experiência.

5.3.5. Articulação STEM

Como referido anteriormente, no final de cada tarefa, os alunos foram desafiados a avaliar as tarefas realizadas, destacando as aprendizagens, as dificuldades e o que gostaram mais ou menos em cada uma. Com estas respostas, conseguiu-se identificar factos que sustentam que os alunos identificaram, ainda que de forma natural e sem conhecimento prévio, estratégias STEM, como a integração de diversos tipos de atividades e conteúdos numa mesma tarefa, como também este facto foi algo que gostaram. Alguns exemplos destas avaliações e opiniões dos alunos encontram-se apresentadas nos registos dos alunos de seguida. As principais dificuldades que foram sentidas pelos alunos foi a gestão de tempo, devido ao número de tarefas. As principais aprendizagens foram a mobilização de conhecimentos teóricos para a aplicação prática, bem como a capacidade de investigar, sistematizar informação e resolver problemas. O

que os alunos, no geral, mais gostaram, foi a aprendizagem ter sido mais prática, estando os alunos no centro deste processo, e a aplicação direta dos conhecimentos a tópicos específicos.

a) O que aprendeu com as tarefas e intervenção?
Penso que foi uma forma de aprendizagem diferente pois se torna algo mais prático que mesmo ao ter de saber a parte mais teórica, acabámos por captar melhor atenção na sua realização.

(Registo dos alunos, avaliação de tarefas – A3)

a) O que aprendeu com as tarefas e com a intervenção?

As tarefas, foram bastante úteis, afirmaram-se como um excelente auxílio à consolidação da matéria, permitiram memorizar e aplicar os conhecimentos. Fortaleceram ainda outras competências, nomeadamente no plano da pesquisa, que foi utilizada, para a confirmação da veracidade das respostas dadas.

(Registo dos alunos, avaliação de tarefas – A7)

2) O que eu gostei mais com estas tarefas foi o modo mais dinâmico em como aprendemos as matérias o que tornou todo o processo de aprendizagem também menos aborrecido, em principal as partes mais teóricas da matéria. Não houve nada que eu desgostasse em particular com estas atividades. No entanto se fosse necessário apontar algo que eu tivesse gostado menos, seria talvez o volume das atividades, apesar de eu saber que era necessário o número de atividades que foram realizadas, pois caso não fosse feito desse modo, as atividades, mesmo que menos, seriam mais complexas.

(Registo dos alunos, avaliação de tarefas – A10)

b) O que mais gostei foi a atividade de biodiesel, pois achei interessante como de simples materiais que usamos no dia a dia como o óleo de cozinha conseguimos criar o combustível.

(Registo dos alunos, avaliação de tarefas – A12)

c) Quais as principais dificuldades que sentiu?

A principal, e única, dificuldade que senti foi gerir o tempo para realizar e entregar as tarefas a tempo (principalmente as finais).

(Registo dos alunos, avaliação de tarefas – A8)

Capítulo 6 – Discussão, conclusão e reflexão

O presente trabalho teve como objetivo conhecer qual o impacto de uma abordagem STEM no ensino sobre o tópico de “combustíveis, energia e ambiente”, sendo que para ser atingido foram estabelecidas três questões de investigação, relacionadas com a evolução das estruturas cognitivas dos alunos, com a mudança de intenção em seguir carreiras científicas e com as principais aprendizagens realizadas pelos alunos, antes e após, quando aplicável, à intervenção letiva com uma abordagem STEM.

No presente capítulo pretende-se, numa primeira fase, discutir os resultados obtidos na aplicação de cada um dos instrumentos de recolha de dados selecionados, para cada uma das questões de investigação, comparando também com a investigação e trabalho desenvolvido nesta área e desenvolvido nos capítulos 2, 3 e 4, respetivamente o enquadramento teórico, a unidade de ensino e o método de investigação. De seguida, apresentam-se as principais conclusões, que sistematizam o que o estudo representou para os alunos em questão, como também sugerem possibilidades de estudos futuros, bem como limitações do mesmo. Por fim, apresenta-se uma reflexão final, onde se expõem aprendizagens, resultados e observações pessoais, que são resultado da realização do mestrado em ensino e do presente trabalho de investigação.

6.1. Discussão de resultados

Nesta secção são discutidos os principais resultados obtidos para cada uma das questões de investigação, enquadrando naquilo que são os resultados e princípios estabelecidos na literatura que sustentaram a presente investigação.

A primeira questão de investigação estava relacionada com a evolução das estruturas cognitivas dos alunos, quando comparados os resultados antes e após a intervenção letiva com uma abordagem STEM. A questão de investigação está subjacente na aplicação do WAT, sendo que a comparação dos seus resultados entre o momento M1 e M2, respetivamente, antes da intervenção do tópico “combustíveis, energia e ambiente” com uma abordagem STEM e após a mesma, devem permitir aferir a evolução das estruturas cognitivas dos alunos. De facto, e como estabelecido no capítulo 4, não existindo uma definição única para estruturas cognitivas, foi assumido no presente

trabalho que se referia a relações entre conceitos, termos e processos estabelecidos pelos alunos (Baptista et al., 2019). Nesse sentido, apresentaram-se as frequências de resposta dos alunos, nos intervalos de $13 \leq f \leq 16$, $9 \leq f \leq 12$ e $5 \leq f \leq 8$ para cada um dos momentos M1 e M2. No nível superior de frequências verificou-se uma evolução do número de palavras estímulo iniciais, sendo que em M1 estavam três palavras estímulo, duas das quais com uma única ligação e uma com duas ligações, quando em M2 verificaram-se já quatro palavras estímulo, sendo que apenas duas das palavras estímulo tinham apenas uma ligação, outra duas ligações e, por fim, a restante três ligações. De forma análoga, para os dois restantes níveis de frequências, verificou-se a mesma tendência. No nível intermédio de frequências, verificou-se uma evolução da apresentação de cinco palavras estímulo em M1 para nove palavras estímulo em M2, ou seja, para a totalidade das palavras. No nível inferior das frequências verificou-se em M1 a existência de duas palavras estímulo sem qualquer ligação, sendo que em M2, para além de todas as palavras estímulo já estarem apresentadas no nível intermédio de frequência, todas as palavras estímulo tinham ligações, sendo que estas tinham sofrido um incremento entre o nível intermédio para o nível de frequências mais baixas.

Com os resultados apresentados, existe uma maior associação de palavras estímulo com palavras associadas ao tópico e adequadas do ponto de vista científico. Neste sentido, com a definição de estruturas cognitivas considerada neste trabalho, verificou-se uma evolução das mesmas do período antes da intervenção com uma abordagem STEM para o momento após a intervenção STEM. Ainda, evidenciaram-se conhecimentos desenvolvidos ao nível do tópico, em particular das técnicas de produção de petróleo, a problemática ambiental associada ao uso de combustíveis fósseis, os tipos de ligação química, a assimilação do conceito de híbridos de ressonância, bem como a base dos hidrocarbonetos, no átomo de carbono, e os diferentes tipos com base nas ligações existentes, tipo de cadeia e existência de grupos funcionais.

No que diz respeito à segunda questão de investigação, ou seja, à mudança de intenção em seguir carreiras STEM após estar-se envolvido numa abordagem STEM sobre o tópico em estudo, conseguem retirar-se algumas conclusões relativamente aos dados do questionário aplicado antes e após a intervenção letiva. Em primeiro lugar, em termos de associação de palavras, verificou-se uma manutenção geral dos resultados entre o momento T1 e o momento T2. Relativamente ao percurso, para o conjunto de questões verificaram-se diferentes pontos que merecem ser destacados. Em primeiro lugar, relativamente à capacidade de ter boas notas a ciências e matemática, sobre a capacidade

de fazer os trabalhos de casa de ciências e matemática, sobre a utilização nas carreiras futuras do que aprendem em ciências e matemática, com a motivação dos alunos para ciências e matemática e com a influência do sucesso a ciências e matemática nas carreiras futuras, no geral, mostrou-se uma tendência de manutenção das respostas entre T1 e T2, verificando-se esporadicamente uma alteração de discordância para indiferença. Neste sentido, verificou-se uma melhoria ao nível da evolução da discordância, sendo que pode ter existido um impacto da intervenção para esta alteração. Ainda, constata-se que os alunos têm opiniões consistentes sobre alguns tópicos, devido à elevada manutenção de respostas e tendência entre T1 e T2.

Sobre o contexto, neste caso, se as famílias gostariam que seguissem uma carreira relacionada com uma área STEM e sobre o interesse do próprio em carreiras das áreas STEM. No que diz respeito às expectativas da família, verificou-se entre T1 e T2 um aumento de concordância geral e diminuição da discordância, sendo que nos interesses do próprio, verificou-se um aumento da concordância para a área de engenharia, sendo que para as restantes áreas STEM verificou-se alguma diminuição da concordância e consolidação da indiferença. Sobre a apreciação das aulas de ciências e matemática, verificou-se uma manutenção dos resultados entre T1 e T2.

Na componente de admiração de alguém que trabalha nas áreas STEM, sobre o à vontade em falar com alguém que trabalha nas áreas STEM, sobre a existência de alguém na família com uma profissão nas áreas STEM, sobre a perspetiva salarial das áreas STEM, saídas profissionais nas áreas STEM e reconhecimento pelo trabalho em áreas STEM, verificaram-se alguns dados interessantes. No que diz respeito à admiração, constatou-se, no geral, um aumento da concordância, exceto para as áreas de tecnologias e engenharia, onde se verificou um aumento da indiferença e, no segundo caso, da discordância também. Sobre o à vontade a falar com alguém que trabalha nas áreas STEM verificou-se no geral um aumento da concordância, exceto para o caso de profissionais no caso da matemática, onde se manteve a concordância e aumentou a discordância. Sobre a existência de familiares com profissão nas áreas STEM, os resultados entre T1 e T2 no geral deveriam ter-se mantido. No entanto, verificaram-se alterações, que podem decorrer do desconhecimento que os empregos nas áreas STEM não se resumem a profissões com educação superior, mas sim que estejam interligados com uma das áreas. No que diz respeito à perspetiva salarial se tiver uma carreira nas áreas STEM, verificou-se um elevado nível de indiferença, embora tenha existido um aumento de concordância (exceto para a área de engenharia) no geral. Sobre as saídas profissionais, verificou-se uma

diminuição geral da concordância ou manutenção da mesma. Por fim, no reconhecimento, verificou-se uma diminuição ou manutenção da concordância também de T1 para T2.

Sobre a intenção em si de seguir uma carreira nas áreas STEM, verificou-se uma manutenção global da concordância para as áreas de ciências e engenharia, um aumento da concordância para a área de matemática e uma diminuição da mesma para a área de tecnologias. Relativamente ao interesse e encorajamento da família para estudar ciências, verificou-se um aumento de concordância para as áreas de engenharia e tecnologias, uma diminuição na área de ciências e uma manutenção para a área de matemática. Sobre a expectativa de entrar numa boa universidade nas áreas STEM, verificou-se uma diminuição da concordância para a área de ciências, uma manutenção da concordância para a área de matemática e um aumento de concordância para a área de tecnologias e de engenharia. Mas, relativamente a tirar efetivamente um curso numa das áreas STEM, verificou-se uma diminuição da concordância para as áreas de ciências e engenharia, e um aumento para a área de tecnologias e matemática. Sobre ir ter uma profissão no futuro numa área STEM, verificou-se um uma manutenção de concordância para a área de engenharia, sendo que para as restantes áreas STEM obteve-se uma diminuição da concordância.

Neste sentido, no geral, verificou-se uma maior incidência de concordância para as áreas de engenharia e tecnologias, no que diz respeito às futuras carreiras STEM, embora a tendência de dados não seja absolutamente clara para serem tiradas conclusões. Verificou-se que o salário não é claramente algo que tem impacte na perceção dos inquiridos, mas sim mais as saídas profissionais e reconhecimento profissional. Ainda, constatou-se uma maior perceção do que são as áreas STEM de T1 para T2, sendo que as respostas aparentam ser mais conscientes em T2 do que em T1. No geral, não se verificaram diferenças significativas nas respostas de T1 para T2, sendo que existiu no geral um aumento de indiferença face às concordâncias e discordâncias verificadas inicialmente, ou seja, um posicionamento mais neutro em algumas das áreas do questionário, particularmente nas questões de percurso. Assim sendo, a intervenção STEM não aparenta ter tido um impacto relevante na mudança de intenção em seguir carreiras STEM, visto também que a maioria dos alunos inquiridos ter desde logo por objetivo seguir um curso na área de engenharias, tendo o valor aumentado de 43% em T1 para 50% em T2. Ainda, devido ao baixo número de respostas válidas, inferior a 50% do número de alunos, não se pode concluir sobre a significância dos resultados e sobre a sua representatividade da amostra total.

Por fim, relativamente às aprendizagens realizadas pelos alunos depois da intervenção STEM, conseguiram também constatar-se resultados para procurar responder à questão de investigação. No que diz respeito ao domínio conceptual, ou seja, aos conceitos científicos, verificaram-se as aprendizagens previstas ao nível das tarefas, nomeadamente os principais impactes ambientais do uso de combustíveis fósseis, quais as técnicas de produção de combustíveis derivados de petróleo, as regras de nomenclatura e representação de compostos orgânicos, a definição e representação de híbridos de ressonância e isómeros, bem como a importância dos combustíveis alternativos e o papel da química verde nesse processo. A par das aprendizagens, verificaram-se também algumas dificuldades pelos alunos, nomeadamente, o cuidado da linguagem científica nas respostas, a seleção e sistematização de informação relevante para as respostas às questões colocadas, na apresentação de unidades corretas e também na assimilação de novos conceitos científicos, como os híbridos de ressonância e isomeria. As dificuldades sentidas no domínio conceptual estavam em linha com o defendido pela literatura e apresentado no capítulo 3 do presente trabalho, particularmente ao nível da abstração e na relação de conteúdos. Ainda assim, para mitigar essas dificuldades, procurou-se o uso de representação e de *softwares* para visualização dos compostos orgânicos, que mostraram resultar na diminuição de algumas dificuldades.

Ao nível processual, ou seja, dos processos, os alunos demonstraram em geral terem desenvolvido aprendizagens ao nível da planificação e representação e construção, particularmente na redação do protocolo para a produção de biodiesel, tendo de planificar o trabalho laboratorial associado, na planificação e desenho da maquete final, como na representação dos esquemas de destilação simples e fracionada, como também da construção física da maquete final e produção de biodiesel em laboratório. No entanto, constaram-se também algumas dificuldades, particularmente na representação dos esquemas de destilação, no que diz respeito ao circuito de arrefecimento necessário, ao nível da entrada e saída de água, como também com a exequibilidade das planificações efetuadas, como se verificou em alguns dos protocolos experimentais desenvolvidos, um pelo uso de metanol (não utilizado devido à sua perigosidade) ou de técnicas com tempo de duração superior ao disponível e com recurso a materiais inexistentes na escola.

Em termos de resolução de problemas, portanto domínio de raciocínio, os alunos mostraram ter capacidade de resolução de problemas, conseguindo mobilizar conhecimentos adquiridos, utilizar ferramentas de investigação e pesquisa e concretizar os problemas apresentados. Ainda assim, verificaram-se algumas dificuldades ao nível da

compreensão do que é solicitado, bem como de nível conceptual, dos conceitos científicos subjacentes.

No que diz respeito à comunicação e argumentação, os alunos desenvolveram várias competências ao longo da intervenção, sendo que ao início demonstravam maior timidez e receio em comunicar e argumentar os seus resultados, mas no final da intervenção, já o conseguiam realizar de forma sustentada, clara e sem dificuldades. Para além disso, desenvolveram também aprendizagens ao nível da comunicação escrita, com o desenvolvimento do poster sobre o biodiesel, como também de apresentação do mesmo, tendo participado num evento científico onde tiveram de apresentar o projeto e defender o mesmo.

Por fim, em termos de articulação STEM, os alunos demonstraram perceber a diferença em termos de abordagem de aulas, tendo destacado o que gostaram mais e menos, o que aprenderam e as dificuldades que sentiram, tendo-se destacado a integração de diversos tipos de tarefas e atividades, bem como a maior autonomia e responsabilidade no desenvolver das mesmas. Em termos de dificuldades identificadas deste tipo de abordagem, a gestão de tempo foi comum, pois as tarefas implicam maior trabalho autónomo e de gestão do aluno, que acaba por lhes consumir maior tempo e dedicação.

Com base nestes resultados, foi evidente que a abordagem STEM produziu resultados significativos ao nível das aprendizagens dos alunos, de forma integrada, não se limitando ao nível conceptual. O desenvolvimento ao nível processual, de resolução de problemas e de comunicação e argumentação foi bastante notório, sendo que ao nível da articulação STEM os alunos destacaram efetivamente essa perceção. Esta integração encontra-se em linha com o defendido na literatura, particularmente no modelo teórico instrucional seguido, constatando que a integração das diversas categorias produz resultados positivos nas aprendizagens realizadas pelos alunos (Thibaut et al., 2018).

6.2. Conclusões

Discutidos os resultados, importa retirar algumas conclusões relativamente a cada uma das questões de investigação que guiaram o presente trabalho. Em primeiro lugar, conclui-se que existiu uma evolução das estruturas cognitivas após a intervenção com uma abordagem STEM sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”. Esta conclusão justifica-se com base no aumento das associações de palavras com significado, entre os momentos M1 e M2, que no conceito de estruturas cognitivas que serviu de base

a este trabalho é um dos critérios que justifica esta evolução. Para além do aumento do número de associações, também a afinidade das palavras associadas à palavra estímulo, que demonstra também as aprendizagens realizadas pelos alunos ao longo da componente letiva com a abordagem STEM.

Relativamente à mudança de intenção em seguir carreiras STEM, a resposta não apresenta a mesma clareza verificada na primeira questão de investigação, relativa às estruturas cognitivas. Com base nas respostas recolhidas, que foram também baixas e, por esse motivo, acabam por não ser suficientes para uma análise representativa da turma que teve componente letiva com abordagem STEM, os resultados não evidenciaram alterações significativas entre T1 e T2. Pode-se concluir que já no momento antes da intervenção a maioria dos alunos pretendia seguir carreiras nas áreas STEM, particularmente 43% dos alunos nas áreas de engenharia, valor que sobe para 50% em T2. No entanto, não se consegue concluir uma tendência clara de mudança de intenção, com base nas várias questões do questionário, como consequência da intervenção com abordagem STEM realizada.

Sobre a terceira questão de investigação, relativamente às aprendizagens realizadas pelos alunos, conclui-se que a abordagem STEM permite aos alunos desenvolver diversas aprendizagens, que não se resumem ao domínio conceptual, ou seja, aos conhecimentos científicos, como também em áreas transversais que são relevantes para uma futura carreira STEM, como o domínio processual, a capacidade de raciocínio e resolução de problemas e a comunicação e argumentação. Baseado no modelo teórico instrucional que sustentou o presente trabalho, os alunos conseguiram conjugar diversos saberes para a resolução das tarefas, desenvolveram aprendizagens ao nível da investigação e pesquisa de conteúdos, conseguiram mobilizar conhecimentos de várias disciplinas STEM para os problemas com que eram confrontados e desenvolveram uma grande autonomia e capacidade de planificação e representação, como também de comunicação e argumentação dos resultados obtidos. Ainda, com base nas avaliações que os alunos fizeram da intervenção e de cada uma das tarefas, conclui-se que os alunos compreenderam as diferenças da abordagem STEM face a uma estratégia de ensino mais tradicional, e que avaliam a mesma de forma positiva, sendo que a principal dificuldade assinalada é a gestão de tempo, devido ao maior papel que o aluno assume neste tipo de abordagem.

Existem desafios para a investigação futura, resultantes deste trabalho, particularmente ao nível da segunda questão de investigação, que deveria ser investigada num contexto mais alargado de alunos, ou seja, com uma maior amostra. Só assim, efetivamente, poderá ter-se uma resposta clara sobre a mudança de intenção dos alunos após estarem envolvidos numa abordagem STEM.

6.3. Reflexão final

Este trabalho constitui o encerrar de um ciclo de aprendizagens relevantes. Por um lado, constitui a mobilização de conhecimentos adquiridos ao longo de dois anos de mestrado em ensino, que muitas vezes poderiam parecer dispersos, mas que neste momento se constata fundamentais. Por outro lado, a aplicação destas aprendizagens e conhecimentos desenvolvidos num caso real. Este trabalho não representa apenas cerca de um mês de trabalho com responsabilidade de componente letiva, mas sim de dois anos de consolidação de conhecimentos, de capacidade de desenvolvimento de tarefas, de mobilização de diversas áreas de conhecimento e, muito importante, de capacidade de despertar interesse nos alunos para o estudo das áreas STEM, através da definição de contextos com que os alunos se consigam relacionar, como também de evidenciar a importância do estudo destas áreas e a sua aplicabilidade no mundo real.

Chegando ao fim deste ciclo, foi importante perceber que a abordagem STEM programada para o tópico “combustíveis, energia e ambiente” atingiu o objetivo de investigação, estabelecido nas três questões discutidas e respondidas no presente capítulo. Acima de tudo, foi positivo perceber que ao nível de duas questões de investigação, os resultados obtidos sustentam a importância e contributo da abordagem STEM para o desenvolvimento dos alunos, particularmente ao nível da evolução das estruturas cognitivas e das aprendizagens realizadas. Relativamente à mudança de intenção, o questionário é longo e efetuado em dois momentos, sendo que os alunos deveriam atribuir um código igual em ambos os momentos de resposta, para se conseguir no final analisar os dados. Tal circunstância, em parte, não se verificou, pelo que a amostra ficou muito reduzida para se conseguirem efetivamente tirar conclusões representativas de todos os alunos que participaram no presente estudo. Nesse sentido, a resposta a essa questão aparenta ser que a abordagem não contribuiu de forma clara para a mudança de intenção, embora os alunos já, à partida, desejassem seguir carreiras nas áreas STEM.

Existem várias aprendizagens que resultam diretamente deste trabalho, entre elas, a importância do acompanhamento aos alunos nos diversos momentos em que estão a ser aplicados os instrumentos de recolha de dados, procurando desde logo contribuir para a resolução de possíveis dificuldades dos mesmos, para que os resultados sejam os mais claros possíveis e permitam uma discussão e conclusão sobre os mesmos mais sustentada. Também a importância do planeamento da componente letiva, procurando ter sempre um planeamento mais alargado para gerir qualquer situação ou eventualidade que ocorra em alguma aula. Por fim, a importância da construção das tarefas, que foi um ponto fundamental, para que sejam claras, objetivas e concisas, para que de ambas as partes, alunos e professor, consigam atingir os objetivos traçados com as mesmas.

O presente trabalho constitui uma ferramenta de aprendizagem bastante relevante e importante, sendo que os seus resultados são também uma aprendizagem numa perspetiva de carreira futura, em constante alteração, num mundo cada vez mais tecnológico e digital, onde a adaptação e atualização tomam uma preponderância chave.

Referências Bibliográficas

- Akman, O., & Koçoğlu, E. (2016). Investigation 8th Grade Students Secondary School Cognitive Structure about Principles of Ataturk through Word Association Test. *Journal of education and Training Studies*, 4 (11).
- Bahar, M., Johnstone, A., & Sutcliffe, R. (2015). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33 (3), 134-141.
- Baptista, M., Martins, I., Conceição, T. & Reis, P. (2019). Multiple representations in the development of students' cognitive structures about the saponification reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 20, 760-771.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Science and Children: Guest Editorial – April/May 2014* (pp. 10-13).
- Bybee, R. & Powell, J. (2014). *Teaching secondary school science. Strategies for developing scientific literacy*. Harlow, R.U.: Pearson Education.
- Chagas, I. (2000). Literacia científica: O grande desafio para a escola. In Atas do 1.º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor. Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Comissão Europeia (2015). Analytical Highlight: focus on science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills. Disponível em: https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf
- COSE (2018). Charting a course for success: America's strategy for STEM education. Committee on STEM Education (COSE) of the National Science / Technology Council, December 2018.
- Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (1998). *The Landscape of Qualitative Research: Theories and Issues*. California: Sage Publications.

- Derman, A., & Eilks, I. (2016) Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 902-913.
- DGES (2022). Índice de cursos no acesso ao ensino superior. Consultado em <https://www.dges.gov.pt/guias/indcurso.asp?letra=A>, no dia 14 de setembro 2022.
- Duis, J. (2011). Organic Chemistry Educators' Perspectives on Fundamental Concepts and Misconceptions: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*. Vol. 88, No. 3, March 2011.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *English International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. doi:10.1186/s40594-016-0036-1
- Freeman, B., Marginson, S., & Tytler, R. (2019). An international view of STEM education. Chapter in book *STEM Education 2.0*.
- Fortus, D., Dershimer, C., Krajcik, J., Marx, R.W., Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-Based Science and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol 41, No. 10, PP. 1081-1110 (2004).
- Gago, J. M. (2004). Europe needs more scientists: EU blueprint for action. Bruxelas: European Communities.
- Galvão, C. & Lopes, A. M. (2002). Os projetos curriculares de turma no contexto de Gestão Flexível do Currículo. In *Gestão flexível do currículo – reflexões de formadores e de investigadores*, ed. Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, 97-115. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Galvão, C., Freire, S., Faria, C., Baptista, M. & Reis, P. (2017). *Avaliação do Currículo das Ciências Físicas e Naturais: Percursos e Interpretações*. Lisboa, Portugal: Instituto de Educação.
- Glynn, S., Brickman, P., Armstrong, N., & Tassobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 48, NO. 10, PP. 1159-1176.
- Hazra, A. (2018). What is the word association test in psychology, and why is it important? Consultado em 6 de janeiro de 2021 no endereço <https://www.quora.com/What-is-the-word-association-test-in-psychology-and-why-is-it-important>.

- Henderleiter, J., Smart, R., Anderson, J., & Elian, O. (2001). *Journal of Chemical Education*. Vol. 78, No. 8, August 2001.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, Vol 16, No. 3, September 2004.
- Horta, H. (2013). STEM education in Portugal: education, policies and labor market. Consultant report: securing Australia's future: STEM: country comparisons. Melbourne, Austrália: Australian Council of Learned Academies. Obtido de <http://www.acola.org.au/ACOLA/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20Portugal.pdf>
- INE (2021). Censos 2021. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
- Martins, G.O., Gomes, C. A. S., Brocado, J. M. L., Pedroso, J. V., Carrillo, J. L. A., Silva, L. M. U., Encarnação, M. M. G. A., Horta, M. J. V. C., Calçada, M. T. C. S., Nery, R. F. V., Rodrigues, S. M. V. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2.^a ed.). Sage Publications, Inc.
- Miller, G. & Spoolman, S. (2009). *Living in the Environment: Concepts, Connections and Solutions*. 16^a edição, capítulo 16, pp. 423-426; 428-432; 434. Brooks/Cole: Belmont, CA.
- Ministério da Educação [ME] (2004). Programa de Química 12.^o ano Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa: Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, Ministério da Educação.
- Ministério da Educação [ME] (2018a). Aprendizagens essenciais: articulação com o perfil dos alunos – 12.^o ano, Ensino Secundário, Química. Lisboa: Ministério da Educação, República Portuguesa.
- Ministério da Educação [ME] (2018b). Aprendizagens essenciais: articulação com o perfil dos alunos – 10.^o ano, Ensino Secundário, Física e Química A. Lisboa: Ministério da Educação, República Portuguesa.
- Ministério da Educação e Ciência [MEC] (2014). Metas curriculares de Química 12.^o ano Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa: Ministério da Educação, Governo de Portugal.

- Moore, T. J., Tank, C. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of research in science teaching*, 52(3), 296-318. doi:10.1002/tea.21199.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *Research in The Journal of Educational*, 110(3), 221-223.
- Nakiboglu, C. (2008) Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309–322.
- Peterman, K., Kermish-Allen, R., Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2016). Measuring student career interest within the context of technology-enhanced STEM projects: a cross-project comparison study based on the career interest questionnaire. *Journal Science Education Technology*. 25:833-845. DOI 10.1007/s10956-016-9617-5.
- Ponte, J. (2002). *Investigar a nossa própria prática*. In GTI (Org.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 5-28). Lisboa: APM.
- Osborne, J., Simone, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *Internacional Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. doi: 10.1080/0950069032000032199.
- Reiss, M. J. (2015). Learning for a better world: futures for science education. Em D. Corrigan, C. Bunting, J. Dillon, A. Jones, & R. Gunstone (Eds.). *The future in learning science: what's in it for the learner?* (pp.19-34). Dordrecht: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-16543-1_2
- Sanders, M. (2009). *STEM, STEM Education, STEMmania*. The technology teacher, December/January 2009. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Silva, J. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, 9 (4).
- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing qualitative research: A comprehensive guide*. California: Sage Publications.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basic qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Struyf, A., De Loof, H., Pauw, J., & Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising

practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407.
doi:10.1080/09500693.2019.1607983

Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H., Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M., Hellinckx, L., Lnipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Velde, D., Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*. 3(1), 02.

Topal, G., Oral, B., & Ozden, M. (2007). University and secondary school students' misconceptions about the concepts of "aromaticity" in organic chemistry. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2 (4), 135-143.

Vasquez, J. (2014). STEM. *Educational Leadership* (December 2014/December 2015).

APÊNDICES

Apêndice A – Tarefas Realizadas

Apêndice A.1. – Tarefa 1 (São precisos novos combustíveis?)

São precisos novos combustíveis?

1. Leiam o seguinte texto com atenção:

Ao longo das últimas décadas, têm sido vários os problemas ambientais derivados da poluição associada à extração, transformação e utilização de combustíveis derivados de petróleo. Entre eles, contam-se a poluição atmosférica, associada à transformação e combustão dos mesmos, e a poluição da água, particularmente associada a derrames de petróleo em bruto ou seus derivados nos oceanos.

As emissões associadas a este setor são significativas para a poluição atmosférica. Neste sentido, importa compreender a problemática e procurar soluções que minimizem os danos para o ambiente e saúde pública.

Para responderes às questões desta tarefa, atenta ao texto, aos vídeos exibidos na aula e ao manual escolar e consulta a internet.

2. Descreva os principais problemas associados à transformação do petróleo e ao uso de combustíveis fósseis.
3. Comente a seguinte afirmação: *“a economia e a sociedade estão determinantemente dependentes dos combustíveis fósseis”*.
4. Identifique as principais etapas de transformação do petróleo, por forma a originar combustíveis derivados de petróleo.
5. Enumerem alternativas para os combustíveis derivados de petróleo.
6. Para cada alternativa que indicou, justifique que parâmetros/especificações (por exemplo, eficiência energética, custo, entre outros) deve analisar, por forma a conseguir escolher uma alternativa.

Individualmente, respondam às seguintes questões: **a)** O que aprendeu com esta tarefa? **b)** O que mais gostou e o que menos gostou na realização da tarefa? Porquê? **c)** Quais as principais dificuldades que sentiu?

Apêndice A.2. – Tarefa 2 (Como destilar diferentes misturas?)

Como destilar diferentes misturas?

1. Vejam com atenção o vídeo disponível no link.

<https://www.youtube.com/watch?v=VQ-x5LOsE6Y>

2. No laboratório da escola, verifique a montagem do sistema para uma destilação simples. Registe o esquema da montagem.

3. Observe a destilação de duas misturas, descrevendo brevemente o fenómeno que observa.

4. Se pretendesse separar por meio de destilação uma mistura como o petróleo em bruto (ou crude), qual o método que deveria utilizar? Justifique a sua resposta.

5. Elabore um esquema da montagem do método que referiu na resposta anterior.

(NOTA: visualize, no laboratório, a coluna de destilação que poderia ser utilizada).

6. Atente à seguinte afirmação: “*Tipicamente, existem quatro grandes estágios de refinação para separar o crude em substâncias utilizáveis: 1) separação física dos vários tipos de hidrocarbonetos através de destilação; 2) purificação de produtos intermédios em unidades de pré-tratamento; 3) processamento químico das frações de menor valor em produtos mais leves; 4) tratamento e mistura de produtos intermédios por remoção de elementos e compostos indesejáveis para integração em produtos finais.*” (Fonte: Galp, 2022). Qual considera ser o processo a utilizar para a etapa 3), presente na afirmação? Justifique.

Individualmente, respondam às seguintes questões: **a)** O que aprendeu com esta tarefa? **b)** O que mais gostou e o que menos gostou na realização da tarefa? Porquê? **c)** Quais as principais dificuldades que sentiu?

Apêndice A.3. – Tarefa 3 (Qual o composto orgânico?)

Qual o composto orgânico?

1. Leiam o seguinte texto com atenção:

Os compostos orgânicos podem ser de vários tipos, dependendo das ligações estabelecidas e dos seus constituintes. Existem compostos ramificados, como também existem compostos cíclicos (ou fechados). Uma das famílias dos compostos cíclicos mais conhecidos são os compostos aromáticos.

Os compostos aromáticos, designados assim devido ao odor, por vezes agradável, que possuem, são hidrocarbonetos cíclicos que possuem um ou mais anéis benzênicos (ou aromáticos) nas suas cadeias carbonadas. Podem ter ligações a grupos alquilo, designando-se por alquilobenzenos. Podem, ainda, ter outras ligações ou serem polianelares (terem mais do que um anel).

A existência de grupos funcionais caracteriza outras famílias de compostos orgânicos. A conjugação destes diversos hidrocarbonetos cria misturas que todos conhecemos no nosso dia-a-dia.

Para responderes às questões desta tarefa, atenta ao anexo à presente tarefa, ao *software MolView* (disponível em <https://molview.org/>), ao manual e à internet.

2. Represente a fórmula de estrutura dos seguintes compostos orgânicos, com recurso ao *software MolView*, apresentando a representação em 2D e 3D.

2.1. Penta-1,2-dieno

2.2. Metilbenzeno

2.3. 4-Etil-3,4-dimetil-hex-1-eno

2.4. 3-Etilbut-1-ino

(SUGESTÃO: Construam uma tabela em *word*, com três colunas, onde na primeira coluna colocam o nome do composto, na segunda coluna colocam uma imagem da representação em 2D e na terceira coluna colocam uma imagem da representação em 3D).

3. Atente ao anexo da tarefa. Represente a fórmula de estrutura dos seguintes compostos orgânicos, com recurso ao *software MolView*, apresentando a representação em 2D e 3D. Destaque o(s) grupo(s) funcional(ais) presente(s).

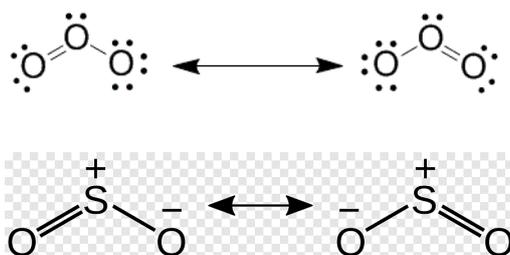
3.1. 2,3-Butanodiol

3.2. Propan-2-ol

3.3. Éter etilmetílico

3.4. Hidroxilbenzeno (fenol)

4. Considere as seguintes imagens representativas do ozono e do dióxido de enxofre.



4.1. Com recurso ao *software MolView*, faça as representações esquematizadas nas imagens, identificando os dois pares representados. Registe as imagens obtidas.

4.2. Com recurso ao manual, procure explicar o que são e quais os requisitos para os pares de representações apresentados.

Individualmente, respondam às seguintes questões: **a)** O que aprendeu com esta tarefa? **b)** O que mais gostou e o que menos gostou na realização da tarefa? Porquê? **c)** Quais as principais dificuldades que sentiu?

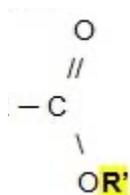
Anexo – Tabela de Grupos Funcionais

Classe funcional	Grupo funcional ou característico	Sufixo	Exemplos
Álcoois	—OH Grupo hidroxilo	ol	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$ (etanol) $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3$ (propan-2-ol)
Aminas	—NH_2 Grupo amino	amina	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{NH}_2$ (etanamina) $\text{CH}_3\text{—CHNH}_2\text{—CH}_3$ (propan-2-amina)
Aldeídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \\ \text{H} \end{array}$ Grupo carbonilo terminal	al	$\text{CH}_3\text{—CHO}$ (etanal) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHO}$ (propanal)
Cetonas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \end{array}$ Grupo carbonilo	ona	$\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ (propanona) $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—CH}_3$ (buta-2-ona)
Ácidos carboxílicos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ Grupo carboxilo	oico	$\text{CH}_3\text{—COOH}$ (ácido etanoico ou ácido acético) $\text{CH}_3\text{—(CH}_2)_4\text{—COOH}$ (ácido hexanoico)

Adicionalmente:

Função Éter: grupo funcional —O—

Função Éster: Grupo funcional



Apêndice A.4. – Tarefa 4 (Como saber qual o composto?)

Como saber qual o composto?

1. Leiam o seguinte caso com atenção:

A isomeria significa que existem compostos diferentes com a mesma fórmula molecular cujos átomos estão dispostos de forma diferente.

Nesse sentido, é preciso ter mais informação para saber qual é, em si, o composto, do que apenas a sua fórmula química.

Numa empresa, houve a necessidade de saber quais diferentes compostos para preparar uma determinada mistura, sendo que a informação disponível e o conhecimento das pessoas era pouco.

Caso não seja possível descobrir os compostos certos a tempo, a empresa pode incorrer em perdas económicas catastróficas, por falta de produção, ou incorrer em enviar produto não conforme que pode causar graves problemas, como o seu nível de toxicidade.

2. Um dos produtos fabricados pela empresa é o $C_4H_{10}O$. Este produto é um isómero de grupo funcional, sendo que um dos isómeros é utilizado como anestésico e produzido pela empresa para esse fim. Identifique dois isómeros de grupo funcional, indicando os seus nomes, sendo que um deve ser tipicamente utilizado como anestésico. Adicionalmente, represente e registre as imagens 2D e 3D dos compostos, com recurso ao *software MolView*.

3. Os compostos X, Y e Z, produzidos pela empresa, possuem a mesma fórmula molecular, C_3H_8O .

- X é um isómero de posição de Y;
- Z é um isómero de grupo funcional de X e de Y;
- Y tem somente um átomo de hidrogénio ligado ao átomo de carbono central.

Com base na informação anterior, nomeie os compostos X, Y e Z. Adicionalmente, represente e registre as imagens 2D e 3D dos compostos, com recurso ao *software MolView*.

Individualmente, respondam às seguintes questões: **a)** O que aprendeu com esta tarefa? **b)** O que mais gostou e o que menos gostou na realização da tarefa? Porquê? **c)** Quais as principais dificuldades que sentiu?

Apêndice A.5. – Tarefa 5 (Alternativas para garantir futuro)

Alternativas para garantir futuro

1. Leiam o seguinte texto com atenção:

“A Mazda vai aproveitar a sua participação na série de resistência japonesa ‘Super Taikyu Series’ para desenvolver um biodiesel de nova geração que terá o condão de reduzir as emissões poluentes.

A marca japonesa irá participar naquela série de resistência com dois veículos, um Mazda2 Bio Concept e um Mazda Roadster (Mazda MX-5). Ao participar nas corridas com um veículo que opera com um combustível biodiesel de próxima geração, a Mazda pretende realizar um teste de demonstração do veículo, bem como expandir a utilização do biodiesel como opção alternativa para se alcançar a neutralidade carbónica.”

Fonte: <https://www.motor24.pt/noticias/mazda-vai-evoluir-biodiesel-mais-sustentavel-nas-pistas-do-japao/1551495/>, retirado a 21.02.2022

2. Efetuem, em grupo, um trabalho de investigação para a produção de biodiesel, com recurso a óleos alimentares comuns.

3. Com base na investigação realizada, desenvolvam em grupo um protocolo que vos permita produzir o biodiesel.

(NOTA: incluam no vosso protocolo os testes que devem realizar para avaliar a qualidade do biodiesel produzido)

4. Implementem o protocolo desenvolvido, produzindo o biodiesel.

5. Testem o biodiesel produzido e registem os resultados obtidos, comparando com os valores definidos na literatura.

6. Comparem o biodiesel que produziram, e os resultados que obtiveram, com as restantes alternativas disponíveis (bioetanol, veículos elétricos e híbridos, GPL, bio metano e hidrogénio).

7. Com base na comparação realizada, escolham a alternativa que vos parece a mais correta a adotar no futuro, justificando a mesma.

8. Desenhem uma maquete que permita explicar aos alunos do ensino básico o ciclo de reciclagem de óleos e produção de biodiesel.

9. Construam a maquete que desenharam.

VÃO MAIS LONGE!

Elaborem um vídeo para ser apresentado à comunidade escolar e aos alunos do ensino básico, onde descrevam o vosso trabalho, os resultados obtidos e a escolha que fizeram enquanto alternativa, com o objetivo de sensibilizar e ensinar os vossos colegas.

Individualmente, respondam às seguintes questões: **a)** O que aprendeu com esta tarefa? **b)** O que mais gostou e o que menos gostou na realização da tarefa? Porquê? **c)** Quais as principais dificuldades que sentiu?

Apêndice B – Planeamento das aulas

Aula n.º 1 – 100 minutos – 15 de fevereiro de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à prática de ensino supervisionada – explicação sobre o objetivo, quais os conteúdos que serão abordados, como funcionarão as aulas e como será a avaliação</p>	<p>10 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Os alunos tomam os seus lugares na sala e escutam a introdução ao tópico pelo professor; - Os alunos participam através da colocação de questões que lhes surjam. 	<p>- O professor deve organizar o início da aula, mantendo a rotina normal de aula, e explicar no que consistirá a prática de ensino supervisionada: aproximadamente um mês de aulas, sobre o tópico “combustíveis, energia e ambiente”, apresentado as linhas programáticas e aprendizagens essenciais que as sustentam. O professor deve explicar que nesta prática de ensino supervisionado as aulas irão decorrer de forma mais “prática”, com os alunos a tomarem maior responsabilidade e centralidade na construção do seu próprio conhecimento e aprendizagens. O professor explica que trabalharão essencialmente em grupo, fazendo investigação, trabalho prático e</p>	<p>- Avaliar a compreensão dos alunos sobre o tópico e o funcionamento das aulas, através de questão à turma</p>

		<p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i></p> <p>- <i>Se o processo de avaliação vai ser alterado?</i></p> <p>- <i>Se o funcionamento das aulas vai ser alterado?</i></p> <p>- <i>O que significa ter maior responsabilidade, centralidade e autonomia no processo de aprendizagem?</i></p>	<p>laboratorial, e desenhando e construindo estruturas com base científica.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor:</i></p> <p>- <i>O processo de avaliação mantém-se inalterado, sendo que estas tarefas integram essa componente.</i></p> <p>- <i>As aulas passarão a ser mais práticas, ou seja, os alunos terão maior preponderância no seu processo de aprendizagem e construção de conhecimento.</i></p> <p>- <i>Significa que o trabalho será mais prático, mas sempre com a orientação do professor cooperante e da professora responsável.</i></p>	
<p>2. Aplicação do WAT</p> <p>2.1. Explicação do objetivo e resposta do WAT</p> <p>2.2. Resposta ao WAT pelos alunos</p>	<p>35 min</p> <p>(5)</p> <p>(30)</p>	<p>Os alunos recebem o Word Association Test (WAT) e leem, após solicitação do professor, a introdução.</p> <p>Os alunos participam através da resposta ao WAT e de questões que surjam ao professor.</p>	<p>O professor distribui o WAT pelos alunos. Após distribuição, pede a um aluno que se ofereça para ler a introdução do mesmo.</p> <p>O professor explica o objetivo do WAT, nomeadamente o fim (avaliar a ligação de conceitos científicos aquando da apresentação da palavra estímulo), a duração</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como responder ao WAT, através de questão à turma</p>

		<p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i> <i>O WAT conta para a avaliação e qual o seu objetivo?</i></p>	<p>e destaca que o mesmo não conta para a avaliação.</p> <p>O professor explica que o WAT deve ser feito no tempo dado para o efeito (25 minutos) e que não devem procurar informação em lado nenhum, mas sim responder a primeira associação que surgir aos alunos. O professor destaca que não é necessário, bem pelo contrário, colocar palavras em todos os espaços disponíveis.</p> <p>O professor explica que as frases devem ser construídas com a utilização da palavra associada, para melhor evidenciar a perceção dos alunos sobre a palavra utilizada e o contexto da mesma.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor?</i> <i>O WAT não tem um peso na avaliação, tem sim o objetivo de avaliar a evolução das estruturas cognitivas dos alunos antes e no fim da intervenção de ensino supervisionado, para contribuir para o</i></p>	
--	--	--	---	--

		<p><i>O que significa associar as palavras?</i></p> <p><i>Que palavras devo associar?</i></p> <p><i>Que frases devo construir?</i></p>	<p><i>estudo a ser desenvolvido no âmbito do mestrado do Instituto de Educação (IE) da Universidade de Lisboa (UL). Daí ser feito nesta primeira aula e novamente na última aula.</i></p> <p><i>A associação de palavras é apresentada que está a palavra estímulo, escreverem palavras que associam diretamente a ela, as primeiras que se consigam lembrar.</i></p> <p><i>Devem associar palavras que se lembrem e que, na vossa cabeça, estejam interligadas com a palavra estímulo apresentada.</i></p> <p><i>Devem construir frases onde as palavras que escreveram vos façam sentido e lógica</i></p>	
<p>3. Questionário Let's Go STEM</p> <p>3.1. Explicação do objetivo e resposta ao questionário</p>	<p>35 min</p> <p>(5)</p> <p>(30)</p>	<p>Os alunos recebem o link do questionário Let's GoSTEM e leem a introdução, após solicitação do professor.</p> <p>Os alunos participam através da resposta ao questionário Let's GoSTEM e de questões que surjam ao professor.</p>	<p>O professor distribui o link do questionário "Let's GoSTEM" pelos alunos. Após distribuição, pede a um aluno que se ofereça para ler a introdução do mesmo.</p> <p>O professor explica o objetivo do questionário, nomeadamente o fim (perceber</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como responder ao questionário, através de questão à turma</p>

<p>3.2. Resposta ao questionário pelos alunos</p>		<p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i> <i>O questionário conta para a avaliação e qual o seu objetivo?</i></p>	<p>a percepção dos alunos antes do início da intervenção de ensino supervisionado sobre carreiras STEM), a duração do mesmo e destaca que o mesmo não conta para a avaliação.</p> <p>O professor explica que o questionário deve ser respondido em cerca de 30 minutos. O professor destaca que devem criar um código, com uma letra e os restantes números, que seja possível associar as respostas antes da intervenção e após a intervenção, mantendo assim o anonimato dos participantes, e conseguindo ainda retirar conclusões sobre as respostas.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor?</i> <i>O questionário não tem um peso na avaliação, tem sim o objetivo de perceber a intenção dos alunos em seguir carreiras nas áreas STEM, antes e no fim da intervenção de ensino supervisionado, para contribuir para o estudo a ser desenvolvido no âmbito do mestrado do Instituto de Educação (IE)</i></p>	
---	--	---	---	--

		<p><i>Como devo responder ao questionário?</i></p>	<p><i>da Universidade de Lisboa (UL). Daí ser feito nesta primeira aula e novamente na última aula.</i></p> <p><i>Através do link que foi distribuído pelo professor, devendo gerar um código de resposta que devem memorizar para utilizar neste questionário e também no último, para ser depois possível associar ambas as respostas ao mesmo aluno, tendo os dados validade.</i></p>	
<p>4. Introdução ao tópico dos “Combustíveis, Energia e Ambiente”</p> <p>4.1. Introdução dos conteúdos programáticos que serão abordados</p> <p>4.2. Introdução à problemática ambiental e tarefa 1 – “São precisos novos combustíveis?” que será realizada na aula 2</p>	<p>15 min</p> <p>(5)</p> <p>(10)</p>	<p>Os alunos, quando terminado o questionário, podem fazer uma pausa. Assim que todos terminarem, arranca-se com o ponto 4 de introdução ao tópico.</p> <p>Os alunos ouvem o professor explicar em que consistirá a intervenção de ensino supervisionado, nomeadamente, através da exibição de uma apresentação powerpoint concebida para o efeito.</p> <p>Os alunos recebem a tarefa 1 e organizam-se em grupos de dois alunos para a resolução</p>	<p>O professor aguarda que todos os alunos terminem o questionário.</p> <p>De seguida, coloca a apresentação powerpoint concebida para o efeito, com o objetivo de introduzir os tópicos que serão abordados ao longo do próximo mês.</p> <p>Apresenta os objetivos de aprendizagem desenhados, bem como apresenta brevemente as tarefas que serão realizadas, bem como a ideia da tarefa final, para perceber as reações dos alunos.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam quais os conteúdos programáticos, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a tarefa 1, que será realizada na aula seguinte, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam os conceitos iniciais da</p>

		<p>desta tarefa, que terá início nesta aula, mas onde o maior foco será na aula 2.</p> <p>Os alunos participam colocando questões que possam surgir.</p>	<p>O professor solicita que os alunos se organizem em grupos de dois (ou de 3 em caso de não existir paridade) para de seguida distribuir a tarefa 1.</p> <p>O professor pede que os alunos leiam a tarefa 1 em grupo, para depois colocarem questões que possam surgir, explicando que podem iniciar a procura de informação, mas que a tarefa será realizada na aula 2 também.</p>	<p>problemática ambiental dos combustíveis fósseis, através de questões à turma.</p>
<p>5. Sistematização da aula e balanço das atividades – preparação da aula 2</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos ouvem a síntese final da aula 1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perguntar se os alunos têm dúvidas ou algumas questões que queiram apresentar; - Sistematizar toda a aula e principais conclusões; - Lembrar que devem trazer o enunciado da tarefa para a próxima aula. <p><i>Possíveis respostas do professor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Caso exista algum imprevisto no planeamento, ajustar às necessidades.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se os alunos compreenderam o trabalho realizado e se ficaram com muitas dúvidas, através de questão à turma. - Avaliar se os alunos compreenderam devem trazer o enunciado da tarefa 1 para a aula 2, através de questão à turma. - Avaliar se os alunos perceberam o trabalho a desenvolver e a

				intervenção que vai ser feita através de questão à turma.
--	--	--	--	---

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 2 – 50 minutos – 17 de fevereiro de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à tarefa 1 – “São precisos novos combustíveis?”</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos organizam-se nos grupos de dois alunos previamente formados.</p> <p>Os alunos em grupo ouvem o professor explicar como vão trabalhar durante a aula e onde podem e devem procurar informação.</p> <p>Os alunos participam se tiverem dúvidas sobre o trabalho a realizar ou sobre a tarefa em si.</p> <p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i> - Fontes de pesquisa da informação;</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando o que será objetivo da mesma, ou seja, a resolução da tarefa 1, de investigação, e a introdução à tarefa 2, também de investigação, que será realizada na aula 3, de 100 minutos, no laboratório.</p> <p>O professor pergunta se existem dúvidas sobre a tarefa 1, apresentada na última aula. Se existirem, esclarece.</p> <p>O professor pede então aos alunos que iniciem o trabalho.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor:</i> - O professor informa que as fontes de pesquisa são livres, devendo os alunos, com o tempo disponível, selecionar fontes</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam o objetivo da aula e da tarefa, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam ou não onde devem procurar informação, através das questões e dificuldades dos alunos.</p>

		<p>- Seleção das prioridades e qualidade da informação pesquisada.</p>	<p><i>fidedignas e responder às questões de forma sucinta;</i></p> <p>- O professor refere que os sites devem ser de pesquisa normal, com algum nome, sendo que o manual é sempre um bom ponto de partida.</p>	
<p>2. Trabalho autónomo dos alunos</p> <p>2.1. <u>Questão 2</u> – Descreva os principais problemas associados à transformação do petróleo e ao uso de combustíveis fósseis.</p>	<p>20 min</p> <p>(4)</p>	<p>Os alunos dão continuidade ao trabalho iniciado na aula 1, da resolução da tarefa 1.</p> <p>Os alunos devem procurar a informação no manual e com pesquisa na internet, referindo os principais problemas associados à transformação do petróleo, podendo abordar os temas ambientais, de saúde pública, de atividade económica, entre outros que surjam, sendo que os elencados são os principais abordados no manual e aprendizagens essenciais.</p>	<p>O professor passa pelos diferentes grupos, avaliando o trabalho que se encontra a ser desenvolvido, e se existem dúvidas ou necessidades de intervir.</p> <p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os principais problemas associados à transformação do petróleo e ao uso dos combustíveis fósseis, através das respostas dos alunos às questões;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a dependência energética da sociedade e, por consequência, a dependência dos combustíveis fósseis,</p>

<p>2.2. <u>Questão 3</u> – Comente a seguinte afirmação: “<i>a economia e a sociedade estão determinantemente dependentes dos combustíveis fósseis</i>”.</p>	(4)	<p>Os alunos devem com base na pesquisa efetuada na questão um, e com base no manual e pesquisa online, compreender, sustentar e argumentar sobre a dependência energética da sociedade e a falta de alternativas com envergadura para sustentar uma alteração de fontes de energia.</p>	<p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário. O professor deve intervir questionando o grupo, procurando estimular a argumentação e raciocínio para a frase que devem comentar.</p>	<p>através das respostas dos alunos às questões; - Avaliar se os alunos compreenderam as principais etapas de transformação do petróleo, através das respostas às questões; - Avaliar se os alunos conseguem identificar alternativas e elaborar a base de uma comparação aos combustíveis fósseis, através das respostas às questões;</p>
<p>2.3. <u>Questão 4</u> – Identifique as principais etapas de transformação do petróleo, por forma a originar combustíveis derivados de petróleo.</p>	(4)	<p>Os alunos devem com base em pesquisa efetuada, principalmente no manual, mas também na internet, destacar as diversas etapas da transformação do petróleo.</p>	<p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p>	<p>- Avaliar se os grupos conseguem trabalhar em conjunto, através de observação e posteriores notas de campo;</p>
<p>2.4. <u>Questão 5</u> – Enumerem alternativas para os combustíveis derivados de petróleo.</p>	(4)	<p>Através de pesquisa, com recurso ao manual ou internet, os alunos devem ser capazes de destacar alternativas aos combustíveis derivados de petróleo, como o biodiesel, bioetanol, hidrogénio, entre outros, com vista</p>	<p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios</p>	<p>- Avaliar se os alunos conseguem comunicar e argumentar, através de</p>

<p>2.5. <u>Questão 6</u> – Para cada alternativa que indicou, justifique que parâmetros/especificações (por exemplo, eficiência energética, custo, entre outros) deve analisar, por forma a conseguir escolher uma alternativa.</p>	<p>(4)</p>	<p>a terem alternativas a comparar na tarefa final da intervenção.</p> <p>Os alunos devem com base na pesquisa efetuada nas questões anteriores, e com base no manual e pesquisa online, compreender, sustentar e argumentar sobre parâmetros que podem usar na comparação das alternativas enumeradas com os combustíveis fósseis, nomeadamente em termos de eficiência energética, custo, disponibilidade, infraestruturas e tempo de implementação, entre outras.</p>	<p>reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p> <p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p>	<p>observação e posteriores notas de campo;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar e resolver problemas, através de observação e posteriores notas de campo.</p>
<p>3. Discussão coletiva</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir a primeira sistematização e questões observadas levantadas pelo professor.</p> <p>Os alunos devem participar ativamente na discussão e questões levantadas pelo professor</p>	<p>O professor deve sistematizar todo o trabalho efetuado na tarefa, ou seja, todas as questões, procurando através de questão à turma, perceber se os alunos assimilaram os principais conteúdos abordados.</p> <p>O professor deve estimular o debate e respostas dos alunos a cada uma das questões, procurando que sejam os alunos a dar as respostas.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os tópicos de cada questão, através das questões à turma e estímulo para participação dos diferentes grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos sentem à vontade para comunicar e argumentar, através de questões aos grupos;</p>

			O professor deve questionar de volta após questões, para desenvolver a capacidade de argumentação e sustentação de respostas dos alunos.	- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar, através do follow-up das segundas questões.
4. Síntese final e introdução à tarefa 2	5 min	Os alunos devem ouvir a síntese final da atividade – tarefa 1 – apresentada pelo professor. Os alunos devem preencher a avaliação da tarefa, em termos do que mais gostaram, menos gostaram, o que aprenderam e quais as principais dificuldades que sentiram. Os alunos leem a introdução da tarefa 2 solicitada pelo professor.	O professor deve efetuar uma síntese geral da tarefa 1, procurando questionar a turma sobre dúvidas que continuem a subsistir. O professor solicita o preenchimento da avaliação da tarefa, informando que a mesma pode ser submetida depois na aula no <i>moodle</i> . O professor distribui a tarefa 2, introduz a mesma, solicitando a um aluno que leia a introdução.	- Avaliar se ficaram dúvidas da tarefa 1, através de questão à turma; - Avaliar se os alunos compreendem como devem fazer a avaliação da tarefa, através de questão à turma; - Avaliar se os alunos compreenderam a introdução da tarefa 2, através de questão à turma.
5. Exibição dos vídeos de destilação e destilação fracionada e disponibilização da tarefa 2 – preparação para a tarefa 2 da aula 3.	10 min	Os alunos assistem a dois vídeos sobre destilação e destilação fracionada, enquanto técnicas que irão ser trabalhadas em laboratório na aula seguinte.	O professor exhibe dois vídeos sobre os métodos de destilação e destilação fracionada, que irão ser trabalhados em laboratório na aula seguinte.	- Avaliar se foi captada a atenção e interesse dos alunos com os vídeos, através de observação e posteriores notas de campo;

		Os alunos iniciam a leitura e preparação da tarefa 2 no tempo restante de aula.	O professor pede que no tempo restante de aula, os alunos iniciem a tarefa 2.	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se os alunos perceberam o objetivo da tarefa 2 e o que será feito, através de questão à turma; - Avaliar se ficaram dúvidas da aula, através de questão à turma.
--	--	---	---	---

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006.**

Aula n.º 3 – 100 minutos – 22 de fevereiro de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à tarefa 2 – “Como destilar diferentes misturas?”</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos organizam-se nos grupos de dois alunos previamente formados.</p> <p>Os alunos em grupo ouvem o professor explicar como vão trabalhar durante a aula e onde podem e devem procurar informação, bem como quais os cuidados que devem ter num trabalho laboratorial, particularmente em termos de segurança.</p> <p>Os alunos participam se tiverem dúvidas sobre o trabalho a realizar ou sobre a tarefa em si.</p> <p>Os alunos participam na explicação dos esquemas de destilação simples e fracionada, através de resposta às questões do professor ou por sua autonomia, procurando explicar o que já tiveram oportunidade de estudar.</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando o que será objetivo da mesma, ou seja, a resolução da tarefa 2, de investigação com componente laboratorial</p> <p>O professor pergunta se existem dúvidas sobre a tarefa 2, apresentada na última aula. Se existirem, esclarece.</p> <p>O professor destaca as regras que devem ter em termos de segurança no laboratório.</p> <p>O professor exhibe o esquema de destilação simples que foi previamente montado, explicando o mesmo em detalhe, fazendo questões aos alunos para que eles participem na explicação.</p> <p>O professor exhibe o esquema de destilação fracionada, que por estar danificado, não</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam o objetivo da aula e da tarefa, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam ou não onde devem procurar informação, através das questões e dificuldades dos alunos;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam as regras de segurança em laboratório, através de questão à turma e observação atenta dos trabalhos.</p>

		<p>Os alunos devem esclarecer que será esperada a separação da água e do vinho (álcool) quando a temperatura estiver próxima de 78°C, pois é perto do ponto de ebulição do álcool (78,3°C).</p> <p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fontes de pesquisa da informação; - Seleção das prioridades e qualidade da informação pesquisada; 	<p>pode ser utilizado, perguntando aos alunos as principais diferenças daquilo que já conseguiram ler.</p> <p>O professor explica que iremos realizar apenas uma destilação simples por disponibilidade de material, sendo que irá sendo acompanhada por todos os grupos.</p> <p>O professor pergunta qual o momento onde seja esperada a separação da água e do álcool e porquê.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - O professor informa que as fontes de pesquisa são livres, devendo os alunos, com o tempo disponível, selecionar fontes fidedignas e responder às questões de forma sucinta; - O professor refere que os sites devem ser de pesquisa normal, com algum nome, sendo que o manual é sempre um bom ponto de partida. 	
--	--	---	---	--

		<p>- Se não irão cada grupo fazer a destilação;</p> <p>- Como perceber que está a existir separação das substâncias presentes na mistura?</p> <p>- Como constatar que estas são mesmo o álcool e água?</p>	<p>- Explicar que não será possível pela disponibilidade de material, mas que todos irão acompanhar em conjunto a destilação e participar na atividade;</p> <p>- Pedir aos alunos que investiguem esta resposta. Se não encontrarem resposta, explicar que será através dos pontos de ebulição que são diferentes, sendo o do álcool ligeiramente acima dos 78.°C e o da água a rondar os 100.°C.</p> <p>- Pedir aos alunos que investiguem esta resposta. Se não encontrarem resposta, explicar que através do teste da chama e do cheiro, será possível distinguir ambos os destilados – o do álcool irá fazer chama, bem como evidenciará o cheiro tradicional, sendo que a água não terá nenhum resultado positivo em nenhum dos testes.</p>	
2. Trabalho autónomo dos alunos	50 min	Os alunos dão continuidade ao trabalho iniciado na aula 2, de leitura e resolução da tarefa 2.	O professor passa pelos diferentes grupos, avaliando o trabalho que se encontra a ser	- Avaliar se os alunos compreendem os esquemas de montagem

<p>2.1. <u>Questão 2</u> – No laboratório da escola, verifique a montagem do sistema para uma destilação simples. Registe o esquema da montagem.</p> <p>2.2. <u>Questão 3</u> – Observe a destilação de duas misturas, descrevendo brevemente o fenómeno que observa.</p> <p>2.3. <u>Questão 4</u> – Se pretendesse separar por meio de destilação uma mistura como o petróleo em bruto (ou crude), qual o</p>	<p>(10)</p> <p>(10)</p> <p>(10)</p>	<p>Os alunos devem observar o esquema de montagem da destilação simples existente no laboratório, bem como com recurso ao manual e à internet, devem ser capazes de replicar e registar o mesmo, através de representação, destacando todos os equipamentos e pontos importantes do mesmo.</p> <p>Os alunos observam a destilação das diferentes substâncias presentes no vinho (álcool e água), procurando perceber por si porque existe a separação e como se pode testar que as substâncias destiladas são exatamente álcool e água.</p> <p>Os alunos devem, com base em pesquisa, concluir sobre o método de destilação fracionada, sustentando a resposta na informação disponível no manual ou na internet, que sustente a sua resposta.</p>	<p>desenvolvido, e se existem dúvidas ou necessidades de intervir.</p> <p>O professor exhibe o esquema de montagem, estimulando os alunos a investigar as respostas para as suas próprias questões, destacando que na discussão coletiva será possível discutir e argumentar as diferentes conclusões.</p> <p>O professor acompanha a destilação, primeiro do álcool e depois da água, procurando que os alunos investiguem por si as respostas que devem refletir na tarefa. Se existirem dúvidas, intervém e procura recomendar sítios onde procurar a informação.</p> <p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios</p>	<p>dos sistemas de destilação simples e de destilação fracionada, evidenciando as diferenças, através das respostas às questões da tarefa;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a destilação das duas substâncias presentes no vinho (água e álcool), evidenciando a separação e métodos de teste, através das respostas às questões da tarefa e da observação na aula, e posteriores notas de campo;</p> <p>- Avaliar se os alunos identificam a destilação fracionada como método de separação do petróleo, justificando adequadamente, através</p>
--	-------------------------------------	--	---	--

<p>método que deveria utilizar? Justifique a sua resposta.</p> <p>2.4. <u>Questão 5</u> – Elabore um esquema da montagem do método que referiu na resposta anterior.</p> <p>(NOTA: visualize, no laboratório, a coluna de destilação que poderia ser utilizada).</p> <p>2.5. <u>Questão 6</u> – Atente à seguinte afirmação: <i>“Tipicamente, existem quatro grandes estágios de refinação para separar o crude em substâncias utilizáveis: 1) separação física dos vários tipos de hidrocarbonetos através de destilação; 2)</i></p>	<p>(10)</p> <p>(10)</p>	<p>Os alunos devem com base na pesquisa efetuada representar o método de montagem de um esquema de destilação fracionada, procurando evidenciar as diferenças para o método de destilação simples. Devem observar a coluna de destilação fracionada existente na escola, mas danificada.</p> <p>Os alunos devem com base em pesquisa efetuada, principalmente no manual, mas também na internet, destacar as diversas etapas da transformação do petróleo, manifestando qual a etapa referida no texto retirado da Galp, que seria o <i>cracking</i>.</p>	<p>reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p> <p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário. O professor deve exibir a coluna de fracionamento existente na escola.</p> <p>O professor deve intervir se necessário, orientando as fontes de pesquisa, questionando os alunos sobre se estão seguros da base de informação que estão a utilizar, procurando que os próprios reconheçam a necessidade de ajustes, se necessário.</p>	<p>das respostas às questões da tarefa;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreendem novamente as etapas de transformação do petróleo, através das respostas às questões;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem argumentar e sustentar respostas, através da observação e posteriores notas de campo;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar e resolver problemas, através da observação e posteriores notas de campo;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem trabalhar em grupo, através de observação e posteriores notas de campo.</p>
--	-------------------------	---	---	---

<p><i>purificação de produtos intermédios em unidades de pré-tratamento; 3) processamento químico das frações de menor valor em produtos mais leves; 4) tratamento e mistura de produtos intermédios por remoção de elementos e compostos indesejáveis para integração em produtos finais.”</i></p> <p>(Fonte: Galp, 2022). Qual considera ser o processo a utilizar para a etapa 3), presente na afirmação? Justifique.</p>				
<p>3. Discussão coletiva</p>	<p>20 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir a primeira sistematização e questões observadas levantadas pelo professor.</p> <p>Os alunos devem participar ativamente na discussão e questões levantadas pelo professor</p>	<p>O professor deve sistematizar todo o trabalho efetuado na tarefa, ou seja, todas as questões, procurando através de questão à turma, perceber se os alunos assimilaram os principais conteúdos abordados.</p> <p>O professor deve estimular o debate e respostas dos alunos a cada uma das</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os tópicos de cada questão, através das questões à turma e estímulo para participação dos diferentes grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos sentem à vontade para comunicar e argumentar,</p>

			<p>questões, procurando que sejam os alunos a dar as respostas.</p> <p>O professor deve questionar de volta após questões, para desenvolver a capacidade de argumentação e sustentação de respostas dos alunos.</p>	<p>através de questões aos grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar, através do follow-up das segundas questões.</p>
4. Síntese final	15 min	<p>Os alunos devem ouvir a síntese final da atividade – tarefa 2 – apresentada pelo professor.</p> <p>Os alunos devem preencher a avaliação da tarefa, em termos do que mais gostaram, menos gostaram, o que aprenderam e quais as principais dificuldades que sentiram.</p>	<p>O professor deve efetuar uma síntese geral da tarefa 2, procurando questionar a turma sobre dúvidas que continuem a subsistir.</p> <p>O professor solicita o preenchimento da avaliação da tarefa, informando que a mesma pode ser submetida depois na aula no <i>moodle</i>.</p>	<p>- Avaliar se ficaram dúvidas da tarefa 2, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreendem como devem fazer a avaliação da tarefa, através de questão à turma.</p>

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 4 – 50 minutos – 24 de fevereiro de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução da aula e das tarefas 3 e 4</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos tomam os seus lugares e ouvem a explicação sobre a introdução à aula e as tarefas 3 e 4.</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando que a mesma terá um cariz mais expositivo, procurando apresentar as regras de nomenclatura de hidrocarbonetos, bem como os diferentes tipos, dependendo do número de ligações do carbono, da estrutura da cadeia e da existência ou não de grupos funcionais. O professor explica que as próximas aulas voltarão novamente a ter os alunos como centro do processo de aprendizagem como até aqui.</p> <p>O professor introduz as tarefas 3 e 4, que serão realizadas em sala de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), ou seja, com recurso a computador, onde serão representados compostos orgânicos, para ser possível visualizar os mesmos.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como funcionará a aula, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a forma das tarefas 3 e 4, que serão realizadas com recurso a computador, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a mudança da aula, do que tem vindo a ser realizado, através de questão à turma.</p>

<p>2. Diagnóstico de nomenclatura de hidrocarbonetos</p> <p>2.1. Realização do diagnóstico através da aplicação <i>plickers</i></p> <p>2.2. Discussão dos resultados do diagnóstico</p>	<p>10 min</p> <p>(5)</p> <p>(5)</p>	<p>Os alunos iniciam a aplicação <i>plickers</i>, já utilizada nestas aulas pela professora cooperante, nos telemóveis, preparando-se para as respostas.</p> <p>Os alunos respondem às cinco questões colocadas no diagnóstico.</p> <p>Os alunos participam na discussão dos resultados do <i>plickers</i>, procurando explicar e perceber onde se enganaram, caso tenha acontecido.</p>	<p>O professor introduz o <i>plickers</i> de diagnóstico, que terá apenas cinco questões, para as quais 1 minuto será suficiente (pois é também o tempo limite programado). O professor inicia o diagnóstico.</p> <p>O professor ajuda em alguma dificuldade técnica que possa surgir.</p> <p>O professor discute questão a questão, com base nos resultados obtidos, destacando o porquê de não poder ser nenhuma das outras opções, como também o porquê da certa o ser. O professor pergunta aos alunos se ficaram dúvidas sobre alguma das questões antes de avançar para a apresentação powerpoint.</p>	<p>- Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a nomenclatura de hidrocarbonetos, abordada no 10.º ano em Física e Química A, através das respostas ao <i>plickers</i>;</p> <p>- Avaliar a capacidade de comunicação e argumentação através das respostas dos alunos na etapa de discussão.</p>
<p>3. Apresentação powerpoint das regras de nomenclatura de hidrocarbonetos</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos devem participar através de colocação de perguntas, bem como respostas às questões colocadas pelo professor.</p>	<p>O professor apresenta o <i>powerpoint</i> preparado com as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos, com base no número de ligações ao átomo de carbono, estrutura da cadeia e existência de grupos funcionais. O professor detalha os pontos</p>	<p>- Avaliar se os alunos estão a acompanhar, através de questão à turma e observação;</p> <p>- Avaliar se há dúvidas nos conteúdos que se encontram a ser</p>

			<p>onde se verificaram dúvidas no diagnóstico imediatamente anterior.</p> <p>O professor vai colocando questões no decorrer da apresentação para procurar, por um lado, avaliar o acompanhamento dos alunos e, por outro, tornar a aula mais dinâmica e participada.</p>	apresentados, através de questão à turma.
4. Realização de exercícios de aplicação do manual sobre nomenclatura e representação de hidrocarbonetos	10 min	<p>Os alunos resolvem os exercícios propostos do manual, sobre a nomenclatura de compostos orgânicos, de acordo com os tópicos abordados na aula.</p> <p>Os alunos colocam dúvidas se necessário ao professor, onde este procurará esclarecer e apoiar.</p> <p>Os alunos resolvem os exercícios a pares (ou grupo de 3 em caso de não existir paridade).</p>	<p>O professor indica as páginas do manual nos quais devem focar-se na realização de exercícios.</p> <p>O professor percorre a sala, por entre os alunos, que devem resolver os exercícios a pares, e procura apoiar e esclarecer dúvidas se necessário.</p>	- Avaliar se os alunos compreenderam as regras de nomenclatura de compostos orgânicos, através das respostas aos exercícios do manual, como também das questões colocadas pelos alunos e por observação, e posteriores notas de campo.
5. Apresentação da “Tarefa Final” – tarefa 5.	10 min	<p>Os alunos ouvem o professor explicar como será a tarefa final (tarefa 5).</p> <p>Os alunos participam através de questões e dúvidas que tenham sobre esta tarefa.</p>	<p>O professor anuncia que já está disponível no <i>moodle</i> a tarefa final, a tarefa 5, que irá mobilizar todas as aprendizagens desenvolvidas na intervenção.</p>	- Avaliar se os alunos compreenderam os objetivos da tarefa 5, através de questão para a turma e de observação, e

			<p>O professor informa que devem para já ler a tarefa, mas sem se debruçarem em grande parte sobre ela. O professor informa que irá disponibilizar também modelos de protocolos experimentais de produção de biodiesel no <i>moodle</i> para que os alunos possam consultar.</p> <p>O professor explica a dinâmica da tarefa, bem como do trabalho final, que consistirá na projeção e construção de uma maquete que permita explicar aos alunos do ensino básico o ciclo dos óleos alimentares e da sua reciclagem e conversão a biocombustíveis.</p> <p>O professor pergunta se existem dúvidas sobre a última tarefa, que será para realizar na última aula de 100 minutos (aula n.º 8).</p>	<p>posteriores notas de campo.</p>
--	--	--	---	------------------------------------

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 5 – 50 minutos – 03 de março de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à tarefa 3 – “Qual o composto orgânico?”</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos organizam-se nos grupos de dois (ou 3 em caso de não haver paridade) alunos previamente formados.</p> <p>Os alunos em grupo ouvem o professor explicar como vão trabalhar durante a aula e onde podem e devem procurar informação, bem como se deve operar no software <i>MolView</i>.</p> <p>Os alunos participam se tiverem dúvidas sobre o trabalho a realizar ou sobre a tarefa em si.</p> <p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i> - Fontes de pesquisa da informação;</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando o que será objetivo da mesma, ou seja, a resolução da tarefa 3, de investigação com recurso ao software <i>MolView</i></p> <p>O professor pergunta se existem dúvidas sobre a tarefa 3, apresentada na última aula. Se existirem, esclarece.</p> <p>O professor destaca, com recurso a computador e projetor, as principais regras de funcionamento do programa em uso.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor:</i> - O professor informa que as fontes de pesquisa são livres, devendo os alunos, com o tempo disponível, seleccionar fontes</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam o objetivo da aula e da tarefa, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam ou não onde devem procurar informação, através das questões e dificuldades dos alunos;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam a utilização do software <i>MolView</i>, através de questão à turma e posterior observação, com recurso a notas de campo.</p>

		<p><i>- Seleção das prioridades e qualidade da informação pesquisada;</i></p> <p><i>- Como funcionar com o software MolView</i></p> <p><i>- Quais os compostos representados?</i></p>	<p><i>fidedignas e responder às questões de forma sucinta;</i></p> <p><i>- O professor refere que os sites devem ser de pesquisa normal, com algum nome, sendo que o manual é sempre um bom ponto de partida.</i></p> <p><i>- O professor remete para os pontos elencados acima, e estimula e desafia os alunos a explorarem o software e descobrirem por si. Em caso de dúvidas continuadas, intervém a apoiar.</i></p> <p><i>- O professor desafia os alunos a verem no moodle o powerpoint da última aula, bem como no manual as regras de nomenclatura, desafiando os alunos a fazerem o processo inverso do normal. Se subsistirem dúvidas, o professor intervém para tentar apoiar o grupo a avançar, explicando um ou dois dos casos pedidos na tarefa.</i></p>	
--	--	---	--	--

<p>2. Trabalho autónomo dos alunos</p> <p>2.1. <u>Questão 2</u> – Represente a fórmula de estrutura dos seguintes compostos orgânicos, com recurso ao <i>software MolView</i>, apresentando a representação em 2D e 3D.</p> <p>2.1. Penta-1,2-dieno</p> <p>2.2. Metilbenzeno</p> <p>2.3. 4-Etil-3,4-dimetil-hex-1-eno</p> <p>2.4. 3-Etilbut-1-ino</p> <p>(SUGESTÃO: Construam uma tabela em <i>word</i>, com três colunas, onde na primeira coluna colocam o nome do composto, na segunda coluna colocam uma imagem da representação em 2D e na</p>	<p>25 min</p> <p>(10)</p>	<p>Os alunos organizam-se em grupo, junto dos seus computadores atribuídos na sala de TIC, para iniciarem a resolução da tarefa.</p> <p>Os alunos devem abrir o software <i>MolView</i> e começar a explorar o programa e procurar representar os compostos listados na questão 2. Se existirem dúvidas, devem procurar primeiro no manual e slides de apoio. Se as dúvidas persistirem, devem solicitar o apoio ao professor.</p>	<p>O professor anda em redor da sala, pelos grupos, observando os alunos e procurando identificar as dificuldades e aprendizagens, por observação, intervindo quando necessário para direcionar os trabalhos.</p> <p>O professor deve sempre que possível orientar os alunos para a pesquisa autónoma das regras no manual e slides de apoio. Se as dúvidas dos alunos subsistirem deve procurar apoiar nas mesmas. Em baixo as respostas às questões.</p>	<p>- Avaliar se os alunos aprenderam corretamente as regras de nomenclatura de compostos orgânicos, através das respostas às questões;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam os híbridos de ressonância, através das respostas às questões;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem argumentar e discutir, com vista à resolução de problemas, com base na observação e posteriores notas de campo;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem trabalhar em grupo, através da observação e posteriores notas de campo.</p>
--	----------------------------------	--	--	---

Nome do Composto	Representação em 2D	Representação em 3D
Penta-1,2-dieno		
Metilbenzeno		
4-Etil-3,4-dimetil-hex-1-eno		
3-Etilbut-1-ino		

terceira coluna colocam uma imagem da representação em 3D).

2.2. Questão 3 – Atente ao anexo da tarefa. Represente a fórmula de estrutura dos seguintes compostos orgânicos, com recurso ao *software MolView*, apresentando a representação em 2D e 3D. Destaque o(s) grupo(s) funcional(ais) presente(s).

3.1. 2,3-Butanodiol

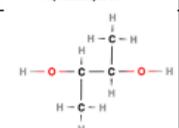
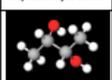
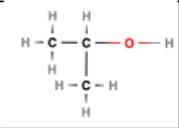
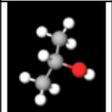
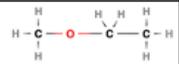
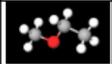
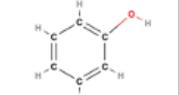
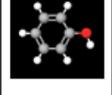
3.2. Propan-2-ol

3.3. Éter etilmetílico

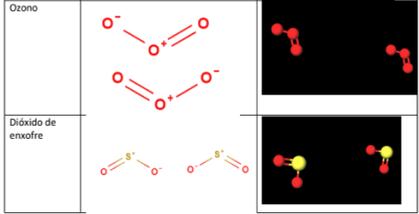
3.4. Hidroxilbenzeno (fenol)

(10)

Os alunos devem abrir o software *MolView* e começar a explorar o programa e procurar representar os compostos listados na questão 3. Se existirem dúvidas, devem procurar primeiro no manual e slides de apoio. Se as dúvidas persistirem, devem solicitar o apoio ao professor.

Nome do Composto	Representação em 2D	Representação em 3D
2,3-Butanodiol		
Propan-2-ol		
Éter etilmetílico		
Hidroxilbenzeno (fenol)		

Grupos Funcionais:
2,3-Butanodiol: 2 grupos hidroxilo (-OH) nos carbonos 2 e 3;
Propan-2-ol: 1 grupo hidroxilo (-OH) no carbono 2;
Éter etilmetílico: 1 grupo funcional -O- (função Éter);
Hidroxilbenzeno (fenol): 1 grupo hidroxilo (-OH) no carbono 1.

<p>2.3. <u>Questão 4</u> – Considere as imagens representativas do ozono e do dióxido de enxofre.</p> <p>4.1. Com recurso ao <i>software MolView</i>, faça as representações esquematizadas nas imagens, identificando os dois pares representados. Registe as imagens obtidas.</p> <p>4.2. Com recurso ao manual, procure explicar o que são e quais os requisitos para os pares de representações apresentados.</p>	<p>(5)</p>	<p>Os alunos devem abrir o software <i>MolView</i> e começar a explorar o programa e procurar representar os compostos listados na questão</p> <p>4.1. Se existirem dúvidas, devem procurar primeiro no manual e slides de apoio. Se as dúvidas persistirem, devem solicitar o apoio ao professor.</p> <p>Com base em pesquisa, os alunos devem conseguir explicar e justificar o que são híbridos de ressonância.</p>	 <p>O professor deve apoiar, esclarecendo algumas dúvidas, na temática dos híbridos de ressonância. Deve explicar que os mesmos serão detalhados na aula seguinte, mas apoiar com indicação de fontes de informação onde encontrarem. Se as dúvidas persistirem, deve explicar o que são.</p>	
<p>3. Discussão coletiva</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir a primeira sistematização e questões observadas levantadas pelo professor.</p> <p>Os alunos devem participar ativamente na discussão e questões levantadas pelo professor</p>	<p>O professor deve sistematizar todo o trabalho efetuado na tarefa, ou seja, todas as questões, procurando através de questão à turma, perceber se os alunos assimilaram os principais conteúdos abordados.</p> <p>O professor deve estimular o debate e respostas dos alunos a cada uma das</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os tópicos de cada questão, através das questões à turma e estímulo para participação dos diferentes grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos sentem à vontade para</p>

			<p>questões, procurando que sejam os alunos a dar as respostas.</p> <p>O professor deve questionar de volta após questões, para desenvolver a capacidade de argumentação e sustentação de respostas dos alunos.</p>	<p>comunicar e argumentar, através de questões aos grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar, através do follow-up das segundas questões.</p>
4. Síntese final	5 min	<p>Os alunos devem ouvir a síntese final da atividade – tarefa 3 – apresentada pelo professor.</p> <p>Os alunos devem preencher a avaliação da tarefa, em termos do que mais gostaram, menos gostaram, o que aprenderam e quais as principais dificuldades que sentiram.</p>	<p>O professor deve efetuar uma síntese geral da tarefa 3, procurando questionar a turma sobre dúvidas que continuem a subsistir.</p> <p>O professor solicita o preenchimento da avaliação da tarefa, informando que a mesma pode ser submetida depois na aula no <i>moodle</i>.</p>	<p>- Avaliar se ficaram dúvidas da tarefa 3, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreendem como devem fazer a avaliação da tarefa, através de questão à turma.</p>

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 6 – 100 minutos – 08 de março de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução da aula</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos tomam os seus lugares e ouvem a explicação sobre a introdução à aula.</p> <p>Os alunos participam através da colocação de questões e dúvidas ao professor.</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando que a mesma terá dois momentos principais:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Apresentação expositiva sobre híbridos de ressonância e isómeros, nos primeiros 40 minutos da aula 2) Início dos trabalhos com vista à concretização da tarefa final, ou seja, através do início da construção de um protocolo experimental para a produção de biodiesel, que será realizado na aula n.º 8 (últimos 60 minutos – será antecipado o intervalo). <p>O professor explica que a tarefa final irá consistir na produção de biodiesel, na comparação e compilação de alternativas e tomada de decisão concertada sobre o mesmo.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como funcionará a aula, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreenderam a forma das tarefas 4 e 5.</p>

<p>2. Apresentação <i>powerpoint</i> sobre híbridos de ressonância e isomeria</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos devem participar através de colocação de perguntas, bem como respostas às questões colocadas pelo professor.</p>	<p>O professor apresenta o <i>powerpoint</i> preparado com a temática dos híbridos de ressonância e isomeria.</p> <p>O professor vai colocando questões no decorrer da apresentação para procurar, por um lado, avaliar o acompanhamento dos alunos e, por outro, tornar a aula mais dinâmica e participada.</p>	<p>- Avaliar se os alunos estão a acompanhar, através de questão à turma e observação;</p> <p>- Avaliar se há dúvidas nos conteúdos que se encontram a ser apresentados, através de questão à turma.</p>
<p>3. Realização de exercícios de aplicação do manual sobre híbridos de ressonância e isomeria</p>	<p>20 min</p>	<p>Os alunos resolvem os exercícios propostos do manual, sobre híbridos de ressonância e isomeria.</p> <p>Os alunos colocam dúvidas se necessário ao professor, onde este procurará esclarecer e apoiar.</p> <p>Os alunos resolvem os exercícios a pares (ou grupo de 3 em caso de não existir paridade).</p>	<p>O professor indica as páginas do manual nos quais devem focar-se na realização de exercícios.</p> <p>O professor percorre a sala, por entre os alunos, que devem resolver os exercícios a pares, e procura apoiar e esclarecer dúvidas se necessário.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam a temática dos híbridos de ressonância e isomeria, através questões colocadas pelos alunos e por observação, e posteriores notas de campo.</p>
<p>4. Início da resolução da tarefa 5 – construção do protocolo de produção de biodiesel (questões 2 e 3)</p>	<p>50 min</p>	<p>Os alunos ouvem o professor explicar como será a tarefa final (tarefa 5). Os alunos organizam-se em grupos de 4 (ou 3 se não se verificar paridade) para a redação do protocolo)</p>	<p>O professor anuncia que já está disponível no <i>moodle</i> a tarefa final, a tarefa 5, que irá mobilizar todas as aprendizagens desenvolvidas na intervenção.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os objetivos das questões 2 e 3 da tarefa 5, através de questão para a turma e de</p>

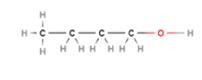
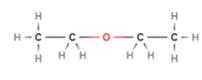
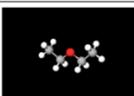
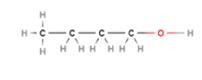
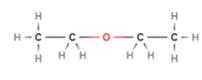
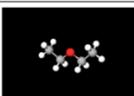
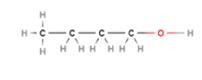
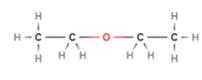
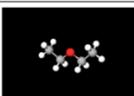
			<p>protocolo, devido à escassez de material para cada grupo produzir biodiesel ao mesmo tempo.</p> <p>O professor pede aos alunos que se vão debruçando sobre as restantes questões da tarefa 5, com base na bibliografia de consulta sugerida.</p> <p>O professor informa que a próxima aula será novamente na sala de TIC, para a realização da tarefa 4.</p>	
--	--	--	---	--

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 7 – 50 minutos – 11 de março de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à tarefa 4 – “Como saber qual o composto?”</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos organizam-se nos grupos de dois (ou 3 em caso de não haver paridade) alunos previamente formados.</p> <p>Os alunos em grupo ouvem o professor explicar como vão trabalhar durante a aula e onde podem e devem procurar informação, bem como se deve operar no software <i>MolView</i>.</p> <p>Os alunos participam se tiverem dúvidas sobre o trabalho a realizar ou sobre a tarefa em si.</p> <p><i>Possíveis dificuldades dos alunos:</i> - Fontes de pesquisa da informação;</p>	<p>O professor introduz a aula, explicando o que será objetivo da mesma, ou seja, a resolução da tarefa 3, de investigação com recurso ao software <i>MolView</i></p> <p>O professor pergunta se existem dúvidas sobre a tarefa 3, apresentada na última aula. Se existirem, esclarece.</p> <p>O professor destaca, com recurso a computador e projetor, as principais regras de funcionamento do programa em uso.</p> <p><i>Possíveis respostas do professor:</i> - O professor informa que as fontes de pesquisa são livres, devendo os alunos, com o tempo disponível, selecionar fontes</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam o objetivo da aula e da tarefa, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam ou não onde devem procurar informação, através das questões e dificuldades dos alunos;</p> <p>- Avaliar se os alunos perceberam a utilização do software <i>MolView</i>, através de questão à turma e posterior observação, com recurso a notas de campo, bem como com os resultados da tarefa 3.</p>

		<p><i>- Seleção das prioridades e qualidade da informação pesquisada;</i></p> <p><i>- Como funcionar com o software MolView</i></p> <p><i>- Quais os compostos representados?</i></p>	<p><i>fidedignas e responder às questões de forma sucinta;</i></p> <p><i>- O professor refere que os sites devem ser de pesquisa normal, com algum nome, sendo que o manual é sempre um bom ponto de partida.</i></p> <p><i>- O professor remete para os pontos elencados acima, e estimula e desafia os alunos a explorarem o software e descobrirem por si. Em caso de dúvidas continuadas, intervém a apoiar.</i></p> <p><i>- O professor desafia os alunos a verem no moodle o powerpoint das últimas duas aulas expositivas, sobre nomenclatura de compostos orgânicos e sobre híbridos de ressonância e isomeria, bem como o manual. Se subsistirem dúvidas, o professor intervém para tentar apoiar o grupo a avançar, explicando o que se pretende na tarefa 4.</i></p>	
--	--	---	---	--

<p>2. Trabalho autónomo dos alunos</p> <p>2.1. <u>Questão 2</u> – Um dos produtos fabricados pela empresa é o $C_4H_{10}O$. Este produto é um isómero de grupo funcional, sendo que um dos isómeros é utilizado como anestésico e produzido pela empresa para esse fim. Identifique dois isómeros de grupo funcional, indicando os seus nomes, sendo que um deve ser tipicamente utilizado como anestésico. Adicionalmente, represente e registe as imagens 2D e 3D dos compostos, com recurso ao <i>software MolView</i>.</p>	<p>25 min</p> <p>(10)</p>	<p>Os alunos organizam-se em grupo, junto dos seus computadores atribuídos na sala de TIC, para iniciarem a resolução da tarefa.</p> <p>Os alunos devem abrir o software <i>MolView</i> e começar a explorar o programa e procurar representar os compostos listados na questão 2.</p> <p>Se existirem dúvidas, devem procurar primeiro no manual e slides de apoio. Se as dúvidas persistirem, devem solicitar o apoio ao professor.</p> <p>Os alunos devem iniciar por procurar na internet o composto com a fórmula química apresentada e verificar qual o composto que é usualmente um anestésico com essa fórmula química (que é o éter dietílico). A partir daí, devem ser capazes de resolver o problema com base nos conhecimentos adquiridos de isomeria.</p>	<p>O professor anda em redor da sala, pelos grupos, observando os alunos e procurando identificar as dificuldades e aprendizagens, por observação, intervindo quando necessário para direcionar os trabalhos.</p> <p>O professor deve sempre que possível orientar os alunos para a pesquisa autónoma das regras no manual e slides de apoio. Se as dúvidas dos alunos subsistirem deve procurar apoiar nas mesmas. Em baixo as respostas às questões.</p> <table border="1" data-bbox="1243 837 1675 1098"> <thead> <tr> <th>Nome do composto</th> <th>Imagem 2D</th> <th>Imagem 3D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>butanol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>éter dietílico</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nome do composto	Imagem 2D	Imagem 3D	butanol			éter dietílico			<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se os alunos aprenderam corretamente as regras relativas à isomeria; - Avaliar se os alunos conseguem argumentar e discutir, com vista à resolução de problemas, com base na observação e posteriores notas de campo; - Avaliar se os alunos conseguem trabalhar em grupo, através da observação e posteriores notas de campo.
Nome do composto	Imagem 2D	Imagem 3D											
butanol													
éter dietílico													

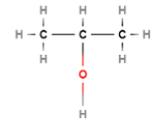
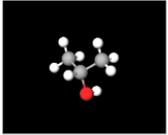
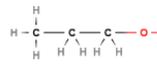
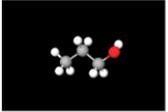
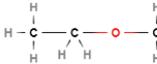
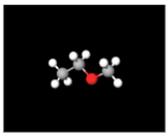
2.2. Questão 3 – Os compostos X, Y e Z, produzidos pela empresa, possuem a mesma fórmula molecular, C_3H_8O .

- X é um isómero de posição de Y;
- Z é um isómero de grupo funcional de X e de Y;
- Y tem somente um átomo de hidrogénio ligado ao átomo de carbono central.

Com base na informação anterior, nomeie os compostos X, Y e Z. Adicionalmente, represente e registre as imagens 2D e 3D dos compostos, com recurso ao *software MolView*.

(10)

Para a questão 3, os alunos devem representar um composto simples com a fórmula química apresentada, sendo que de seguida devem variar pelas regras de isomeria, até encontrarem soluções que satisfaçam as condições listadas no enunciado.

Nome do composto	Imagem 2D	Imagem 3D
Propan-2-ol (Y)		
Propan-1-ol (X)		
Éter etilmetílico (Z)		

<p>3. Discussão coletiva</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir a primeira sistematização e questões observadas levantadas pelo professor.</p> <p>Os alunos devem participar ativamente na discussão e questões levantadas pelo professor</p>	<p>O professor deve sistematizar todo o trabalho efetuado na tarefa, ou seja, todas as questões, procurando através de questão à turma, perceber se os alunos assimilaram os principais conteúdos abordados.</p> <p>O professor deve estimular o debate e respostas dos alunos a cada uma das questões, procurando que sejam os alunos a dar as respostas.</p> <p>O professor deve questionar de volta após questões, para desenvolver a capacidade de argumentação e sustentação de respostas dos alunos.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam os tópicos de cada questão, através das questões à turma e estímulo para participação dos diferentes grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos sentem à vontade para comunicar e argumentar, através de questões aos grupos;</p> <p>- Avaliar se os alunos conseguem raciocinar, através do follow-up das segundas questões.</p>
<p>4. Síntese final</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir a síntese final da atividade – tarefa 4 – apresentada pelo professor.</p> <p>Os alunos devem preencher a avaliação da tarefa, em termos do que mais gostaram, menos gostaram, o que aprenderam e quais as principais dificuldades que sentiram.</p>	<p>O professor deve efetuar uma síntese geral da tarefa 4, procurando questionar a turma sobre dúvidas que continuem a subsistir.</p> <p>O professor solicita o preenchimento da avaliação da tarefa, informando que a mesma pode ser submetida depois na aula no <i>moodle</i>.</p>	<p>- Avaliar se ficaram dúvidas da tarefa 4, através de questão à turma;</p> <p>- Avaliar se os alunos compreendem como devem fazer a avaliação da tarefa, através de questão à turma.</p>

<p>5. Preparação da próxima aula</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos devem ouvir o professor e consultar o moodle na sexta-feira para verificação do protocolo harmonizado entre as várias propostas.</p>	<p>O professor explica como será realizada a próxima aula, de produção do biodiesel e realização das restantes etapas da tarefa 5.</p> <p>O professor alerta para a necessidade de preparação dos materiais de consulta para a próxima aula, bem como da leitura do protocolo harmonizado e preparação das respostas às questões pós-laboratoriais.</p>	<p>- Avaliar se os alunos perceberam como irá ser realizada a aula n.º 8, através de questão à turma.</p>
---	--------------	---	---	---

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aula n.º 8 – 100 minutos – 15 de março de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
1. Introdução à tarefa e funcionamento da aula	5 min	<p>Os alunos ouvem a introdução à tarefa final e funcionamento da aula pelo professor. Os alunos organizam-se em grupos de 4 (ou 3 se não existir paridade) anteriormente criados para o efeito, no âmbito da redação da proposta de protocolo.</p> <p>Os alunos devem participar colocando questões que lhes surjam, bem como exprimindo algumas opiniões e contributos.</p>	<p>O professor introduz a tarefa 5, uma última vez, e indica como funcionará a aula. Explica que por limitação de material laboratorial, todos os grupos irão participar na produção do mesmo biodiesel. Para enquadrar a mesma na duração da aula, explica que preparou com antecedência os materiais, sendo que será apenas necessário cumprir os passos do protocolo e, no final, responder às questões pós-laboratoriais.</p> <p>Pede ainda que todos os alunos assistam à prestação laboratorial dos colegas, sendo que nos momentos em que a amostra esteja a agitar, devem focar-se na realização das restantes questões da tarefa.</p>	- Avaliar se os alunos compreenderam como irá ser realizada a aula e o que devem fazer nos períodos passivos da atividade laboratorial, através de observação e posteriores notas de campo.
2. Trabalho autónomo dos alunos	90 min	Os alunos devem iniciar o trabalho autónomo através da implementação das etapas que foram atribuídas aos diferentes grupos no	O professor explica o que foi previamente preparado e orienta os grupos para a	- Avaliar se os alunos são capazes de trabalhar laboratorialmente,

<p>2.1. <u>Questão 4</u> – Implementem o protocolo desenvolvido, produzindo o biodiesel.</p>	(60)	<p>protocolo harmonizado entre os submetidos no moodle pelos alunos.</p>	<p>componente que devem realizar do protocolo harmonizado.</p>	<p>implementando o protocolo harmonizado, através de observação e posteriores notas de campo;</p>
<p>2.2. <u>Questão 5</u> – Testem o biodiesel produzido e registem os resultados obtidos, comparando com os valores definidos na literatura.</p>	(10)	<p>Os alunos devem implementar de acordo com o protocolo harmonizado as etapas que foram atribuídas ao seu grupo, sendo que todos os grupos devem responder às restantes questões da tarefa nos momentos mais passivos da atividade laboratorial.</p>	<p>O professor explica que nos momentos passivos da atividade experimental, os alunos devem dedicar-se às respostas das restantes questões. O professor explica que as questões 8 e 9 da tarefa não serão respondidas nesta aula ou na seguinte, mas sim em aulas subsequentes que serão previamente preparadas para o efeito.</p>	<p>- Avaliar se os alunos são capazes de responder às questões pós laboratoriais, efetuando os cálculos necessários, através das respostas às questões da tarefa;</p>
<p>2.3. <u>Questão 6</u> – Comparem o biodiesel que produziram, e os resultados que obtiveram, com as restantes alternativas disponíveis (bioetanol, veículos elétricos e híbridos, GPL, bio metano e hidrogénio).</p>	(10)	<p>Os alunos devem ser capazes de testar o biodiesel produzido e avaliar a sua qualidade de acordo com as questões pós-laboratoriais, sendo que para isso devem avaliar a cor e densidade, bem como o teste da chama para comprovação de que se trata efetivamente de biodiesel.</p>	<p>O professor anda pelos grupos, procurando orientar quando necessário a pesquisa de informação e as respostas dadas. Em caso de dúvidas, o professor deve procurar orientar para a pesquisa de respostas. Se as mesmas se mantiverem, o professor deve ajudar respondendo à componente científica.</p>	<p>- Avaliar se os alunos são capazes de mobilizar os conhecimentos de pesquisa desenvolvidos ao longo da intervenção para resposta à questão de comparação de alternativas, através das respostas às questões;</p>
<p>2.4. <u>Questão 7</u> – Com base na comparação realizada, escolham a alternativa que vos parece a mais correta a adotar</p>	(10)	<p>Os alunos devem ser capazes de comparar o biodiesel produzido com outras opções assinaladas na tarefa 1, e com base na literatura de consulta disponibilizada no moodle.</p>	<p>O professor apoia nas etapas de produção de biodiesel.</p>	<p>- Avaliar se os alunos são capazes de trabalhar em grupo, através de</p>

Aula n.º 9 – 50 minutos – 17 de março de 2022

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução à última aula– explicação sobre o funcionamento da aula</p>	<p>5 min</p>	<p>- Os alunos tomam os seus lugares na sala e escutam a introdução da última aula pelo professor;</p> <p>- Os alunos participam através da colocação de questões que lhes surjam.</p>	<p>O professor deve explicar como irá decorrer a última aula, que se focará em dois pontos: 1) discussão coletiva da tarefa 8; 2) realização do WAT pós-intervenção da prática de ensino supervisionado.</p> <p>Ainda, o professor disponibiliza uma vez mais o link do questionário “Let’s GoSTEM” para que os alunos consigam responder em casa, ou na próxima aula, caso que foi autorizado pela professora cooperante.</p> <p>O professor agradece, desde já, a colaboração de todos os alunos ao longo deste mês de aulas sob a sua responsabilidade.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como irá funcionar a última aula, através de questão à turma.</p>
<p>2. Discussão coletiva e síntese da tarefa final</p>	<p>15 min</p>	<p>- Os alunos devem participar na discussão coletiva, respondendo às questões do</p>	<p>O professor inicia a discussão coletiva indo questão a questão da tarefa 5, bem como</p>	<p>- Avaliar se os alunos consolidaram os</p>

		<p>professor, e intervindo quando considerarem necessário em cada umas das questões abordadas pelo professor.</p> <p>- Os alunos devem avaliar a tarefa final realizada, com base nas aprendizagens, dificuldades, o que gostaram mais e o que gostaram menos.</p>	<p>destacando aquilo que correu melhor e pior na aula anterior.</p> <p>O professor estimula a discussão sobre as alternativas elencadas pelos alunos, estimulando a participação dos mesmos.</p> <p>O professor efetua a síntese final do tópico, abordando as diversas atividades realizadas e estimulando os alunos a emitirem também a sua opinião oralmente em sala de aula.</p>	<p>conhecimentos no tópico abordado, através de questão à turma e da participação dos alunos na discussão coletiva;</p> <p>- Avaliar a apreciação dos alunos da intervenção de prática de ensino supervisionada, através das respostas às questões de avaliação da tarefa.</p>
<p>3. Aplicação do WAT</p> <p>3.1. Resposta ao WAT pelos alunos</p>	<p>30 min</p>	<p>Os alunos recebem novamente o Word Association Test (WAT), igual ao recebido na primeira aula.</p> <p>Os alunos participam através da resposta ao WAT e de questões que surjam ao professor.</p>	<p>O professor distribui o WAT pelos alunos.</p> <p>O professor explica uma vez mais o objetivo do WAT, nomeadamente o fim (avaliar a ligação de conceitos científicos aquando da apresentação da palavra estímulo), a duração e destaca novamente que o mesmo não conta para a avaliação. O professor explica que este WAT irá sustentar a evolução das estruturas cognitivas dos alunos entre a primeira aula e este momento.</p>	<p>Avaliar se os alunos conseguem responder novamente ao WAT, compreendendo o seu objetivo, através das respostas dadas ao mesmo e de observação, e posteriores notas de campo.</p>

			<p>O professor explica que o WAT deve ser feito no tempo dado para o efeito (25 minutos) e que não devem procurar informação em lado nenhum, mas sim responder a primeira associação que surgir aos alunos. O professor destaca que não é necessário, bem pelo contrário, colocar palavras em todos os espaços disponíveis.</p> <p>O professor explica que as frases devem ser construídas com a utilização da palavra associada, para melhor evidenciar a perceção dos alunos sobre a palavra utilizada e o contexto da mesma.</p>	
--	--	--	---	--

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Aulas subsequentes – não diretamente atribuídas à intervenção da prática de ensino supervisionada, mas relacionadas.

Tarefas e atividades de aprendizagem (questão da tarefa e momentos de aula)	Duração esperada	Atividades dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Resposta ao questionário Let's GoSTEM, pós intervenção</p>	<p>30 min</p>	<p>Os alunos recebem o link do questionário Let's GoSTEM.</p> <p>Os alunos participam através da resposta ao questionário Let's GoSTEM e de questões que surjam ao professor.</p>	<p>O professor distribui o link do questionário "Let's GoSTEM" pelos alunos.</p> <p>O professor explica que à semelhança de antes do início da intervenção, o objetivo é fazer a comparação entre os dois momentos, com base nas respostas aos questionários.</p> <p>O professor explica que o questionário deve ser respondido em cerca de 30 minutos. O professor destaca que devem usar o mesmo código que criaram no primeiro questionário, com uma letra e os restantes números, para que seja possível associar as respostas antes da intervenção e após a intervenção, mantendo assim o anonimato dos participantes, e conseguindo ainda retirar conclusões sobre as respostas.</p>	<p>- Avaliar se os alunos compreenderam como responder ao questionário, através de questão à turma</p>

2. Conceção e desenho da maquete final	180 min	Os alunos fazem a análise comparativa de opções para o desenho da maquete. Podem escolher as opções que lhe pareçam mais apropriadas.	O professor dá apoio na conceção e desenho da maquete, desafiando os alunos a fazer uma análise comparativa de opções, considerando custos e exequibilidade, bem como sustentando a mesma em dados, no momento de apresentação da alternativa.	Avaliar se os alunos conseguiram explorar opções sustentadas em vários parâmetros, como custo e exequibilidade, sustentando a mesma aquando da apresentação aos professores.
3. Construção da maquete	120 min	Os alunos constroem a maquete que desenharam, com base na escolha efetuada, sendo apoiados em termos de recursos.	O professor apoia nos recursos necessários para a construção da maquete, disponibilizando os meios, e dando apoio e opiniões de por que caminho devem os alunos seguir.	Avaliar se os alunos conseguem concretizar a construção da maquete idealizada e sustentada, através da observação da mesma.

Plano de aula adaptado de **Roback et al., 2006**.

Apêndice C – WAT realizado

Word Association Test (WAT)

O WAT é um instrumento de recolha de dados que permite estudar os processos de raciocínio dos alunos, uma vez que possibilita a compreensão das conexões mentais estabelecidas a partir de palavras estímulo.

Este teste é aplicado em duas fases: antes e após a introdução de um novo tópico, neste caso os Combustíveis, Energia e Ambiente.

O tempo máximo para a realização do teste são 25 minutos.

Importa ressaltar que **não existem respostas certas ou erradas**. Vamos a isto?!

1. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Energia**.

Energia		Energia	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Energia**.

2. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Combustíveis**.

Combustíveis		Combustíveis	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Combustíveis**.

3. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Ambiente**.

Ambiente		Ambiente	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Ambiente**.

4. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Destilação**.

Destilação		Destilação	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Destilação**.

5. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Composto Orgânico**.

Composto Orgânico		Composto Orgânico	
Composto Orgânico		Composto Orgânico	
Composto Orgânico		Composto Orgânico	
Composto Orgânico		Composto Orgânico	
Composto Orgânico		Composto Orgânico	
Composto Orgânico		Composto Orgânico	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Composto Orgânico**.

6. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Ligação Química**.

Ligação Química		Ligação Química	
Ligação Química		Ligação Química	
Ligação Química		Ligação Química	
Ligação Química		Ligação Química	
Ligação Química		Ligação Química	
Ligação Química		Ligação Química	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Ligação Química**.

7. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Composto Aromático**.

Composto Aromático		Composto Aromático	
Composto Aromático		Composto Aromático	
Composto Aromático		Composto Aromático	
Composto Aromático		Composto Aromático	
Composto Aromático		Composto Aromático	
Composto Aromático		Composto Aromático	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Composto Aromático**.

8. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Hidrocarbonetos**.

Hidrocarbonetos		Hidrocarbonetos	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Hidrocarbonetos**.

9. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Grupo Funcional**.

Grupo Funcional		Grupo Funcional	
Grupo Funcional		Grupo Funcional	
Grupo Funcional		Grupo Funcional	
Grupo Funcional		Grupo Funcional	
Grupo Funcional		Grupo Funcional	
Grupo Funcional		Grupo Funcional	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Grupo Funcional**.

10. Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Híbrido de Ressonância**.

Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	
Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	
Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	
Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	
Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	
Híbrido de Ressonância		Híbrido de Ressonância	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreves e a palavra **Híbrido de Ressonância**.

Apêndice D – Questionários GoSTEM aplicados

Realizado pelos alunos digitalmente, através do link: <https://inqueritos.up.pt/index.php?r=survey/index&sid=982525&lang=pt>; antes e depois da prática de ensino.

Questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM Ensino Secundário

CÓDIGO _____

Caro aluno,

Hoje em dia, há uma grande curiosidade em conhecer qual a motivação e interesse dos alunos sobre áreas relacionadas com as Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologias. É precisamente isso que pretendemos conhecer através deste questionário. Garantimos que as suas respostas serão lidas com muita atenção e todas as respostas são importantes. Por favor, leia com atenção todas as questões que se seguem e responda de acordo com o que sente em relação a cada afirmação.

Não há respostas certas nem respostas erradas e, certamente, estará de acordo com algumas afirmações e em desacordo com outras. Por favor, responda com descontração e sinceridade. Se aparecer alguma palavra menos adequada, procure entender a frase no conjunto e dê a sua melhor resposta.

As tuas respostas são completamente confidenciais e anónimas.

Muito obrigado pela colaboração!

PARTE I

Para efeitos de caracterização sociodemográfica, por favor indique:

1. **Ano de escolaridade:** _____ **Idade:** _____ **Sexo:** Feminino Masculino
2. **Indique a sua nota no final do ano letivo anterior nas disciplinas de:**
 Física e Química: ____ Ciências da Natureza ou Biologia e Geologia: ____ Matemática: ____
3. **Já reprovou alguma vez?**
 Sim Não Quantas vezes? _____
4. **Qual a escolaridade dos seus pais? (assinale com uma cruz a opção correta)**

Mãe		Pai	
Sem instrução	<input type="checkbox"/>	Sem instrução	<input type="checkbox"/>
Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>	Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>
Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>	Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>
Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>	Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>
Pós-graduação	<input type="checkbox"/>	Pós-graduação	<input type="checkbox"/>

5. **Como considera o seu nível geral como aluno?**
 1 2 3 4 5
6. **Pretende prosseguir os seus estudos no Ensino Superior?** Sim Não
7. **Se respondeu “Sim” na questão anterior, ordene, de acordo com a sua preferência, o curso que quer frequentar no Ensino Superior:**

Ordem de preferência	Curso
1	
2	
3	
4	

PARTE II

8. **Indique até CINCO palavras ou ideias que lhe vêm à mente quando pensa em:**

CIÊNCIA	TECNOLOGIA	ENGENHARIA	MATEMÁTICA
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>			

PARTE III- Percurso

- 1- Pedimos a sua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 5 (Concordo Totalmente).
- 2- Responda a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. **À frente de cada frase, faça uma cruz no número que traduz o que sente.**

DEFINIÇÕES

Ciências- representa as áreas que se centram no estudo do mundo natural. As Ciências incluem disciplinas como Biologia, Geologia, Ciências Naturais, Física e Química, etc.

Matemática- representa a área que estuda quantidades, medidas, espaços, estatísticas, etc.

Engenharia- representa as áreas que aplicam o conhecimento científico com o objetivo de inventar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, etc.

Tecnologias- representa as áreas relacionadas com a informática e eletrónica, como por exemplo, computadores, telemóveis, internet, dispositivos portáteis, etc.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
1. Eu consigo ter boas notas a: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
2. Eu consigo fazer os trabalhos de casa de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
3. Eu vou usar o que aprendo nas seguintes disciplinas na minha futura carreira: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
4. Eu tento dar o meu melhor nas aulas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
5. Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
6. A minha família gostaria que eu escolhesse uma carreira relacionada com:----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
7. Eu interesso-me por carreiras na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
8. Eu gosto das minhas aulas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
9. Eu admiro alguém que trabalha na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
10. Eu sentir-me-ia à vontade em falar com alguém que trabalha nas áreas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
11. Na minha família há alguém que tem uma profissão na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
12. Se eu seguir uma carreira numa das áreas que se seguem, vou ganhar bastante dinheiro: - -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
13. Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
14. Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: ---- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
15. As profissões relacionadas com línguas e humanidades não são reconhecidas no nosso país.	①	②	③	④	⑤
16. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Tecnologias.	①	②	③	④	⑤
17. Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias.	①	②	③	④	⑤
18. Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura.	①	②	③	④	⑤
19. Eu aplico-me nas Tecnologias quando estas são úteis para a escola.	①	②	③	④	⑤
20. Eu gosto de usar Tecnologias nas minhas aulas.	①	②	③	④	⑤
21. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤
22. Eu sei que consigo realizar tarefas que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤
23. Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura.	①	②	③	④	⑤
24. Eu empenho-me nas atividades que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
25. Eu gosto de atividades que envolvam Engenharia.	①	②	③	④	⑤
26. Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
27. A minha família interessa-se pelas minhas aulas de Ciências.	①	②	③	④	⑤
28. A minha família encoraja-me para estudar Ciências.	①	②	③	④	⑤
29. Eu vou conseguir entrar numa boa universidade, num curso na área de:----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
30. Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
31. Eu irei ter uma carreira profissional de sucesso, com contributos importantes para a Ciência.	①	②	③	④	⑤

32. Eu irei ter uma profissão relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
33. Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa.	①	②	③	④	⑤
34. Os cientistas fazem uma grande diferença na nossa sociedade.	①	②	③	④	⑤
35. Ter uma carreira científica seria desafiante.	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
36. Eu gostava de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas.	①	②	③	④	⑤

PARTE IV- Atitudes

	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
1. Divirto-me a estudar física	①	②	③	④	⑤
2. Compreendo facilmente o que é explicado em Física	①	②	③	④	⑤
3. Consigo ter bons resultados sem dificuldade a Física	①	②	③	④	⑤
4. Nos dias que há Física tenho mais vontade de ir à escola	①	②	③	④	⑤
5. Penso que a disciplina de Física devia ser obrigatória	①	②	③	④	⑤
6. Para mim Física é uma disciplina difícil	①	②	③	④	⑤
7. Estudar Física dá-me alegria	①	②	③	④	⑤
8. A disciplina de Física é importante para a minha vida	①	②	③	④	⑤
9. Acho que estudar Física é perda de tempo	①	②	③	④	⑤
10. A expressão Física provoca-me uma sensação desagradável	①	②	③	④	⑤
11. Percebo a aplicação prática da Física	①	②	③	④	⑤
12. Ir para as aulas de Física é agradável	①	②	③	④	⑤
13. Para mim é fácil ser bom aluno a Física	①	②	③	④	⑤
14. Sinto que resolver as atividades de Física é útil para mim	①	②	③	④	⑤
15. Quando me aparece um problema de Física tenho vontade de o resolver	①	②	③	④	⑤
16. Gosto de estudar Física	①	②	③	④	⑤
17. Penso que a Física é útil no dia-a-dia	①	②	③	④	⑤
18. Tenho boas notas a esta disciplina facilmente	①	②	③	④	⑤
19. Para mim é fácil resolver problemas de Física	①	②	③	④	⑤
20. O meu interesse por Física vai diminuindo ao longo do tempo	①	②	③	④	⑤
21. Realizo as atividades de Física com facilidade	①	②	③	④	⑤
22. Seria bom deixar de estudar Física	①	②	③	④	⑤

	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
23. Resolver problemas de Física desanima-me	①	②	③	④	⑤
24. A disciplina de Física irrita-me	①	②	③	④	⑤
25. Estudar Física dá-me competência	①	②	③	④	⑤
26. Estudar Física tranquiliza-me	①	②	③	④	⑤

PARTE V

Para quem considera a disciplina de **Física** mais adequada? (assinale com uma X)

				
Só para rapaz	Mais para rapaz do que para rapariga	Para rapaz e rapariga, de igual forma	Mais para rapariga do que para rapaz	Só para rapariga