

**Universidade de Lisboa**



Contribuição de uma abordagem CTSA para as aprendizagens no  
tópico aspetos quantitativos das reações químicas. Um trabalho  
com alunos do 11.º ano

Noele Baptista Peres

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

Relatório da prática de ensino supervisionada orientado pela Professora Doutora  
Mónica Luísa Mendes Baptista

**2019**



# Agradecimentos

À Professora Mónica Baptista e Teresa Conceição, agradeço a disponibilidade, apoio e compreensão durante as várias etapas deste trabalho.

À professora Celeste Ferreira, agradeço a disponibilidade para acompanhar o meu trabalho, os seus conselhos e a contribuição decisiva para a melhoria das minhas intervenções.

Aos alunos, que participaram neste trabalho, agradeço a disponibilidade, a boa disposição, a colaboração e a energia positiva que transmitiram tornando a realização deste trabalho mais fácil e possível.

Aos meus colegas de mestrado, por partilharem ideias e pela contribuição para a concretização deste trabalho.

À minha família e amigos, em particular aos meus pais pelo apoio, ao Marco e à Ana, pelo suporte nos momentos mais difíceis e à Adriana e à Maria, pelas brincadeiras que me fizeram esquecer as dificuldades.

A todos aqueles, que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.



# Resumo

Este trabalho tem como finalidade conhecer como é que uma abordagem CTSA contribui para as aprendizagens dos alunos na temática “aspectos quantitativos das reações químicas”, da unidade “Equilíbrio Químico”, do programa de Química da disciplina de Física e Química A, do 11.º ano de escolaridade do Ensino Secundário. Para dar resposta a esta problemática pretende-se identificar as dificuldades que os alunos sentiram durante a realização das tarefas, recorrendo a uma abordagem CTSA, as aprendizagens realizadas e a avaliação que fazem do uso dessas tarefas.

As intervenções foram realizadas numa turma do 11.º ano constituída por 26 alunos. A proposta didática está organizada numa sequência de cinco aulas, duas de 90 minutos e três de 135 minutos. A totalidade das intervenções contempla o desenvolvimento de cinco tarefas de cariz investigativo, recorrendo a uma abordagem CTSA.

Foi utilizada uma metodologia de investigação qualitativa, em que a recolha de dados foi efetuada recorrendo a entrevistas em grupo focado, aos registos escritos dos alunos e a notas de campo resultantes da observação das aulas. Os resultados demonstraram que os alunos sentiram dificuldades do tipo concetual, processual, social, atitudinal e axiológico. Os resultados revelaram também que os alunos superaram as dificuldades e aprenderam novos conceitos, desenvolveram novas competências e estabeleceram relações CTSA. As aprendizagens realizadas envolveram a mobilização de conhecimentos, o estabelecimento de relações entre conceitos, a seleção e resumo de informação, tirar conclusões e o trabalho em grupo. Os resultados mostraram ainda que os alunos avaliaram as tarefas como promotoras das aprendizagens e da literacia científica.

**Palavras chave:** Abordagem CTSA, tarefas de investigação, investigação qualitativa, aspectos quantitativos das reações químicas, literacia científica.



# Abstract

This work aim is to know how a STSE approach, concerning quantitative aspects of chemical reactions, contributes to 11<sup>th</sup> grade students' learning. To respond to this problem, we intend to identify the difficulties experienced by the students during the development of the tasks using STSE approach, the learning performed and their evaluation on the use of these tasks.

The work was conducted in an 11<sup>th</sup> grade class involving 26 students. The didactic proposal is organized in a sequence of five lessons, two of 90 minutes and three of 135 minutes. The didactic proposal includes the development of five inquiry tasks, using a STSE approach.

A qualitative research methodology was used. Data collection was performed using focused group interviews, written documents of the students and field notes of the teacher, concerning of observation of the lessons. The results showed that the students felt conceptual, procedural, social, attitudinal and axiological difficulties. The results also revealed that the students overcame the difficulties and learned new concepts, developed new competencies and established STSE relations. The learning carried out by the students involved knowledge mobilization, relationships between concepts, selection and summary information, draw conclusions and work in group. The results also showed that the students evaluated the inquiry tasks as promoters of learning and scientific literacy.

**Keywords:** STSE approach, inquiry tasks, qualitative research, quantitative aspects of chemical reactions, scientific literacy.



# Índice Geral

<b>Índice de Figuras</b>	<b>I</b>
<b>Índice de Quadros</b>	<b>I</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Organização do trabalho . . . . .	4
<b>2 Enquadramento teórico</b>	<b>5</b>
2.1 Educação em ciências . . . . .	5
2.2 Abordagem CTSA . . . . .	9
2.3 Estratégias de ensino . . . . .	13
<b>3 Unidade de ensino</b>	<b>17</b>
3.1 Enquadramento curricular . . . . .	17
3.2 Dificuldades dos alunos no tópico “aspetos quantitativos das reações químicas” . . . . .	21
3.3 Organização da proposta didática . . . . .	23
3.4 Descrição das tarefas . . . . .	29
3.5 Avaliação . . . . .	39
<b>4 Métodos e procedimentos</b>	<b>41</b>
4.1 Método de investigação . . . . .	42
4.2 Participantes . . . . .	43
4.3 Recolha de dados . . . . .	44
4.3.1 Entrevista . . . . .	44
4.3.2 Documentos escritos . . . . .	46
4.3.3 Observação . . . . .	48
4.4 Análise de dados . . . . .	49

<b>5 Resultados</b>	<b>53</b>
5.1 Dificuldades dos alunos na aprendizagem . . . . .	53
5.2 Aprendizagens realizadas pelos alunos . . . . .	66
5.3 Avaliação dos alunos . . . . .	75
<b>6 Discussão, conclusão e reflexão final</b>	<b>79</b>
6.1 Discussão dos resultados . . . . .	80
6.2 Conclusão . . . . .	85
6.3 Reflexão final . . . . .	86
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>89</b>
<b>A Planificação das aulas</b>	<b>95</b>
<b>B Recursos educativos: tarefas</b>	<b>159</b>
<b>C Instrumentos de avaliação</b>	<b>179</b>
<b>D Guião da entrevista em grupo focado</b>	<b>197</b>

# Índice de Figuras

2.1	Diferentes dimensões das atividades de investigação, adaptado de Wellington (2000). . . . .	15
3.1	Mapa de conceitos da subunidade “aspectos quantitativos das reações químicas”. . . . .	20



# Índice de Quadros

3.1	Momentos de aula e respetiva duração para cada uma das cinco tarefas realizadas. . . . .	25
3.2	Metas curriculares de cada uma das cinco tarefas realizadas, retirado de Fiolhais et al. (2014). . . . .	28
3.3	Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 1: Reações químicas. Equações químicas: escrita e acerto. . . . .	31
3.4	Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso. . . . .	33
3.5	Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 3: Rendimento de uma reação química. . . . .	35
3.6	Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual. . . . .	37
3.7	Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico. . . . .	38
4.1	Categorias e subcategorias de análise e instrumentos de recolha de dados para as questões orientadoras em estudo. . . . .	51



# Introdução

---

## Conteúdos

---

<b>1.1 Organização do trabalho</b> . . . . .	<b>4</b>
--	----------

---

As permanentes mudanças socioeconómicas, culturais e políticas colocam novos e constantes desafios aos sistemas educativos. A sociedade atual, marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, exige cidadãos com uma educação diversificada e cientificamente cultos. Apenas cidadãos críticos, autónomos e portadores das competências adequadas à resolução de problemas em contexto real estão capacitados para tomar decisões conscientes e fundamentadas acerca do mundo em que estão inseridos e perceber as reais consequências dos seus atos, escolhas e opções (Fernandes et al., 2017).

Com a entrada no século XXI, o acesso à informação encontra-se muito mais facilitado. A forma como acedemos à informação é muito mais diversificada (através de jornais, televisão, redes sociais, etc). No entanto, não significa que estejamos mais informados. A escola assume aqui um lugar de destaque, na descodificação da informação, ao fornecer as ferramentas necessárias para a sua análise. Para alguma dessa informação é necessário que os alunos tenham conhecimentos sobre ciência e tecnologia e os consigam mobilizar para compreender os fenómenos e, por vezes, tomar decisões. Este facto pressupõe que indivíduos cientificamente literados possam desempenhar os seus direitos e obrigações sociais (Fernandes, 2011). Torna-se assim importante promover a literacia científica dos alunos, contribuindo para o reforço da confiança e da independência intelectual necessárias

a uma participação ativa e responsável quando confrontados com os dilemas da ciência e da tecnologia na sociedade (Evagorou & Osborne, 2010).

Ademais, no ensino das ciências pretende-se desenvolver e proporcionar ambientes de aprendizagem que estimulem os alunos no seu pensamento crítico e criativo (Galvão et al., 2006). O professor de ciências assume-se como um mediador privilegiado entre a escola e o meio envolvente (Reis, 2006). Neste sentido, o professor deve procurar organizar e planejar as suas aulas de forma a ajudar os alunos a atribuir significado às suas experiências da vida real associadas aos avanços da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente em que se inserem. Durante este processo, além de procurar criar situações que possibilitem aos alunos desenvolver experiências pessoais e do quotidiano, o professor deve ter em consideração as eventuais diferenças socioculturais e estilos cognitivos diferentes dos alunos. Desta forma, a abordagem CTSA, como promotora da literacia científica, apresenta-se como o caminho a seguir para alcançar os objetivos pretendidos.

A abordagem CTSA surge como uma oportunidade para aprender, ver e analisar a ciência num contexto mais amplo, reconhecendo a diversidade de alunos e contextos escolares (Pedretti & Nazir, 2011). Fernandes et al. (2017) referem que para implementar uma abordagem CTSA no ensino é necessária a contextualização dos aspetos científicos, tecnológicos e sociais em simultâneo, reforçando a ideia de que é fundamental proporcionar situações de ensino que levem os alunos a constatar a importância da utilização da ciência e da tecnologia no quotidiano, assim como o impacto dessa utilização no ambiente. Por fim, destacam a necessidade de centrar o ensino em temas científicos relevantes e controversos, promovendo, dessa forma, a aprendizagem de conceitos científicos partindo de exemplos do quotidiano. A abordagem CTSA está presente em diversos programas de ciências em todo o mundo. Reajustada aos contextos de cada país e adaptada ao longo dos tempos, esta abordagem tem surgido em programas científicos que são frequentemente vistos como veículos para alcançar metas como “ciência para todos” e “literacia científica”, assim como para melhorar a participação de alunos

## Capítulo 1. Introdução

---

desinteressados pelo estudo da ciência (Aikenhead, 2005).

Em Portugal, a abordagem CTSA é visível, desde o início do século, nos programas de ciências (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006), em particular nas “Orientações Curriculares” do 3.º ciclo do Ensino Básico (Galvão et al., 2001) e no programa da disciplina de Física e Química A (Martins et al. 2001). Apesar das mudanças de políticas em relação às orientações curriculares, em 2013, o programa atual da disciplina de Física e Química A (Fiolhais et al., 2014) sugere que, na abordagem dos conceitos científicos, o professor recorra a situações do quotidiano, a avanços recentes da ciência e outras situações consideradas socialmente relevantes. Este documento, define objetivos gerais e fornece orientações aos professores que são compatíveis com o desenvolvimento CTSA.

A utilização de estratégias de ensino que envolvam ativamente os alunos em sala de aula e que permitam o desenvolvimento de competências, apresenta-se como uma solução para contrariar as dificuldades no ensino das ciências. No presente trabalho, estas estratégias, passam pela utilização de tarefas de investigação que proporcionam aos alunos o desenvolvimento do raciocínio, pensamento crítico e argumentação (Lederman, 2002). Estas tarefas apresentam-se, ainda, como a ferramenta a utilizar para a promoção de uma abordagem CTSA e, conseqüentemente, da literacia científica. Desta forma, o presente trabalho pretende conhecer como é que uma abordagem CTSA contribui para as aprendizagens dos alunos na temática “aspectos quantitativos das reações químicas”. Para dar resposta a esta problemática foram formuladas as seguintes questões orientadoras deste trabalho:

- Que dificuldades sentiram na aprendizagem do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas, recorrendo a uma abordagem CTSA?
- Que aprendizagens realizam os alunos, no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”, quando desenvolvem tarefas baseadas numa abordagem CTSA?

- Que avaliação é que os alunos fazem da utilização das tarefas propostas, baseadas numa abordagem CTSA, no ensino do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”?

### 1.1 Organização do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo, efetua-se uma breve introdução ao trabalho, apresenta-se a sua problemática e as questões orientadoras. No segundo capítulo, realiza-se o enquadramento teórico recorrendo a três secções. Na primeira secção é abordada a educação em ciências e as suas finalidades. Na segunda secção, apresentam-se as perspetivas da abordagem CTSA e o seu enquadramento no ensino das ciências. Por fim, na terceira secção, abordam-se as estratégias de ensino.

No terceiro capítulo, constituído por quatro secções, apresenta-se a unidade de ensino. Na primeira secção, efetua-se o enquadramento curricular do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” e na segunda secção são abordadas as dificuldades dos alunos no tópico. Na terceira secção, apresenta-se a organização da proposta didática, seguindo-se a descrição das tarefas na quarta secção e por fim, na quinta secção, apresenta-se a avaliação a utilizar. O quarto capítulo é dedicado aos métodos e procedimentos, encontrando-se dividido em quatro secções. Na primeira secção aborda-se o método de investigação utilizado. Na segunda secção caracterizam-se os participantes. Os instrumentos de recolha de dados são descritos na terceira secção e a forma como vão ser analisados é apresentada na quarta secção, designada análise de dados.

No quinto capítulo, são apresentados os resultados para cada uma das três questões orientadoras do presente trabalho. Por fim, no sexto capítulo, discutem-se os resultados, apresentam-se as conclusões e efetua-se uma reflexão final sobre a importância do presente trabalho para a prática profissional.

# Enquadramento teórico

---

## Conteúdos

---

<b>2.1</b>	<b>Educação em ciências</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Abordagem CTSA</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Estratégias de ensino</b> . . . . .	<b>13</b>

---

O presente capítulo apresenta um enquadramento teórico da problemática que orienta este trabalho e encontra-se dividido em três secções. Na secção 2.1 aborda-se a educação em ciências e apresentam-se alguns marcos históricos, desde o início do século XIX até aos dias de hoje. Na secção 2.2 são descritas as perspetivas da abordagem CTSA e o seu enquadramento no ensino das ciências. Por fim, na secção 2.3 apresentam-se as estratégias de ensino utilizadas para implementar a abordagem CTSA, em particular o ensino por investigação.

## 2.1 Educação em ciências

Pautado por marcos históricos importantes, a ciência é objeto de estudo nas escolas americanas e europeias desde os meados do século XIX. Na época, a comunidade científica argumentava que o mundo era dominado pela ciência e pela tecnologia e que o ensino das ciências dotaria os alunos de uma formação intelectual de nível superior marcada não pela lógica dedutiva, que caracterizava a maioria da educação formal, mas pelos processos indutivos de observar o mundo natural e retirar conclusões a partir dele. Os estudantes aprenderiam esta forma

de pensar através da realização de inquéritos e investigações independentes em laboratórios. Uma atitude de independência ajudaria a proteger os indivíduos contra autoritarismos, permitindo-lhes participar de uma forma plena e eficaz numa sociedade aberta e democrática (DeBoer, 2000). Até ao início da década de 30, do século passado, foi privilegiada a atenção dada aos currículos, em detrimento dos objetivos iniciais do ensino das ciências (Vieira, 2007). A visão do ensino das ciências foi-se transformando e à medida que a década de 60 se aproximava, a comunidade das ciências da educação tornava-se cada vez mais interessada no papel estratégico que o conhecimento científico desempenhava na sociedade, especialmente devido ao lançamento do Satélite Sputnik por parte da União Soviética em 1957, refletindo-se nas propostas da *National Society for the Study of Education* (NSSE), dos Estados Unidos da América (USA), que defendem que a educação em ciência deveria ser reformulada, de forma a produzir cidadãos que entendessem a ciência e que fossem solidários com o trabalho dos cientistas (DeBoer, 2000). Outro dos temas em destaque era o da responsabilidade cívica que tinha emergido após a segunda guerra mundial e que estava relacionada tanto com as ameaças, como com as promessas da ciência. A evolução da ciência, na década de 50, foi de tal ordem que levou a que a generalidade da população, na década de 60, apresentasse um défice de conhecimento científico, o sistema de ensino tinha falhado nas suas intenções de generalizar o conhecimento. Surge o “conceito” de “*literacia científica*”, como forma de definir os novos objetivos do ensino das ciências. Em 1963, nos EUA, a *National Science Teachers Association* (NSTA) solicitou a vários cientistas que procurassem definir literacia científica. A maioria destacou o conhecimento de conteúdos de diversas áreas. Contudo, foram poucos os que mencionaram a necessidade de existir uma relação entre ciência e sociedade (DeBoer, 2000). É de destacar que, mesmo após os esforços da comunidade científica, durante as décadas seguintes, o conceito de literacia científica continua a ser bastante abrangente e complexo e não possui uma definição consensual por parte da comunidade científica (Hodson, 2008). Os cursos passaram a caracterizar-se

## Capítulo 2. Enquadramento teórico

---

por um grande rigor científico, destinados a atrair para estas áreas, os estudantes com melhores resultados académicos. O ensino deixou de ter como grande prioridade dotar as pessoas das competências necessárias que lhes permitissem efetuar julgamentos próprios e independentes, sobre assuntos relacionados com a ciência, como defendido no século XIX (Vieira, 2007). A partir dos anos 80, os objetivos do ensino passaram a incluir uma compreensão dos conteúdos científicos, o seu valor intelectual, cultural e disciplinar, assim como a sua aplicação às decisões do quotidiano e à resolução de problemas. Em 1982, nos EUA, a *National Science Teachers Association* (NSTA) defendeu que o objetivo do ensino das ciências seria desenvolver indivíduos cientificamente literados que compreendessem como é que a ciência, a tecnologia e a sociedade se influenciam mutuamente e como mobilizar esses conhecimentos para a tomada de decisões no seu quotidiano (DeBoer, 2000). Um dos fatores dominantes na elaboração dos currículos de ciências passou a ser a sociedade, tornando-se a expressão “ciência para todos” *slogan* em vários países (Galvão et al., 2006). Surgem os currículos que evidenciam a perspetiva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e, posteriormente, os currículos baseados numa abordagem que inclui a dimensão “ambiente”, designada abordagem CTSA, refletindo as preocupações ambientais decorrentes do desenvolvimento tecnológico. A justificação para o ensino das ciências encontra-se bem documentado na literatura, destacando-se a discussão de vários argumentos invocados na justificação de uma educação científica alargada a toda a população (Reis, 2006). O argumento utilitário, o argumento económico, o argumento cultural, o argumento democrático e o argumento moral são apresentados por Reis (2006), assim como uma discussão sobre a definição de “literacia científica” que, segundo o autor e a par de outros autores (Singh & Singh, 2006), tem sido um *slogan* utilizado para alcançar o objetivo de mobilizar a sociedade em torno de determinadas propostas e ideias de mudança relativamente à educação em ciências.

A literacia científica explora os valores sociais, as crenças e a influência sobre a forma como ocorrem os desenvolvimentos científicos e tecnológicos (Chowdhury,

2016). Contudo, o conceito de literacia científica é bastante abrangente e continua a apresentar vários significados. DeBoer (2000) refere que deverá sempre implicar uma compreensão da ciência alargada e funcional. Um dos objetivos da literacia científica passa por formar cidadãos bem informados e cultos que possuam conhecimentos acerca da ciência e do seu efeito sobre a sociedade. O desenvolvimento de competências que permitam aos alunos exercer atividades profissionais, nas quais a ciência e a tecnologia assumam um papel fundamental é outros dos objetivos. Por fim, destaca-se o objetivo de preparar cidadãos que criem empatia com a ciência, compreendam a natureza e a importância da tecnologia, assim como a sua relação com a ciência (DeBoer, 2000). Os diversos significados de literacia científica conduzem-nos a dois pontos de vista (Holbrook & Rannikmae, 2009). O primeiro partilhado por aqueles que defendem um papel central para o conhecimento científico e o segundo partilhado por aqueles que olham para a literacia científica como sendo útil para a sociedade. O segundo “ponto de vista” engloba a visão de longo prazo e encara a literacia científica como um requisito para o desenvolvimento de competências que permitam dar resposta aos desafios de um mundo em rápida transformação. Para melhorar a literacia científica dos cidadãos, esta deve ser vista como um processo contínuo ao longo da vida, passando a ser encarada como um processo de valorização pessoal e participação cívica (Liu, 2009).

Desde o início do século que estudos publicados na literatura, procuram alertar que o ensino das ciências tem vindo a ser alvo de críticas por se constatar que não satisfaz as necessidades da sociedade atual, dados os reduzidos níveis de literacia científica apresentados pelas populações (Martins, 2002). A orientação dos currículos de ciências, seguindo a perspetiva CTS, apresenta-se como uma das vias para minimizar esse desfasamento. No entanto, a sua implementação apresentava constrangimentos como a diversidade de significados CTS, passando pela organização do sistema de ensino assim como as finalidades da educação em ciências nos vários níveis de ensino (Martins, 2002).

## Capítulo 2. Enquadramento teórico

---

Desde então, em Portugal, os indicadores sobre escolarização e abandono escolar têm melhorado, resultados influenciados pela mudança dos programas do ensino Básico e Secundário que evoluíram, no sentido de maior aproximação a orientações adotadas em outros países. Contudo, o Currículo Nacional do Ensino Básico foi revogado em 2011 e substituído por metas curriculares em 2013, apesar destas alterações terem sido consideradas por alguns autores como injustificadas e carentes de avaliação justa (Martins, 2014). Martins (2014) refere que estas metas curriculares são “centradas quase exclusivamente em conteúdos tradicionais/canónicos de ciências” e que caberá às instituições de formação de professores ter a clarividência suficiente para se guiarem por princípios de educação partilhados por organismos internacionais” (p. 60). Destes princípios, destaca como prioridades a melhoria da qualidade da educação, através da garantia das competências essenciais, a melhoria da formação inicial e contínua dos professores, o reforço da investigação científica em educação e a promoção de oportunidades de educação ao longo da vida.

### 2.2 Abordagem CTSA

A abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade) surgiu ainda nos anos 70 do século passado com a publicação de um artigo na revista *Science Education* por Jim Gallagher (Gallagher, 1971), onde referiu que para os futuros cidadãos de uma sociedade democrática, a compreensão das relações da ciência, da tecnologia e da sociedade seriam tão importantes como a compreensão dos conceitos e processos da ciência. Partindo deste princípio procurou defender um modelo mais amplo para o ensino das ciências que incluía a compreensão das dimensões conceituais e do processo da ciência, assim como a sua relação com a tecnologia e a sociedade. Com o decorrer dos anos novas realidades sociais e políticas, como o olhar mais atento para a ciência e a responsabilidade social, o desejo de humanizar a ciência ou o movimento ambiental, propiciaram um terreno fértil,

no qual o movimento pela educação, ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, CTSA, emergiu (Aikenhead, 2003).

O movimento CTS desenvolveu-se na Europa e nos Estados Unidos da América, EUA, segundo duas tendências dependentes do entendimento da contextualização social e da tecnologia (Fontes & Silva, 2004). Na Europa, particularmente na Universidade de Edimburgo (1970), a abordagem CTS baseava-se na sociologia da ciência, apresentava características mais teóricas e estava mais orientada para a investigação académica do que para a divulgação científica. Nos Estados Unidos da América, EUA, a abordagem CTS destacava as consequências ambientais e sociais dos produtos da ciência e da tecnologia, assim como os problemas éticos daí resultantes. Esta abordagem CTS era possuidora de uma perspetiva mais ativista, com carácter mais prático, traduzindo-se em protestos e manifestações sociais.

Ao longo da história, o movimento CTS foi-se desenvolvendo tendo sido incorporado em vários programas CTS, nomeadamente em três vertentes: na investigação, intervenção política e na educação (Fontes & Silva, 2004). Do ponto de vista educacional, a perspetiva CTS, pode ser considerada como uma das linhas inovadoras e orientadoras do ensino da ciência, sendo possível encontrar na literatura um vasto conjunto de objetivos que esta abordagem apresenta. Fontes e Silva (2004), apresentam cinco objetivos que pretendem traduzir as grandes preocupações deste movimento: (i) “motivar os alunos para a aprendizagem da ciência, tornando-a mais atraente, humanizada, mais próxima dos cidadãos, alargando-a para além da escola”; (ii) “desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual dos alunos”; (iii) “esbater fronteiras entre a ciência e as metaciências, proporcionando uma integração das ciências experimentais com as ciências sociais e promover uma visão social da ciência como atividade coletiva, não elitista”; (iv) “analisar os aspectos políticos, económicos, éticos e sociais da ciência e da tecnologia, como contributo para uma melhor formação científica dos alunos”; (v) “promover a alfabetização científica e tecnológica de todos de modo a pode-

## Capítulo 2. Enquadramento teórico

---

rem exigir dos diferentes poderes (político, militar, económico, religioso) decisões fundamentadas e eticamente responsáveis” (p. 28).

Alguns autores abordam o movimento CTS como um compromisso ético, destacando a necessidade de uma intervenção social pautada por um saber que prepara para uma cidadania responsável e para a tomada de decisões eticamente responsáveis, alertando para o caso de não termos em conta esse compromisso referindo que a ciência pode tornar-se, nesse caso, vítima do seu próprio desenvolvimento (Praia & Cachapuz, 2005).

A Educação CTS pode apresentar-se numa diversidade de abordagens, vistas como complementares procurando incorporar os alunos num aspeto particular da ciência no seu contexto social (Ziman, 1994). No contexto do ensino por pesquisa (EPP), alguns autores, realçam as seguintes abordagens (Cachapuz et al., 2002): (i) “Transdisciplinar” que pretende articular as ciências entre si e com outros domínios do saber; (ii) “Histórica” que pretende mostrar como é que a ciência e a tecnologia evoluíram com a sociedade; (iii) “Social” que destaca a ciência e a tecnologia como empreendimentos sociais; (iv) “Epistemológica” que discute a natureza do próprio conhecimento científico, os seus limites assim como a validade dos enunciados; (v) “Problemática” que recorre a questões sociocientíficas da atualidade como contextos de relevância para o desenvolvimento e aprofundamento de conceitos.

Pedretti e Nazir (2011), por sua vez, identificaram vários tipos de perspectivas CTSA, classificando-os em seis correntes com o intuito de fornecer uma ferramenta didática que permita esclarecer e compreender escolhas e práticas no contexto da abordagem CTSA. As seis correntes diferem entre si pelo foco, abordagens dominantes e objetivos. Da primeira, designada por “Projeto/aplicação”, destaca-se a ligação entre ciência e tecnologia. Centra os estudantes na resolução de problemas, através da conceção de novas tecnologias ou modificando as já existentes. Apresenta particular ênfase na transmissão de conhecimento disciplinar e no desenvolvimento de competências técnicas e de investigação. Por consequência, as

abordagens dominantes tendem a combinar esforços para incentivar competências cognitivas de maior ordem com trabalho pragmático, experiencial e criativo na aplicação do conhecimento científico adquirido. A segunda corrente, designada por “Histórica”, concentra-se em aumentar a compreensão dos alunos com a incorporação histórica e sociocultural das ideias científicas e do trabalho dos cientistas. A terceira baseia-se no princípio fundamental de que qualquer questão sociocientífica, por mais complexa que seja, pode ser efetivamente tida em consideração pela ciência. Esta corrente é designada por “Raciocínio lógico” e tem como foco a melhoria da compreensão do aluno e/ou a tomada de decisões sobre questões sociocientíficas, incentivando-os a pensar “a maneira como os cientistas fazem”. A quarta corrente, designada por “Centrada em valor”, centra-se na compreensão do aluno e/ou a tomada de decisões sobre questões sociocientíficas, através de uma compreensão explícita de ética e raciocínio moral. O objetivo geral desta corrente indicia ser a promoção da cidadania e da responsabilidade cívica, através da troca de ideias. A corrente “Sociocultural” apresenta-se como uma quinta corrente que enfatiza a ideia que a ciência é apenas uma forma de conhecimento. O objetivo geral é contribuir para a valorização da ciência, como uma importante conquista cultural e intelectual, incorporada em sociedades complexas e diversificadas. A ciência é vista como um recurso significativo que todas as pessoas podem utilizar e para a qual podem contribuir, mas que ao mesmo tempo não é necessariamente uma forma superior de conhecimento. Por fim, na sexta corrente, designada por “Socioecojustiça”, reside o sentimento que o objetivo principal da educação em ciências seria o de formar ativistas que lutariam pelo que é correto, bom e justo. Na corrente de ecojustiça o foco não é apenas compreender os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, mas sim na crítica e na resolução desses problemas através da ação humana. Os defensores desta corrente acreditam que as outras correntes CTSA não vão suficientemente longe, na educação dos alunos, sobre os fatores políticos e económicos que influenciam a ciência e a educação em ciências, nem fornecem aos alunos as

ferramentas necessárias para transformar ativamente a sociedade.

Apesar dos resultados alcançados com a introdução da perspectiva CTS, nos currículos nacionais, que se refletiram numa maior motivação dos alunos para as ciências e tecnologias e na melhoria das suas competências, alguns autores (e. g., Martins, 2014), alertam para a existência de perspectivas para o ensino das ciências centradas no conhecimento factual, que consideram que as metodologias de ensino devem ser orientadas para os conteúdos de ciências assim como para alguns processos, como são exemplo os processos necessários à realização de atividades laboratoriais de cariz verificativo.

### 2.3 Estratégias de ensino

As estratégias de ensino, adotadas pelos professores, além de terem em consideração as orientações curriculares, devem procurar estar centradas nos alunos, proporcionando a possibilidade de desenvolvimento de experiências educativas que permitam aos alunos observar o meio envolvente, formular problemas de investigação, recolher material e proceder à sua organização, analisar, criticar e discutir notícias de revistas, jornais e televisão assim como planear pesquisas e realizar atividades experimentais (NGSS, 2013). As tarefas de investigação posicionam-se, assim, como uma das estratégias educativas a seguir, apresentando-se como um importante instrumento na promoção de uma abordagem CTSA no ensino das ciências e na promoção da literacia científica. Este tipo de tarefas permite potenciar o desenvolvimento de diversas competências durante a sua realização, de uma forma gradual.

O envolvimento dos alunos, em tarefas de investigação, proporciona uma oportunidade de se familiarizarem com os processos da ciência, combinando os seus conceitos com a sua compreensão. Dada a sua natureza, a resolução deste tipo de tarefas contribui para a realização de aprendizagens mais significativas (Monk & Dillon, 1995). As tarefas desafiantes e que admitem diversas possibilidades

de resolução assim como várias respostas possíveis, geralmente classificadas como tarefas abertas, permitem aos alunos compreender os fenómenos que os rodeiam e, em simultâneo, desenvolver o pensamento crítico, o raciocínio e a argumentação (Lederman, 2002). A resolução deste tipo de tarefas requiere, por parte dos alunos, um trabalho atento de interpretação da situação, a precisar ou reformular as questões a investigar. Mais do que disponibilizarem um contexto, para a aplicação dos conceitos aprendidos, estas tarefas têm como grande potencialidade a possibilidade de serem utilizadas para promover o desenvolvimento de novos conceitos (Ponte et al., 2011).

As atividades de investigação podem apresentar diferentes graus de estruturação, orientação e abertura (Wellington, 2000). Algumas têm uma resposta correta, outras não, podendo envolver situações reais ou imaginárias. A duração das atividades pode ser bastante distinta. Algumas são atividades de resolução de problemas, mas nem todas as investigações precisam de ser de resolução de problemas. A Figura 2.1 apresenta as diferentes dimensões das atividades de investigação apresentadas por Wellington (2000). Os eixos representados na Figura 2.1, não são independentes. O primeiro eixo, de professor ativo para aluno ativo, mostra uma situação contínua com dois extremos. Num dos extremos são os alunos que colocam as questões de investigação e no outro extremo é o professor que elabora todas as questões. No segundo eixo, igualmente contínuo, varia de um extremo em que as investigações são classificadas como fechadas e a investigação tem apenas um caminho a seguir, possibilitando a existência de uma única solução, até ao extremo oposto onde se classificam como abertas e existem várias respostas para as questões levantadas e diversos caminhos a seguir. Finalmente, o terceiro eixo apresenta, num dos extremos, atividades diretas e estruturadas e no extremo oposto atividades indiretas e não estruturadas.

Alguns críticos, do ensino recorrendo a atividades de investigação, argumentam que haverá “menos tempo para o conteúdo”. No entanto, este tipo de ensino poderá despoletar a motivação para a aprendizagem dos conteúdos (Wellington,

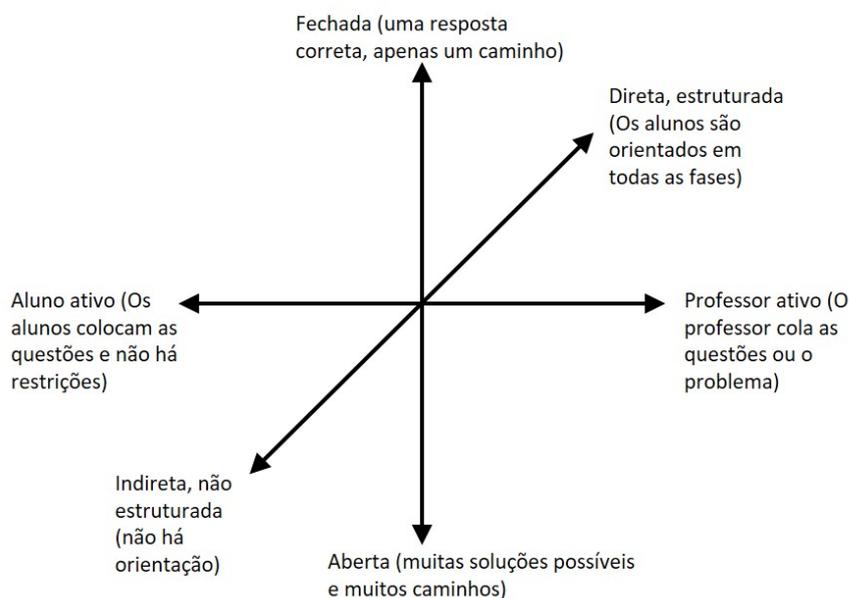


Figura 2.1: Diferentes dimensões das atividades de investigação, adaptado de Wellington (2000).

2000). As tarefas de investigação podem ainda constituir um desafio para o professor, devido à necessidade de estruturar as tarefas e adaptá-las ao contexto dos alunos e da turma, de gerir simultaneamente os grupos na sala de aula e o tempo de aula que permita a sua resolução (Conceição et al. 2016).

Têm sido desenvolvidos vários estudos nos quais se recorre ao ensino por investigação. Por exemplo, no estudo de Baptista et al. (2013) participaram 39 alunos pertencentes a duas turmas do 8.º ano de escolaridade do ensino básico. Este estudo teve como objetivo conhecer como é que os alunos encaram uma nova situação de aprendizagem, identificando que dificuldades encontram no desenvolvimento de tarefas de investigação e o modo como as superam (Baptista et al., 2013). Foram implementadas na sala de aula sete tarefas de investigação, durante quatro meses. Os dados resultantes, desta investigação qualitativa, foram recolhidos recorrendo a métodos de observação naturalista, entrevista em grupo focado e documentos escritos. Os autores identificaram três domínios em que os alunos sentiram dificuldades: modo de trabalho; natureza da tarefa e tipo de linguagem. Este estudo demonstrou que o envolvimento dos alunos em tarefas de investiga-

ção permite auxiliar os alunos a superar as suas dificuldades, promovendo, em simultâneo, o desenvolvimento de competências em diversos domínios, conhecimento sobre o tema lecionado, raciocínio, comunicação e atitudes. Os alunos mostraram interesse e gosto pela estratégia de ensino e as tarefas de investigação contribuíram para o aumento da predisposição dos alunos para aprender física.

No estudo de Matoso e Freire (2013), participaram 94 alunos de quatro turmas do 8.º ano de escolaridade do ensino básico. Com a finalidade de descrever as mudanças ocorridas nas perceções dos alunos quando utilizam tarefas de investigação no ensino das reações químicas, os autores recorreram a um método de investigação misto. A recolha de dados foi efetuada recorrendo a questionários, entrevistas em grupo focado e documentos escritos. Matoso e Freire (2013) destacam que os resultados obtidos evidenciam mudanças relativas ao papel do aluno, em particular na troca de ideias, na participação nas tarefas e no trabalho de grupo. Estas mudanças estão relacionadas com o modo de aprender, especialmente na pesquisa de informação, planificação e realização de trabalho laboratorial.

# Unidade de ensino

---

## Conteúdos

---

<b>3.1</b>	<b>Enquadramento curricular . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Dificuldades dos alunos no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Organização da proposta didática . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Descrição das tarefas . . . . .</b>	<b>29</b>
<b>3.5</b>	<b>Avaliação . . . . .</b>	<b>39</b>

---

Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. Na secção 3.1 apresenta-se a unidade de ensino e o respetivo enquadramento curricular da subunidade programática “aspectos quantitativos das reações químicas”. Posteriormente, na secção 3.2 descrevem-se as dificuldades dos alunos na referida subunidade, seguindo-se a exposição da proposta didática e das tarefas, nas secções 3.3 e 3.4, respetivamente. Por fim, efetua-se uma descrição breve sobre a avaliação dos alunos.

## 3.1 Enquadramento curricular

O presente trabalho envolveu a lecionação, no ano letivo 2017/2018, da subunidade programática “aspectos quantitativos das reações químicas” que é parte integrante da unidade “equilíbrio químico”, do programa de química da disciplina de Física e Química A, do 11.º ano de escolaridade do ensino secundário, do curso

científico-humanístico de ciências e tecnologias (Fiolhais et al., 2014). Nas linhas orientadoras do programa da unidade curricular e das metas curriculares (Fiolhais et al., 2014), destacam-se as seguintes finalidades:

- Proporcionar aos alunos uma base sólida de capacidades e conhecimentos de química e física, assim como dos valores da ciência dotando os alunos de competências que permitam investigar, questionar, especular e envolver-se em comunicações de e sobre ciência com o objetivo de alcançar um maior bem estar social.
- Promover o reconhecimento da importância da física e da química na compreensão dos diversos fenómenos associados ao mundo natural assim como da importância para o desenvolvimento tecnológico e para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.
- Contribuir para o aumento do conhecimento científico necessário para o prosseguimento de estudos permitindo em simultâneo que o aluno possa efetuar a escolha da área de estudos a prosseguir de forma refletida e consciente.

O programa da disciplina (Fiolhais et al., 2014) define alguns objetivos gerais, que permitem alcançar as finalidades acima referidas, destacando-se a consolidação e aprofundamento de conhecimentos através da compreensão de conceitos, leis e teorias, o desenvolvimento de hábitos e capacidades inerentes ao trabalho científico. O desenvolvimento de competências que levam ao reconhecimento, interpretação e produção de representações da informação científica e do resultado das aprendizagens, assim como a compreensão do modo como o conhecimento científico é construído, validado e transmitido pela comunidade científica são outros dos objetivos principais definidos no programa da unidade curricular (Fiolhais et al., 2014).

O programa da disciplina (Fiolhais et al., 2014) fornece linhas orientadoras que, de uma forma geral, pretendem auxiliar os gestores do currículo a alcançar

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

os objetivos definidos, fazendo referência à importância que a física e a química têm na compreensão do mundo natural e na vida dos seres vivos, sugerindo que a abordagem dos conceitos científicos seja efetuada, sempre que possível, recorrendo a situações do quotidiano, a avanços recentes da ciência e outras situações consideradas socialmente relevantes. Estas linhas orientadoras são complementadas com as metas curriculares que, segundo o Despacho n.º 15971/2012:

identificam os desempenhos que traduzem os conhecimentos a adquirir e as capacidades que se querem ver desenvolvidas, respeitando a ordem de progressão da sua aquisição. São meio privilegiado de apoio à planificação e à organização do ensino, incluindo a produção de materiais didáticos, e constituem-se como referencial para a avaliação interna e externa, com especial relevância para as provas de ciclo e exames nacionais. (Despacho n.º 15971/2012)

As metas curriculares da disciplina de Física e Química A, do 11.º ano de escolaridade, entraram em vigor no ano letivo de 2016/2017 e são documentos de utilização obrigatória por parte dos professores (Despacho n.º 15971/2012).

Com base no programa e nas metas curriculares o professor deverá ainda ter em consideração as condições particulares de cada turma e escola, permitindo reforçar a motivação dos alunos pela aprendizagem facilitando em simultâneo uma mais fácil concretização de aspetos mais abstratos das ciências em causa. Destaca-se ainda a importância da invocação de situações da história da ciência que permitirá aos alunos compreender o modo como a ciência foi sendo construída. Igualmente importante é a diversidade dos recursos utilizados pelo professor que podem incluir vídeos, animações, simulações computacionais ou excertos de artigos e revistas científicas.

Na Figura 3.1 apresenta-se um mapa de conceitos, evidenciando os conceitos da subunidade “aspetos quantitativos das reações químicas” e as suas relações. Esta subunidade tem como objetivo geral a compreensão das relações quantitativas nas reações químicas e a sua aplicação na determinação da eficiência dessas

reações estando dividida nos seguintes subtópicos (Fiolhais et al., 2014): reações químicas; equações químicas; relações estequiométricas; reagente limitante e reagente em excesso; grau de pureza de uma amostra; rendimento de uma reação química; economia atômica e química verde e a atividade laboratorial 1.1 referente à síntese do ácido acetilsalicílico. Esta subunidade foi lecionada recorrendo a cinco tarefas de cariz investigativo, desenvolvidas segundo uma abordagem CTSA respeitando o programa da disciplina (Fiolhais et al., 2014), permitindo aos alunos desenvolver e potenciar diversas competências do tipo concetual, processual, social, atitudinal e axiológico.

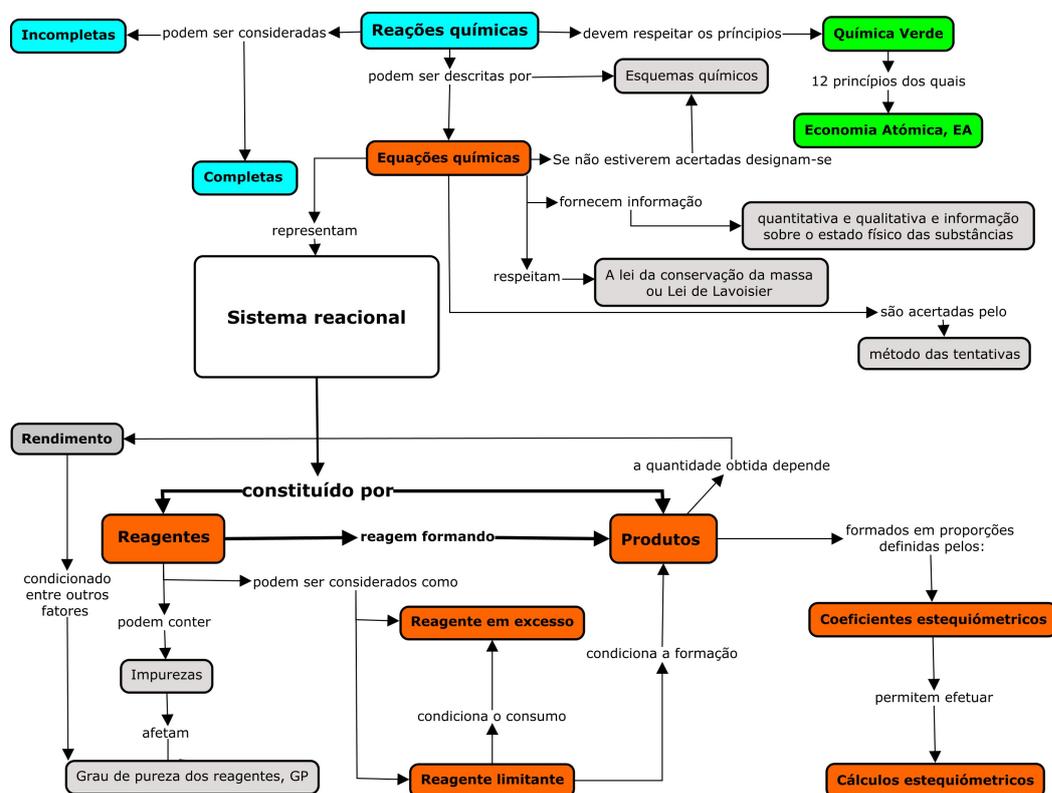


Figura 3.1: Mapa de conceitos da subunidade “aspectos quantitativos das reações químicas”.

## 3.2 Dificuldades dos alunos no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”

O conhecimento e a identificação, por parte dos professores, das dificuldades dos alunos, das concepções alternativas e dos raciocínios geralmente adotados pelos alunos sobre os conceitos abordados no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” é fundamental para elaborar a planificação das aulas e para a formulação e desenvolvimento de recursos didáticos adaptados à realidade de cada turma. As concepções alternativas apresentam uma forte influência nas aprendizagens de novos conceitos, podendo representar uma barreira entre os conhecimentos prévios dos alunos e a aquisição de novos conhecimentos científicos. De entre os temas do domínio da química que geram maiores dificuldades aos alunos, encontram-se a molaridade e a estequiometria (Huddle & Pillay, 1996). Estes conceitos fundamentais são de enorme relevância e imprescindíveis para o estudo da unidade de ensino que culmina com o estudo do “equilíbrio químico”, tema que tem sido alvo de especial atenção, pela dificuldade que representa para os estudantes (Maskill & Cachapuz, 1989). Estas dificuldades podem surgir por diversas razões, desde o facto de alguns conceitos serem abstratos ou simplesmente porque existem palavras que quando utilizadas na linguagem do quotidiano têm outro significado (Huddle & Pillay, 1996).

Na literatura encontram-se publicados diversos trabalhos na área do ensino das ciências e em particular sobre o tema “equilíbrio químico”, verificando-se que é comum encontrar dificuldades que incluem conceitos abordados no subtópico “aspectos quantitativos das reações químicas” (Barke et al., 2009). A identificação destas dificuldades é importante para que o professor possa desenvolver estratégias que levem ao estabelecimento de relações significativas entre o conhecimento científico e as concepções dos alunos (Leão & Kalhil, 2015). Algumas das dificuldades dos alunos advêm ainda de concepções alternativas sobre conceitos que foram sendo abordados em anos anteriores, alguns dos conceitos mais referenciados na

literatura são os conceitos de substância (Silva & Amaral, 2013), mole (Rogado, 2004) e reação química (Kind, 2004).

O presente trabalho centra-se sobretudo nos novos conceitos que são introduzidos no subtópico “aspectos quantitativos das reações químicas”, sendo por vezes difícil de dissociar de conceitos já abordados em anos anteriores, como são exemplo os conceitos de mole e de substância. De entre as várias dificuldades identificadas na literatura sobre os conceitos abordados no referido subtópico, destacam-se as seguintes:

- Conservação da massa: os alunos apresentam confusão entre os conceitos de conservação de átomos, moléculas e massa ou simplesmente não têm em conta a conservação da massa quando solicitados a efetuar cálculos estequiométricos (Mitchell & Gunstone, 1984).
- Conceito de mole: este conceito tem sido alvo de investigação pela comunidade científica devido às grandes dificuldades de compreensão por parte dos alunos, como fatores da existência destas dificuldades surge o pouco tempo dedicado ao desenvolvimento e compreensão do pensamento ao nível atómico-molecular, assim como a fraca compreensão da grandeza constante de Avogadro que representa uma ponte essencial para a transposição entre os níveis macroscópico e submicroscópico (Rogado, 2004).
- Quantidade de matéria e concentração molar: os alunos apresentam dificuldades na distinção entre quantidade de matéria e concentração molar. Os alunos evidenciam possuir dificuldades na interpretação de dados relativos a quantidade de matéria, interpretando os dados como concentrações molares, denotando igualmente dúvidas na utilização do volume. Mostram ainda dificuldades em cálculos estequiométricos e no estabelecimento de relações entre os reagentes e os produtos da reação, principalmente quando os reagentes não estão em quantidades estequiométricas (Barke et al., 2009).
- Grau de pureza de uma amostra: os alunos apresentam dificuldades na

compreensão do conceito de grau de pureza de uma amostra, desde logo porque o conceito “substância” gera ainda alguma confusão (Silva & Amaral, 2013). Os alunos poderão encontrar dificuldades na compreensão que as substâncias não se encontram isoladas na natureza e que a obtenção de amostras com elevado grau de pureza pode implicar o recurso a processos de separação bastante dispendiosos (Housecroft & Constable, 2010).

- Reagente limitante e reagente em excesso: os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso apresentam dificuldades aos alunos assim como a sua utilidade na realização de cálculos estequiométricos. Alguns dos erros identificados na literatura (BouJaoude & Barakat, 2003) passam simplesmente por ignorar a existência, ou não, de um reagente limitante levando à escolha aleatória de um dos reagentes para a realização dos cálculos estequiométricos. Outros dos erros que têm sido reportados na literatura (BouJaoude & Barakat, 2003) são a determinação do reagente limitante considerando o que tiver menor massa ou ignorando as proporções em que os reagentes reagem entre si.

Alguns autores (e. g., Huddle & Pillay, 1996) sugerem que uma das formas de colmatar as dificuldades que os alunos possuem quando iniciam o estudo da temática “equilíbrio químico” passa por consolidar os conhecimentos sobre os conceitos fundamentais e em particular na estequiometria antes de dar início ao estudo de conceitos mais abstratos. A utilização de analogias é fundamental nesta fase, uma vez que parte das dificuldades surgem do facto dos conceitos abordados serem abstratos, como é exemplo o conceito de mole (Huddle & Pillay, 1996).

### 3.3 Organização da proposta didáctica

A proposta didáctica está organizada numa sequência de cinco aulas, duas de 90 minutos e três de 135 minutos. As aulas de 135 minutos são aulas de dois turnos. Um dos turnos é constituído por 12 alunos e o segundo por 14 alunos.

A totalidade das intervenções contempla a realização de cinco tarefas de cariz investigativo (Wellington, 2000), seguindo uma abordagem CTSA.

As tarefas foram desenvolvidas de forma a que cada uma delas fosse realizada em apenas uma aula. A resolução das tarefas, em sala de aula, foi projetada com base no trabalho de Ponte et al. (1998) em que os autores consideram que uma aula de trabalho investigativo distingue-se, em geral, três etapas fundamentais: a introdução da tarefa, o desenvolvimento do trabalho e o momento de discussão e síntese final (Ponte et al., 1998). Desta forma, as tarefas contemplam dinâmicas distintas (Ponte et al., 2011). As aulas que permitiram a realização das tarefas desenvolvidas no presente trabalho contemplam quatro momentos distintos que podem ser classificados como: introdução da tarefa, trabalho autónomo, discussão coletiva e síntese final. Na introdução, o professor desempenha o papel principal, assumindo a responsabilidade de organizar os grupos de trabalho, referindo as linhas gerais da tarefa a realizar, a forma como se vai desenrolar a aula e como é que os alunos são avaliados. Neste primeiro momento de aula são esclarecidas as dúvidas iniciais que podem ter surgido.

No segundo momento, “trabalho autónomo” que pode ser individual ou em grupo, os alunos iniciam o seu trabalho procurando dar resposta às questões ou desafios que a tarefa de investigação pretende lançar. O papel do professor, neste segundo momento, incide numa observação atenta e no fornecimento de *feedback* aos alunos, procurando simultaneamente identificar dúvidas que sejam pertinentes para a discussão coletiva. Nesta fase, o professor deve procurar centrar a aula na atividade dos alunos, nas suas ideias e na pesquisa.

A discussão coletiva pretende ser um momento em que há partilha de resultados através da apresentação dos mesmos por parte dos alunos. Os alunos são igualmente confrontados com estratégias de resolução distintas e solicitados a fundamentar as suas respostas e a questionar os seus colegas. Este momento de aula apresenta-se como fundamental para que os alunos clarifiquem as suas ideias, esclareçam as dúvidas, validem resultados, sistematizem algumas conclu-

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

sões e desenvolvam a linguagem científica (Ponte et al., 1998). Na síntese final, o professor recupera alguns das questões onde os alunos demonstram possuir mais dificuldades procurando enaltecer os pontos centrais da tarefa. Em cada uma das tarefas foi introduzido uma parte suplementar denominada “vai mais além”, em que os alunos são solicitados a aprofundar os conceitos trabalhados e a resolverem questões/problemas adicionais. O trabalho é realizado em sala de aula e em grupo. Por fim, os alunos concluem as tarefas com a resposta às questões de reflexão que são apresentadas, sendo esta fase resolvida de forma individual.

O Quadro 3.1 apresenta, para cada uma das cinco tarefas realizadas pelos alunos, os vários momentos de aula. Na projeção e planificação de cada uma das aulas, o professor optou por realizar vários momentos de “trabalho em grupo”, intercalados pelas respectivas discussões coletivas, com o intuito de permitir uma discussão de ideias e esclarecimento de dúvidas.

As tarefas de investigação propostas no âmbito deste trabalho foram elaboradas tendo em conta o modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006). Este modelo assenta no princípio que a aprendizagem não se processa de forma passiva, promovendo assim uma aprendizagem ativa, onde os alunos são envolvidos em tarefas que vão além da leitura e da escrita. Este modelo permite que o aluno desenvolva competências de análise, investigação, discussão e partilha de opiniões com os seus pares, promovendo igualmente o trabalho em equipa. As tarefas propostas incluem as cinco fases deste modelo: envolver, explorar, explicar, elaborar e avaliar.

Quadro 3.1: Momentos de aula e respetiva duração para cada uma das cinco tarefas realizadas.

Tarefa	Momentos de aula	Duração (min)
1: Reações químicas. Equações químicas: escrita e acerto	1º: Introdução da tarefa	15
	2º: Trabalho autónomo (Atividade nº1 e questão 2)	25
	3º: Discussão coletiva (Questão 2)	10
	4º: Trabalho autónomo (Questões 3 e 4)	20
	5º: Discussão coletiva (Questões 3 e 4)	10
	6º: Trabalho autónomo (Questão 5)	15
	7º: Discussão coletiva (Questão 5)	10
	8º: Síntese final	5

### Capítulo 3. Unidade de ensino

Tarefa	Momentos de aula	Duração (min)
	9º: Trabalho autónomo (Vai mais além)	25
<b>2:</b> Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso	1º: Introdução da tarefa	10
	2º: Trabalho autónomo (Atividade nº1)	7
	3º: Discussão coletiva (Atividade nº1)	5
	4º: Trabalho autónomo (Questões 2 e 3)	13
	5º: Discussão coletiva (Questões 2 e 3)	5
	6º: Trabalho autónomo (Questões 4, 5, 6 e 7)	15
	7º: Discussão coletiva (Questões 4, 5, 6 e 7)	15
	8º: Síntese final	5
	9º: Trabalho autónomo (Vai mais além)	15
<b>3:</b> Rendimento de uma reação química	1º: Introdução da tarefa	10
	2º: Trabalho autónomo (Atividade nº1)	10
	3º: Discussão coletiva (Atividade nº1)	5
	4º: Trabalho autónomo (Questão 2)	10
	5º: Discussão coletiva (Questão 2)	5
	6º: Trabalho autónomo (Questões 3 e 4)	10
	7º: Discussão coletiva (Questões 3 e 4)	10
	8º: Trabalho autónomo (Questões 5, 6 e 7)	25
	9º: Discussão coletiva (Questões 5, 6 e 7)	15
	10º: Síntese final	10
	11º: Trabalho autónomo (Vai mais além)	15
<b>4:</b> Química verde e economia atómica percentual	1º: Introdução da tarefa	7
	2º: Trabalho autónomo (Atividade nº1)	10
	3º: Discussão coletiva (Atividade nº1)	5
	4º: Trabalho autónomo (Questão 2)	10
	5º: Discussão coletiva (Questão 2)	10
	6º: Trabalho autónomo (Questão 3)	10
	7º: Discussão coletiva (Questão 3)	5
	8º: Trabalho autónomo (Questões 4, 5.1, 5.2 e 6)	15
	9º: Síntese final	5
	10º: Trabalho autónomo (Vai mais além)	10
<b>5:</b> Síntese do ácido acetilsalicílico	1º: Introdução da tarefa	10
	2º: Trabalho autónomo (Atividade nº1)	5
	3º: Discussão coletiva (Atividade nº1)	5
	4º: Trabalho autónomo (Preparação da atividade laboratorial: Questões 1 e 2)	10
	5º: Discussão coletiva (Questões 1 e 2)	5
	6º: Trabalho autónomo (Execução da atividade laboratorial)	60
	7º: Trabalho autónomo (Análise e discussão da atividade laboratorial: Questões 1, 2 e 3)	15

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

Tarefa	Momentos de aula	Duração (min)
	8º: Síntese final	5
	9º: Trabalho autónomo (Vai mais além)	15

A primeira etapa “envolver” pretende que o aluno confronte as suas ideias com as dos seus pares, promovendo o interesse e a sua motivação. As atividades, nesta fase, devem permitir o estabelecimento de relações entre aprendizagens passadas e presentes, expondo eventuais conceções alternativas. Para o professor é uma oportunidade para identificar e diagnosticar as eventuais lacunas e conhecimentos que o aluno possa ter sobre determinado tema. Na segunda etapa “explorar” os alunos encontram várias estratégias para solucionar um problema. A elaboração de questões problema que sejam investigáveis do ponto de vista científico, a troca de ideias e a comparação de resultados com os colegas é igualmente promovida. A fase da “explicação” proporciona aos alunos a possibilidade de interligar experiências prévias com as aprendizagens atuais, permitindo o estabelecimento de relações que traduzam as ideias gerais dos conceitos abordados. Esta etapa promove a utilização da linguagem científica, encorajando a comunicação e partilha de ideias. Na quarta etapa “elaboração” os alunos mobilizam os conhecimentos adquiridos em experiências anteriores para novas situações, levando à ligação de ideias, à resolução de problemas e à aplicação dos seus conhecimentos a novas situações. A comunicação é igualmente promovida. Por fim, a etapa “avaliar” é aquela onde o aluno pode demonstrar de que forma pode aplicar os seus conhecimentos e competências, indo mais além na sua própria investigação.

As tarefas foram desenvolvidas tendo em conta os objetivos traçados no programa oficial da disciplina (Fiolhais et al., 2014) e a obrigatoriedade de alcançar as Metas Curriculares definidas (Despacho n.º 15971/2012). No Quadro 3.2, encontram-se descritas as metas curriculares a alcançar em cada uma das cinco tarefas realizadas em sala de aula.

Quadro 3.2: Metas curriculares de cada uma das cinco tarefas realizadas, retirado de Fiolhais et al. (2014).

Tarefa	Metas curriculares
I: Reações químicas. Equações químicas: escrita e acerto.	Interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria e relacionar o respetivo acerto com a conservação da massa (Lei de Lavoisier).
II: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	Identificar reagente limitante e reagente em excesso numa reação química. Interpretar o grau de pureza de uma amostra. Indicar que os reagentes podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.
III: Rendimento de uma reação química.	Distinguir reações completas de incompletas. Efetuar cálculos estequiométricos envolvendo reagente limitante/em excesso, rendimento da reação e grau de pureza dos reagentes.
IV: Química verde e economia atômica percentual.	Associar “economia atômica percentual” à razão entre a massa de átomos de reagentes que são incorporados no produto desejado e a massa total de átomos nos reagentes, expressa em percentagem. Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde tendo em conta vários fatores como: economia atômica, redução dos resíduos, produtos indesejados, escolha de reagentes e processos menos poluentes.
V: Síntese do ácido acetilsalicílico.	Interpretar a síntese do ácido acetilsalicílico com base na equação química. Interpretar e seguir um procedimento de síntese do ácido acetilsalicílico. Interpretar informação de segurança nos rótulos de reagentes e adotar medidas de proteção com base nessa informação e em instruções recebidas. Medir um volume de um reagente líquido. Filtrar por vácuo, lavar e secar os cristais obtidos. Determinar o reagente limitante. Calcular o rendimento da síntese e avaliar o resultado obtido.

As tarefas apresentadas possuem ainda potencial para servirem de base para a construção de tarefas onde o trabalho multidisciplinar seja favorecido e para a sensibilização de alunos e professores para a importância da cooperação entre investigação científica e a sociedade. Esta temática tem sido alvo de atenção da comunidade científica (Reis & Marques, 2016). Os planos de aula e as tarefas

de investigação desenvolvidas no presente trabalho, podem ser consultados nos apêndices A e B, respetivamente.

## 3.4 Descrição das tarefas

Como referido na secção 3.3, as tarefas foram desenvolvidas tendo em conta o modelo dos 5 E's apresentado por Bybee et al.(2006). No desenvolvimento das tarefas procurou-se incorporar cada uma das cinco fases que constituem o referido modelo. Nesta secção apresenta-se uma breve descrição de cada uma das cinco tarefas desenvolvidas no âmbito do presente trabalho:

### **Tarefa 1: Reações químicas. Equações químicas: escrita e acerto**

Esta tarefa inicia-se com a visualização de um vídeo que retrata a vida e obra de Antoine Lavoisier. Através do vídeo, os alunos podem observar os trabalhos de Antoine Lavoisier para comprovar que a massa total de um sistema reacional se conserva durante a reação. Com o resultado dos seus trabalhos, Antoine Lavoisier viria a enunciar a Lei da conservação da massa ou Lei de Lavoisier. Este vídeo pretende, numa fase inicial, recordar o conceito de conservação de massa, envolver e motivar os alunos para a aprendizagem. A visualização deste vídeo pretende ainda “transportar” os alunos para o ambiente de um laboratório de química do século XVIII, destacando os desafios e dificuldades dos cientistas da época, despertando nos alunos questões sobre as dificuldades que a comunidade científica sentia e para a inevitável tentativa de estabelecer paralelismos entre épocas. Posteriormente, os alunos são convidados a discutirem, em grupo, o significado de alguns dos termos científicos que são utilizados no vídeo. Nesta fase os alunos expõem as ideias e conceções sobre alguns dos termos abordados no vídeo e compreendem que alguns conceitos científicos foram sofrendo alterações à medida que o conhecimento científico de determinados fenómenos foi sendo consolidado. A análise cuidada do significado de alguns dos termos utilizados no vídeo pode

tornar-se fundamental evitando a geração de concepções alternativas sobre alguns dos conceitos e fenômenos divulgados no vídeo. Na questão 3 pretende-se que os alunos reflitam sobre os objetivos pretendidos por Antoine Lavoisier com a realização da demonstração reproduzida no vídeo. Esta questão pretende que os alunos façam uma análise fundamentada sobre o que visionaram e estabeleçam relações com os conhecimentos prévios, promovendo em simultâneo a utilização da linguagem científica. Na questão 4 pretende-se que os alunos escrevam a equação química da reação química referida no excerto do vídeo e procedam ao respetivo acerto. Esta etapa proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar os conhecimentos e mobilizar competências na resolução da questão. Na questão 5 faz-se referência aos desafios encontradas por Antoine Lavoisier na projeção e execução da demonstração experimental e solicita-se aos alunos que efetuem uma discussão em grupo sobre as dificuldades e os sucessos de Antoine Lavoisier e a forma como a ciência era “produzida” e divulgada na época. Esta questão potencia o estabelecimento de relações entre os conteúdos abordados e a informação disponibilizada no vídeo.

Posteriormente, a tarefa contém uma parte denominada “vai mais além”. Nesta parte da tarefa, pretende-se que os alunos pesquisem e reflitam sobre a importância da publicação do *Método de nomenclatura química* e do *Tratado elementar de química* e do modo como estes documentos podem ter mudando a forma como a comunidade científica passou a encarar a partilha do conhecimento. A resolução desta parte permite ainda que os alunos aprofundem os seus conhecimentos sobre o tema da tarefa e relacionem os conceitos abordados.

A tarefa 1 é finalizada com a resolução da parte “Reflete” que pretende que os alunos façam uma avaliação da tarefa por meio da identificação das dificuldades encontradas durante a sua realização e das aprendizagens realizadas. Esta parte da tarefa termina com a questão 3 onde se pretende que o aluno classifique a contribuição de Antoine Lavoisier para o desenvolvimento tecnológico. No Quadro 3.3, apresentam-se as atividades da tarefa 1 que evidenciam as várias etapas

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006).

Quadro 3.3: Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 1: Reações químicas. Equações químicas: escrita e acerto.

Etapa	Resumo das atividades
Envolver	Visualização do vídeo.
Explorar	Identificação dos objetivos pretendidos por Lavoisier com a realização da demonstração reproduzida no vídeo.
Explicar	Registos das respostas às questões colocadas. Discussão das respostas no seio dos grupos. Apresentação e discussão das respostas nos momentos de discussão coletiva.
Elaborar	Reflexão sobre a importância da publicação do <i>Método de nomenclatura química</i> e do <i>Tratado elementar de química</i> e do modo como estes documentos podem ter mudando o modo como a comunidade científica passou a encarar a partilha do conhecimento.
Avaliar	Resolução da parte “Reflete” onde os alunos são solicitados a identificar as dificuldades que encontraram para resolver a tarefa, assim como as aprendizagens realizadas.

#### **Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso**

A tarefa é iniciada com a leitura de um excerto adaptado de um artigo da revista *National Geographic*, intitulado “*O lítio pode ser a energia do futuro - e há abundância em Portugal*”. Recorrendo a uma temática atual, alvo de discussão pública, o excerto apresentado pretende envolver, motivar e sensibilizar os alunos para a importância da relação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Nesta fase, solicita-se aos alunos que anotem os termos cujo significado desconhecem, de forma a promover a discussão coletiva, permitindo aos alunos expor as suas ideias e auxiliando o professor na identificação de dificuldades. Na questão 2 da tarefa, pretende-se que os alunos estabeleçam a relação entre grau de pureza e impurezas e reflitam e identifiquem situações onde é necessária a utilização de compostos com um grau de pureza elevado. Posteriormente, na questão 3, solicita-se que o aluno considere uma amostra de carbonato de lítio com 10

g de impurezas inertes e que determine a massa da amostra para que possa ser considerada comercializável para o fabrico de baterias. Esta questão permite ao aluno, através de um exemplo simples, consolidar os conceitos abordados. Nas questões 4 e 5, espera-se que o aluno escreva adequadamente a equação química da reação do sulfato de lítio com o carbonato de sódio em meio aquoso e que, partindo do valor das massas de ambos os reagentes (questão 5), efetue os cálculos necessários para determinar a quantidade de matéria de cada um deles e estabeleça a relação entre essas quantidades e as proporções em que os dois reagentes reagem, identificando o reagente em excesso e o reagente limitante. Estas questões são complementadas pelas questões 6 e 7, nas quais se questiona os alunos sobre as conclusões que podem retirar após a análise dos resultados obtidos e mais concretamente nas consequências na produção de carbonato de lítio, exigindo em simultâneo que reflitam sobre a necessidade da utilização de reagentes em excesso, a nível industrial. Estas últimas questões levam à mobilização de conhecimentos já adquiridos para a resolução de novos problemas.

Seguidamente, os alunos iniciam a resolução da parte “vai mais além” onde é apresentado um novo excerto do mesmo artigo. Este excerto fornece informações que a partir das quais se espera que os alunos possam inferir sobre as vantagens e desvantagens da extração mineira. Fazendo referência à importância da atividade mineira em termos económicos e que, na maioria dos casos, tem um impacto negativo muito significativo no ambiente e na qualidade de vida das populações envolventes, solicita-se aos alunos que elaborem um resumo sobre o possível impacto ambiental da atividade mineira nos locais referidos no excerto do artigo apresentado.

Para finalizar a tarefa, os alunos devem responder às questões da parte “Reflete” onde se pretende que façam uma avaliação da tarefa, através da identificação das dificuldades com que se depararam durante a realização da tarefa, assim como das aprendizagens realizadas. A última questão da parte “Reflete” remete os alunos para a avaliação da importância da exploração mineira para o desen-

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

volvimento tecnológico. No Quadro 3.4, apresentam-se as atividades da tarefa 2 que evidenciam as várias etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006).

Quadro 3.4: Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.

<b>Etapa</b>	<b>Resumo das atividades</b>
Envolver	Leitura do excerto de um artigo da revista <i>National Geographic</i> .
Explorar	Seleção e organização de informação de forma a dar resposta às questões efetuadas.
Explicar	Elaboração e registo das respostas às questões colocadas. Discussão das respostas no seio dos grupos. Apresentação e discussão das respostas nos momentos de discussão coletiva.
Elaborar	Reflexão sobre a importância do grau de pureza de uma amostra. Ponderação das vantagens e desvantagens da extração mineira, eventuais consequências sociais, impacte ambiental e importância para o desenvolvimento tecnológico.
Avaliar	Resposta às questões da parte “Reflete” onde os alunos são solicitados a identificar as dificuldades que encontraram para resolver a tarefa, assim como as aprendizagens realizadas.

#### Tarefa 3: Rendimento de uma reação química

Esta tarefa é iniciada com a leitura e a apresentação de um texto, sobre o ácido sulfúrico e a importância da sua produção a nível industrial. Sendo esta tarefa desenvolvida recorrendo a uma abordagem CTSA, o texto apresentado procura sensibilizar os alunos não apenas para a importância económica e social da produção deste reagente, largamente utilizado em todo mundo, mas também para as questões ambientais que daí advêm. Durante a leitura do texto, os alunos devem procurar anotar os termos cujo significado desconhecem. Esta estratégia, já mencionada nas tarefas anteriores, permite que os alunos exponham as suas ideias sobre os conceitos durante a discussão coletiva, permitindo ao professor a identificação de eventuais conceções alternativas, por parte dos alunos. A questão 2 remete os alunos para a análise do texto fornecido, através da referência de que a reação de combustão do metano, em sistema aberto, é um exemplo de uma

reação completa e pretende-se que os alunos avaliem o efeito, na reação química, do facto do sistema ser aberto. Nesta fase, os alunos devem estabelecer relações entre os conteúdos abordados nas aulas anteriores e o conceito de reação completa. As questões 3 e 4 exigem igualmente a mobilização de conhecimentos para avaliar novas situações e promover o estabelecimento de relações entre conceitos. Espera-se que os alunos reflitam sobre os possíveis fatores que contribuem para a obtenção de quantidades de produto desejado inferior ao previsto, tais como a existência de reações secundárias, perdas de produto durante o processo, alteração das condições de operação e existência de impurezas nos reagentes. Na questão 5, os alunos são solicitados a escreverem a equação química que traduz uma das etapas do processo de fabrico do ácido sulfúrico descrito no texto e que consiste na obtenção do trióxido de enxofre. Esta questão, além de permitir que os alunos se familiarizem com a escrita de equações, procura reforçar a ideia que os processos de produção industriais são complexos. No seguimento da questão 5, os alunos são confrontados com as questões 6 e 7 que implicam, uma vez mais, o estabelecimento de relações de vários conceitos, apresentando um carácter mais prático e culminando com o cálculo do rendimento da reação química. A tarefa prossegue com a resolução da parte “Vai mais além”, onde se espera que os alunos analisem um texto que destaca a importância do ácido sulfúrico como matéria prima industrial importante, e o carácter tóxico dos reagentes utilizados na sua produção. Por meio da resolução desta parte da tarefa pretende-se que os alunos discutam em grupo a importância do controlo das emissões de gases tóxicos por parte das indústrias e de que forma pode ser reduzida a sua emissão e, conseqüentemente, o seu impacte negativo no ambiente.

De forma a finalizar a tarefa, os alunos devem identificar as dificuldades que encontram durante a realização das tarefas assim como as aprendizagens realizadas, como resposta às duas primeiras questões da parte “Reflete”. Esta parte da tarefa termina com a uma reflexão sobre a forma como a produção de ácido sulfúrico pode ser vista como um indicador de desenvolvimento sustentável para

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

o país. No Quadro 3.5, apresentam-se as atividades da tarefa 3 que evidenciam as várias etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006).

Quadro 3.5: Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

<b>Etapa</b>	<b>Resumo das atividades</b>
Envolver	Leitura de um recurso escrito sobre a produção industrial de ácido sulfúrico.
Explorar	Organização de informação e estabelecimento de relações entre conceitos de forma a dar resposta às questões efetuadas.
Explicar	Elaboração e registo das respostas às questões colocadas. Discussão das respostas no seio dos grupos. Apresentação e discussão das respostas nos momentos de discussão coletiva.
Elaborar	Resolução das questões que implicam a reflexão sobre a importância, a nível industrial, do controlo do reagente limitante e dos fatores que influenciam o rendimento das reações químicas, assim como da importância no controlo das emissões de gases poluentes e as consequências ambientais da sua emissão.
Avaliar	Resposta às questões da parte “Reflete”, em particular as questões que conduzem à identificação das dificuldades encontradas, assim como das aprendizagens realizadas ao longo da tarefa.

#### Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual

A tarefa 4 inicia-se com a leitura de um texto sobre a temática “química verde”. Procura-se com este texto sensibilizar os alunos para a importância da “química verde” na garantia de um desenvolvimento sustentável, satisfazendo as necessidades do mundo atual sem comprometer as gerações futuras. De uma forma resumida, este texto aborda os doze princípios que constituem a “química verde”. Durante a leitura do texto, os alunos devem anotar os termos ou conceitos cujo significado desconhecem e discutir o seu significado no seio dos grupos e durante a discussão coletiva. Esta etapa da resolução da tarefa é fundamental para a identificação de conceções alternativas. Posteriormente, na questão 2 procura-se que os alunos, partindo do conceito de “química verde”, que assenta em princípios destinados a assegurar a sustentabilidade da produção industrial de materiais, avaliem

de que forma é que a “química verde” pode contribuir para essa sustentabilidade. As questões 3 e 4 pretendem sensibilizar os alunos para a importância da implementação destes princípios e também para os enormes desafios para a indústria química mundial que advêm da necessidade da sua implementação. Pretende-se ainda que os alunos apresentem uma expressão algébrica que permita quantificar o número de átomos dos reagentes incorporados no produto final desejado de uma determinada reação, introduzindo assim o conceito de economia atômica. As questões 5 e 6 permitem aos alunos aplicar o conceito de economia atômica e atribuir significado aos valores obtidos.

Posteriormente, na parte “Vai mais além” solicita-se que os alunos expliquem um dos doze princípios da “química verde”. Com a resolução desta parte espera-se que os alunos estabeleçam relações entre os conceitos abordados e atribuam importância a esta temática.

A tarefa termina com a resposta às questões da parte “Reflete”, onde os alunos devem procurar identificar as dificuldades encontradas durante a resolução da tarefa, tal como as aprendizagens realizadas. Por último, os alunos devem refletir sobre a forma como a “química verde” pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país. No Quadro 3.6, apresentam-se as atividades da tarefa 4 que evidenciam as várias etapas do modelo dos 5 E’s (Bybee et al., 2006).

#### **Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico**

A tarefa 5 consiste na realização de uma atividade laboratorial, mais concretamente da síntese do ácido acetilsalicílico. No início da tarefa os alunos são confrontados com um texto que pretende contextualizar esta atividade laboratorial, destacando a importância do ácido acetilsalicílico e a sua utilização na indústria farmacêutica. O texto disponibilizado aos alunos inclui ainda uma síntese histórica sobre a utilização do ácido acetilsalicílico e uma descrição sobre o processo de produção. Durante a leitura do texto, os alunos devem anotar o significado dos termos cujo significado desconhecem, procurando em simultâneo,

### Capítulo 3. Unidade de ensino

---

Quadro 3.6: Etapas do modelo dos 5 E's (Bybee et al., 2006) na tarefa 4: Química verde e economia atômica percentual.

<b>Etapa</b>	<b>Resumo das atividades</b>
Envolver	Leitura de um recurso escrito sobre os princípios da “química verde”.
Explorar	Organização, seleção de informação e estabelecimento de relações entre conceitos de forma a dar resposta às questões efetuadas.
Explicar	Elaboração e registo das respostas às questões colocadas. Discussão das respostas no seio dos grupos. Apresentação e discussão das respostas nos momentos de discussão coletiva.
Elaborar	Resolução das questões que implicam uma reflexão sobre a importância da aplicação dos princípios da “química verde”, assim como as consequências a nível económico, social e ambiental da sua não implementação.
Avaliar	Resposta às questões da parte “Reflete” que permitem identificar as dificuldades encontradas durante a resolução da tarefa, assim como as aprendizagens realizadas.

no seio do grupo, estruturar a informação fornecida. O desenvolvimento da atividade laboratorial está dividido em três partes. A primeira parte, “Preparação da atividade laboratorial”, é constituída por duas questões onde os alunos devem efetuar os cálculos necessários à identificação do reagente limitante, assim como interpretar as informações disponibilizadas nos rótulos dos recipientes que contêm os reagentes. Esta parte, destaca a importância do controlo das quantidades de cada um dos reagentes e pretende familiarizar os alunos com a leitura e interpretação dos símbolos de perigo presentes nos rótulos dos recipientes dos reagentes. A segunda parte da atividade laboratorial consiste na sua execução, partindo de um procedimento já fornecido. Nesta fase, os alunos devem estruturar, organizar e anotar de forma adequada os resultados obtidos, as observações e as informações que considerem pertinentes. A terceira parte consiste na análise e discussão da atividade laboratorial. Nesta parte, os alunos calculam o rendimento da reação de síntese do ácido acetilsalicílico e em seguida apresentam os fatores que possam ter afetado o rendimento, assim como as possíveis melhorias no procedimento seguido.

Após a realização da atividade laboratorial, a resolução da tarefa prossegue com a parte “Vai mais além”, na qual se pretende que os alunos a partir do cálculo do número de embalagens de “Aspirina” que poderão ser produzidas com 1 tonelada de ácido salicílico, com 15 % de impurezas, compreendam a importância de otimizar os processos de produção e que pequenas diferenças nos valores do rendimento da reação implicam grandes diferenças no número de embalagens produzidas.

A tarefa termina com a resposta às questões da parte “Reflete”, onde os alunos devem, uma vez mais, identificar as dificuldades encontradas durante a resolução da tarefa, assim como as aprendizagens realizadas. A última questão remete os alunos para a reflexão sobre a forma como a otimização dos processos de produção industrial pode contribuir para o desenvolvimento sustentável. No Quadro 3.7, apresentam-se as atividades da tarefa 5 que evidenciam as várias etapas do modelo dos 5 E’s (Bybee et al., 2006).

Quadro 3.7: Etapas do modelo dos 5 E’s (Bybee et al., 2006) na tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

<b>Etapa</b>	<b>Resumo das atividades</b>
Envolver	Leitura de um recurso escrito sobre o ácido acetilsalicílico.
Explorar	Organização, seleção de informação e estabelecimento de relações entre conceitos de forma a dar resposta às questões efetuadas.
Explicar	Apresentação e discussão dos resultados obtidos.
Elaborar	Resolução das questões que implicam a análise dos resultados obtidos e que levam à valorização, por parte dos alunos, da importância do rigor no trabalho laboratorial.
Avaliar	Resposta às questões da parte “Reflete” que permitem identificar as dificuldades encontradas durante a resolução da tarefa, assim como as aprendizagens realizadas.

### 3.5 Avaliação

O processo de avaliação da disciplina de Física e Química A está assente em princípios gerais (Fiolhais et al., 2014) que a definem como contínua e apoiada em vários instrumentos que devem estar adaptados às aprendizagens em apreciação e ter um carácter formativo, para os alunos e para os professores, culminando em situações de avaliação sumativa. Desta forma, a avaliação deve ser apresentada e negociada com os alunos e os critérios e as formas de avaliação devidamente explicitadas. O aluno deve ser envolvido na avaliação, permitindo desenvolver o sentido crítico relativamente ao seu trabalho e à sua aprendizagem. A avaliação que contempla o percurso, assim como a evolução das aprendizagens, é defendida na literatura (Galvão et al., 2006). A avaliação é considerada como essencial no processo de ensino e aprendizagem (Santos, 2002) em que os alunos têm um papel ativo na regulação das suas aprendizagens. A avaliação formativa está sobretudo associada à regulação e à autorregulação das aprendizagens, onde o *feedback* é um elemento a considerar, a par da autoavaliação e avaliação entre pares.

Durante a realização das tarefas apresentadas no presente trabalho, o professor vai dando *feedback* aos alunos, proporcionando em simultâneo uma regulação da atividade dos alunos, recorre ao questionamento e à análise de respostas escritas, por parte dos alunos, a questões sobre as aprendizagens efetuadas assim como de autoavaliação, como é exemplo as respostas às questões da parte “Reflete”, comum às cinco tarefas desenvolvidas. A avaliação das tarefas apresentadas no presente estudo foi efetuada recorrendo aos instrumentos apresentados no apêndice C.



# Métodos e procedimentos

---

## Conteúdos

---

<b>4.1</b>	<b>Método de investigação . . . . .</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Participantes . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>4.3</b>	<b>Recolha de dados . . . . .</b>	<b>44</b>
4.3.1	Entrevista . . . . .	44
4.3.2	Documentos escritos . . . . .	46
4.3.3	Observação . . . . .	48
<b>4.4</b>	<b>Análise de dados . . . . .</b>	<b>49</b>

---

O presente trabalho pretende conhecer como é que uma abordagem CTSA contribui para as aprendizagens dos alunos no tópico “aspetos quantitativos das reações químicas”. Para encontrar resposta a esta problemática, utilizou-se uma metodologia de investigação qualitativa que permitiu identificar as dificuldades que os alunos sentiram na aprendizagem do referido tópico, ao realizarem um conjunto de cinco tarefas, identificar as aprendizagens realizadas pelos alunos e conhecer a avaliação que fizeram das tarefas. O presente capítulo é constituído por 4 secções. Na secção 4.1 apresenta-se o método de investigação utilizado. A caracterização dos participantes é efetuada na secção 4.2, seguindo-se, na secção 4.3, a descrição dos três instrumentos de recolha de dados utilizados. Por fim, na secção 4.4, apresenta-se o método de análise de dados utilizado, assim como as categorias e subcategorias que emergiram da análise dos dados recolhidos.

## 4.1 Método de investigação

A investigação qualitativa assume diversas formas e pode ser conduzida em múltiplos contextos (Bogdan & Biklen, 1994). As questões, neste tipo de investigação, são formuladas com o intuito de investigar os fenómenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. A abordagem à investigação não é efetuada com o intuito de responder a questões prévias nem o de testar hipóteses. A investigação privilegia, sobretudo, a compreensão dos comportamentos, partindo da perspetiva dos sujeitos de investigação, sendo as causas exteriores consideradas de importância secundária. Bogdan e Biklen (1994) identificaram cinco características principais da investigação qualitativa:

1. “*Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal*” (p. 47). Os investigadores frequentam os locais de estudo porque entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando observadas no seu ambiente de ocorrência.
2. “*A investigação qualitativa é descritiva*” (p. 48). Tudo o que possa ser observado pode contribuir para uma melhor compreensão do objeto de estudo.
3. “*Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos*” (p. 49). Destaca-se a forma como os investigadores atribuem importância aos significados, a origem de determinadas noções que se classificam como sendo parte integrante do “senso comum” e de que forma as expectativas ou rótulos atribuídos (por exemplo as expectativas dos professores sobre os alunos) podem influenciar as atividades, procedimentos e interações diárias.
4. “*Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva*” (p. 50). O investigador não presume que se sabe o suficiente para identificar as questões importantes antes de realizar a investigação.

5. “*O significado é de importância vital na abordagem qualitativa*” (p. 50).

A interpretação dos significados e do modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas é fundamental para o investigador. Os investigadores qualitativos tentam estabelecer estratégias que permitam compreender e perceber o que os sujeitos de investigação experimentam e de que forma estruturam o mundo social em que vivem.

Wilson (1977, citado por Tuckman, 2000) refere-se à investigação qualitativa, fundamentando-a, segundo os seguintes pressupostos: (i) “*os acontecimentos devem estudar-se em situações naturais, ou seja, integrados no terreno*”; (ii) “*os acontecimentos só podem compreender-se se compreendermos a percepção e a interpretação feitas pelas pessoas que neles participam*” (p. 508).

A investigação qualitativa pode ser descrita recorrendo a diferentes expressões, consoante o autor ou a sua área de aplicação. Em educação é frequentemente denominada como naturalista, uma vez que o investigador frequenta os locais onde se verificam os fenómenos a observar, incidindo os dados recolhidos nos comportamentos naturais das pessoas (Bogdan & Biklen, 1994).

### 4.2 Participantes

O presente trabalho foi realizado numa escola situada no concelho de Lisboa. Esta escola é sede de um agrupamento, homologado em 2012, constituído por cinco escolas. Possuidora de um meio envolvente tranquilo tem uma população escolar de cerca de 1300 alunos, divididos entre o 7.º ano e o 12.º anos de escolaridade. A escola define-se através da originalidade da sua arquitetura, luminosa, funcional e confortável, em comunhão com os jardins e o espaço envolvente. A requalificação da Escola (pela parque escolar), dotou-a de bons espaços formais e informais de ensino e de convívio.

A escola dispõe de biblioteca, salas de estudo e de informática. A cantina e bar são complementados por um espaço de convívio para os alunos. Possui,

igualmente, excelentes instalações para a atividade desportiva. A escola demonstra ser dinâmica indo ao encontro da ambição do seu projeto educativo de escola. Relativamente aos equipamentos de maior relevo, para o ensino da física e da química, destaca-se um laboratório de química e um de física, ambos com materiais e equipamentos necessários à realização de trabalho experimental. As salas de aula estão devidamente equipadas, proporcionando excelentes condições para professores e alunos.

Os alunos participantes neste trabalho frequentam o 11.º ano de escolaridade. A turma é constituída por 26 alunos, pertencentes maioritariamente à classe média, dos quais 12 são do sexo masculino e 14 do sexo feminino. A média de idades situa-se nos 16 anos. De uma forma geral, os alunos demonstram empenho, interesse e motivação durante as aulas de Física e Química A.

### 4.3 Recolha de dados

A investigação qualitativa, realizada no âmbito do presente trabalho, envolveu a utilização de três instrumentos de recolha de dados. Os instrumentos utilizados foram a entrevista, os registos escritos e a observação.

#### 4.3.1 Entrevista

A entrevista representa um dos instrumentos de recolha de dados mais utilizados numa investigação qualitativa, consistindo numa interação verbal entre o entrevistador e o entrevistado, sendo geralmente classificada como estruturada, semiestruturada ou não estruturada (Afonso, 2005). A entrevista pode ser utilizada como instrumento de investigação (Cohen et al., 2007), com três finalidades distintas: (i) como instrumento de recolha de dados com influência direta na investigação; (ii) teste de hipóteses ou meio para formular novas hipóteses; (iii) utilizada em conjugação com outros métodos no âmbito de uma investigação. A entrevista em grupo focado (Patton, 1990) é uma entrevista efetuada a um

## Capítulo 4. Métodos e procedimentos

---

pequeno grupo de pessoas sobre um tema específico. Os grupos são geralmente constituídos por seis a dez pessoas e a entrevista tem uma duração que pode variar entre trinta a cento e vinte minutos. A entrevista em grupo focado não deve ser confundida com uma discussão, nem com uma sessão de resolução de problemas. O grupo de entrevistados deve ser relativamente homogêneo, sendo confrontado com questões por parte do entrevistador. Os entrevistados não têm de chegar a um consenso, mas sim partilhar ideias. Ao ouvirem as respostas, uns dos outros, podem fazer comentários adicionais que permitem melhorar as suas respostas originais e a qualidade dos dados obtidos. Krueger (1994, citado por Patton, 1990) refere que a formação do grupo de entrevistados deverá ser cuidadosamente pensada, para que se obtenha informação relevante sobre uma determinada área específica. O ambiente deve ser descontraído, confortável e agradável e a entrevista moderada por um entrevistador com alguma experiência. Afonso (2005) realça que as entrevistas em grupo podem levantar problemas acrescidos, uma vez que o entrevistador desempenha um papel duplo: o de entrevistador e o de moderador. Outra das dificuldades referidas (Afonso, 2005) é a eventual influência do coletivo sobre o indivíduo podendo levar à alteração do discurso produzido.

Patton (1990) descreve algumas vantagens deste tipo de instrumento de recolha de dados: a obtenção de uma grande quantidade de dados a um custo relativamente reduzido, aumentado significativamente o tamanho da amostra; a interação entre os participantes melhora a qualidade dos dados e as entrevistas em grupo tendem a gerar ambientes agradáveis entre os participantes. Contudo, o autor enumera igualmente algumas desvantagens na utilização deste instrumento de recolha de dados, tais como: a limitação do número de questões que podem ser colocadas aos entrevistados e o tempo de cada intervenção tem de ser bem moderado para que todos tenham a possibilidade de participar. Neste tipo de entrevistas pode haver facilmente sobreposição de respostas, dificultando o processo de transcrição e análise dos dados (Patton, 1990).

No âmbito do presente trabalho, são realizadas três entrevistas em grupo focado. O critério utilizado na formação dos grupos de alunos é o número de identificação do aluno. Dois dos grupos são constituídos por nove alunos e o terceiro por oito alunos. O primeiro grupo é constituído pelos alunos com o número de identificação do um ao nove, o segundo grupo pelos alunos com os números de identificação do 10 ao 18 e o terceiro pelos alunos com os números de identificação do 18 ao 26. As entrevistas têm uma duração aproximada de 30 minutos e são conduzidas segundo o guião que se encontra no Apêndice D. Contudo, não foi autorizado o registo áudio ou vídeo das entrevistas. Desta forma, foram realizados registos escritos das entrevistas. Estes registos foram feitos pelo professor e pela professora cooperante, resultando na produção de duas transcrições para cada uma das entrevistas realizadas.

### 4.3.2 Documentos escritos

Os documentos escritos são materiais geralmente utilizados na investigação qualitativa e constituem uma fonte de informação relevante para o investigador (Tuckman, 2005). Contudo, a definição de documento escrito não é consensual na literatura. Patton (1990) refere como exemplo, de documentos escrito, o material obtido a partir de registos organizacionais, memorandos, correspondência, publicações oficiais e relatórios, cartas, ou diários pessoais. Estes documentos podem ser classificados como pessoais ou não pessoais, em que os documentos pessoais se distinguem dos restantes pelo facto de se estabelecer uma relação direta com o seu autor, o contexto de vida ou a sua biografia, entre outros indicadores (Amado, 2017).

Bogdan e Biklen (1994) referem que a qualidade dos documentos escritos varia, dando como exemplo documentos em que a informação disponibilizada pode resumir-se apenas a detalhes factuais, tais como as datas em que ocorreram determinadas reuniões. Estes autores realçam que determinados documentos podem servir como fontes de “fêrteis descrições”, da forma como os seus autores pen-

## Capítulo 4. Métodos e procedimentos

---

sam acerca do seu mundo. Os documentos escritos, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), podem classificar-se em documentos pessoais ou oficiais. De entre os vários tipos de documentos pessoais destacam-se os diários íntimos, diários de viagem, planos de aula e as respetivas notas, cartas pessoais ou autobiografias. De entre os documentos oficiais evidenciam-se os documentos internos de uma organização, tal como o projeto educativo. As comunicações externas, referentes a materiais produzidos pela escola para o público, são outro tipo de documentos oficiais, representando uma importante fonte de dados para a compreensão das perspetivas oficiais sobre os programas, da estrutura administrativa, assim como outros aspetos do sistema escolar. No grupo dos documentos oficiais surgem ainda os registos sobre os alunos e ficheiros pessoais que incluem relatórios psicológicos, registos de classificações de testes, frequência de aulas, comentários de professores ou informação de outras escolas que os alunos possam ter frequentado no passado. Contudo, Bogdan e Biklen (1994) referem que, na maioria dos casos, os investigadores qualitativos encarou a informação deste tipo de documentos não por aquilo que dizem sobre o aluno, mas sim pelo que revelam acerca das pessoas que elaboram esses registos.

Os documentos escritos apresentam-se neste trabalho como um importante instrumento de recolha de dados, consistindo nas produções escritas dos alunos na resolução das tarefas propostas. Estes documentos são elaborados em grupos de três a cinco elementos em cada uma das tarefas e recolhidos pelo professor no final de cada uma das aulas. O número de elementos de cada grupo varia consoante a duração das aulas. Nas aulas de 90 minutos os alunos organizam-se por grupos constituídos maioritariamente por cinco elementos. Contudo, nas aulas de 135 minutos a turma está dividida em dois turnos, levando a que a constituição dos grupos dependa do turno. O primeiro, constituído por 12 elementos, permite a formação de quatro grupos de três elementos. No segundo turno, formado por 14 alunos, opta-se pela formação de dois grupos de quatro elementos e dois de três elementos.

### 4.3.3 Observação

A observação, segundo Afonso (2005), é uma fonte útil e fidedigna de informação uma vez que a sua aquisição não se encontra condicionada pelos sujeitos, tal como pode acontecer nas entrevistas ou questionários. Patton (1990) destaca que na observação naturalista o observador aproxima-se dos sujeitos, observando situações reais no seu meio natural, sem ideias preconcebidas. A observação além de naturalista pode ser classificada como artificial, onde as situações são criadas artificialmente e estudadas. Uma observação pode ser ainda classificada, consoante o papel do observador, em participante ou não participante. A estrutura da observação (Cohen et al., 2007) permite fazer a distinção entre estruturada, semiestruturada ou não estruturada. Na observação semiestruturada o observador estruturou algumas das categorias, mas mantém em aberto a possibilidade de surgirem novas categorias. A observação pode ainda ser classificada segundo cinco dimensões (Flick, 2005): (i) sistemática, quantitativa e estruturada *versus* não estruturada, assistemática e qualitativa; (ii) participante *versus* não-participante; (iii) aberta *versus* oculta; (iv) em situações naturais *versus* situações artificiais e (v) observação própria *versus* observação realizada por terceiros. As observações podem ainda ser classificadas quanto à formalidade e visibilidade do observador (Burton & Bartlett, 2005).

O registo das observações pode ser efetuado recorrendo a notas de campo, registo vídeo ou áudio. As notas de campos refletem de uma forma objetiva o que o investigador observou, correspondendo a registos escritos das observações realizadas (Bogdan & Biklen, 1994). As notas de campo apresentam além da dimensão descritiva, uma dimensão reflexiva, que traduz de certa forma a sensibilidade do observador relativamente à observação que efetuou (Ribeiro, 2014). As notas de campo são um instrumento importante de recolha de dados. No entanto, apresentam algumas desvantagens, desde logo porque o observador pode influenciar o comportamento dos elementos que estão a ser observados. A observação dos participantes surge como o instrumento mais utilizado para a recolha

## Capítulo 4. Métodos e procedimentos

---

de dados e a forma de reduzir a influência da presença do observador é efetuar observações frequentes e discretas (Tuckman, 2005). A utilização da observação deve ser complementada com a utilização de outros métodos de recolha de dados (Cohen et al., 2007).

No âmbito do presente trabalho, as observações foram registadas recorrendo a notas de campo. Nas aulas em que foram realizadas as tarefas não foi autorizado o registo áudio ou vídeo.

### 4.4 Análise de dados

Após a recolha de dados é necessário proceder à sua análise. Esta etapa apresenta como desafio maior a simplificação e atribuição de significado aos dados. A análise de dados pode ser classificada como um processo de procura e de organização sistemático de materiais, com o intuito de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais, permitindo apresentar aos outros o que se encontrou. A análise dos dados envolve várias etapas que vão desde a sua organização, síntese e divisão em unidades manipuláveis, passando pela procura de padrões e terminando na decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros (Bogdan & Biklen, 1994).

A análise de conteúdos apresenta dois grandes objetivos (Amado, 2017). O primeiro consiste na organização dos conteúdos de um determinado conjunto de mensagens num sistema de categorias que traduzem as ideias-chave veiculadas pelos documentos analisados. Após a codificação das unidades que foram identificadas, passa-se ao segundo grande objetivo da análise de conteúdos que é a elaboração de um texto que traduza os traços comuns e os traços diferentes das várias mensagens analisadas, permitindo a sua interpretação e eventual teorização (Amado, 2017). Bardin (2009), por sua vez, caracteriza a análise dos conteúdos como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que recorre a procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (p. 41).

Os resultados em bruto são tratados de forma a que sejam significativos e válidos, sendo a sua análise o resultado de uma reflexão e interpretação do analista (Bardin, 2009).

A codificação e categorização surgem como dois processos da análise de conteúdos. Bogdan e Biklen (1994) referem que o desenvolvimento de um sistema de codificação implica várias etapas, destacando a procura de tópicos e padrões e a posterior escrita de palavras e frases que descrevam esses padrões. Estas frases ou palavras são designadas como categorias de codificação e, segundo estes autores (Bogdan & Biklen, 1994), a sua constituição representa um passo crucial na análise dos dados. Bardin (2009) refere que a codificação consiste numa transformação do texto em bruto que permite atingir uma representação do conteúdo. Esta transformação é efetuada segundo regras precisas e, no caso de uma análise quantitativa e categorial, compreende três escolhas: o recorte, a enumeração e por fim a classificação e a agregação. A autora classifica a categorização como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos” (Bardin, 2009, p. 147). Bardin (2009) realça ainda que a classificação dos elementos em categorias implica a investigação do que cada um deles tem em comum e que o seu agrupamento é efetuado considerando a parte comum existente entre eles. Por fim, identifica cinco qualidades que as categorias devem possuir para que sejam classificadas como boas categorias: *a exclusão mútua, a homogeneidade, a pertinência, a objetividade e a fidelidade* e por último *a produtividade*.

De forma a garantir uma maior fiabilidade na análise dos dados obtidos são utilizados instrumentos de recolha de dados distintos que permite efetuar a triangulação dos dados. No âmbito do presente trabalho foram utilizados três instrumentos de recolha de dados distintos: registos escritos dos alunos, entrevista em grupo focado e notas de campo do professor (Patton, 1990). As categorias de análise que surgem da análise dos dados recolhidos têm em consideração as com-

## Capítulo 4. Métodos e procedimentos

petências referenciadas no programa e metas curriculares da disciplina de Física e Química A (Fiolhais et al., 2014). O Quadro 4.1, apresenta as categorias e subcategorias de análise assim como os instrumentos de recolha de dados utilizados.

Quadro 4.1: Categorias e subcategorias de análise e instrumentos de recolha de dados para as questões orientadoras em estudo.

Questão em estudo	Instrumentos de recolha de dados	Categorias de análise	Subcategorias de análise
Que dificuldades sentiram na aprendizagem do tópico “aspetos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas, recorrendo a uma abordagem CTSA?	Registos escritos Entrevista em grupo focado Notas de campo do professor	Dificuldades do tipo concetual	Mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos  Utilizar linguagem científica
		Dificuldades do tipo processual	Registar resultados Tirar conclusões
		Dificuldades do tipo social, atitudinal e axiológico	Gerir o tempo
Que aprendizagens realizam os alunos, no tópico “aspetos quantitativos das reações químicas”, quando desenvolvem tarefas baseadas numa abordagem CTSA?	Registos escritos Entrevista em grupo focado Notas de campo do professor	Aprendizagem do tipo concetual	Mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos
		Aprendizagem do tipo processual	Selecionar e resumir informação Tirar conclusões
		Aprendizagem do tipo social, atitudinal e axiológico	Trabalhar em grupo
		Relações CTSA	Evolução da ciência Questões ambientais

## Capítulo 4. Métodos e procedimentos

Questão em estudo	Instrumentos de recolha de dados	Categorias de análise	Subcategorias de análise
Que avaliação é que os alunos fazem da utilização das tarefas propostas, baseadas numa abordagem CTSA, no ensino do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”?	Registos escritos Entrevista em grupo focado Notas de campo do professor	Relevância e interesse	
		Gosto	

# Resultados

---

## Conteúdos

---

<b>5.1</b>	<b>Dificuldades dos alunos na aprendizagem . . . . .</b>	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Aprendizagens realizadas pelos alunos . . . . .</b>	<b>66</b>
<b>5.3</b>	<b>Avaliação dos alunos . . . . .</b>	<b>75</b>

---

Neste capítulo apresentam-se os resultados que permitem dar resposta às questões orientadoras definidas para o presente trabalho. Os resultados apresentados foram obtidos após a análise dos dados recolhidos dos registos escritos dos alunos, das entrevistas em grupo focado realizadas aos alunos e das notas de campo do professor. Os resultados são apresentados, tendo em consideração as categorias de análise apresentadas na secção 4.4. Com o intuito de permitir uma análise mais cuidada e elaborada dos resultados obtidos, considerou-se pertinente que os resultados fossem apresentados por questão orientadora e por categoria de análise. Desta forma, o presente capítulo é constituído por três secções.

## 5.1 Dificuldades dos alunos na aprendizagem

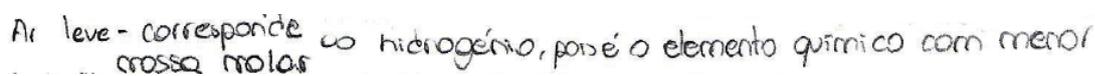
Nesta secção apresentam-se os resultados que permitem dar resposta à questão: *Que dificuldades sentiram na aprendizagem do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas, recorrendo a uma abordagem CTSA?* Os resultados foram agrupados em três categorias de análise: dificuldades do tipo concetual, dificuldades do tipo processual e dificuldades do tipo social, atitudinal e axiológico.

### Dificuldades do tipo concetual

Com a realização das tarefas propostas pretendeu-se abordar os conceitos relacionados com os aspetos quantitativos das reações químicas, de onde se destacam os seguintes: reação completa e incompleta, rendimento de uma reação química, estequiometria, reagente limitante, reagente em excesso, grau de pureza de uma amostra e economia atómica. A aprendizagem de alguns destes conceitos implica a relação com conceitos já abordados em anos anteriores, como são exemplo, o conceito de substância, elemento químico, reação química, quantidade de matéria e mole. A interpretação das questões e a utilização de linguagem científica é igualmente importante para a aprendizagem dos conceitos referidos. A categoria de análise “dificuldades do tipo concetual” foi dividida em duas subcategorias: mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos e utilizar linguagem científica.

#### Mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos

O estabelecimento de relações entre conceitos científicos, assim como a mobilização de conhecimentos adquiridos em anos anteriores, revelou-se como uma das dificuldades detetadas durante a realização das várias tarefas. A análise dos documentos escritos evidencia essas dificuldades. O excerto seguinte realça a dificuldade dos alunos na nomenclatura e classificação de substâncias.



Ar leve - corresponde ao hidrogénio, pois é o elemento químico com menor massa molar

(Registo escrito, Tarefa 1, Grupo 1, Turno 2)

Neste excerto realça-se a dificuldade dos alunos na nomenclatura dos compostos químicos, uma vez que atribuem o nome de “hidrogénio” à substância elementar di-hidrogénio ou hidrogénio molecular,  $H_2$ , que é referida no vídeo como “ar leve”. A dificuldade dos alunos na nomenclatura dos compostos químicos e na interpretação de fórmulas de estrutura, necessária à escrita das equações químicas, foram referenciadas pelos alunos como resposta às dificuldades encontradas durante a realização da tarefa 5, como se pode verificar pela leitura do seguinte excerto:

## Capítulo 5. Resultados

---

*Descoler a fórmula química dos reagentes e dos produtos de reação.*

(Registo escrito, Tarefa 5, Grupo 1, Turno 2)

Estas dificuldades identificadas são de grande importância no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”, uma vez que impedem que os alunos consigam escrever corretamente as equações químicas e efetuar os cálculos estequiométricos necessários à resolução dos problemas propostos.

As notas de campo do professor, relativas à tarefa 5, vêm confirmar estas dificuldades. O professor menciona nas suas notas, o seguinte:

Os alunos apresentam dificuldades, na compreensão das fórmulas de estrutura, que impedem alguns grupos de proceder à escrita adequada da equação química.

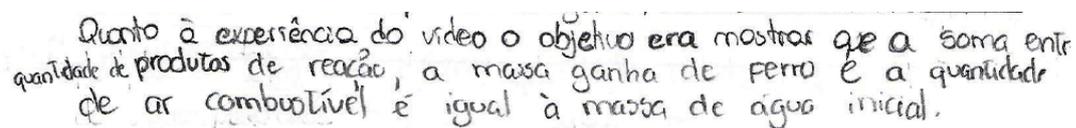
(Notas de campo do professor, Tarefa 5, Turno 1)

As notas de campo do professor confirmam as dificuldades encontradas pelos alunos na interpretação das formulas de estrutura. No caso particular da tarefa 5, estas dificuldades impedem os alunos de escrever, de forma adequada, a equação química que representa a reação do ácido salicílico com o anidrido acético e que tem como produtos de reação o ácido acetilsalicílico e o ácido acético. Consequentemente, estas dificuldades, impedem a resolução da primeira questão da tarefa 1 que pretende que os alunos verifiquem qual é o reagente limitante, ao fazer-se reagir 2 g de ácido salicílico com 5 mL de anidrido acético.

### **Utilizar linguagem científica**

As dificuldades relacionadas com a utilização de linguagem científica adequada foram evidentes em algumas das respostas às questões das tarefas propostas. Por vezes, essas dificuldades estão associadas a conceções alternativas ou lacunas na aprendizagem de determinados conceitos científicos. O excerto seguinte é

proveniente das respostas dos alunos à questão da tarefa 1, onde se pretende que os alunos reflitam sobre os objetivos pretendidos por Antoine Lavoisier com a realização da demonstração reproduzida no vídeo.



Quanto à experiência do vídeo o objetivo era mostrar que a soma entre quantidade de produtos de reação, a massa ganha de ferro e a quantidade de ar combustível é igual à massa de água inicial.

(Registo escrito, Tarefa 1, Grupo 1, Turno 2)

Neste excerto destaca-se a incorreta utilização do conceito de quantidade de matéria, os alunos utilizam o conceito de quantidade de matéria e atribuem o significado de massa, demonstrando algumas dúvidas na distinção entre os conceitos de massa e quantidade de matéria. Os alunos recorrem ainda à utilização de expressões do vídeo como “ar combustível”, em vez de hidrogénio molecular,  $H_2$ , e “massa ganha de ferro” ao invés de diferença entre a massa final (após a realização da experiência) e a massa inicial da barra de ferro, que corresponde à massa de oxigénio presente no óxido de ferro formado. A utilização destes termos realça as dificuldades em adequar à linguagem científica atual os termos da época que o vídeo retrata, indiciando, em simultâneo, falta de sensibilidade dos alunos para a importância do rigor e da clareza na comunicação em ciência.

As dificuldades na utilização da linguagem científica são transversais às várias tarefas e algumas das lacunas na aprendizagem de conceitos como quantidade de matéria são evidentes. O próximo excerto realça estas dificuldades e foi retirado das respostas dos alunos a uma das questões da tarefa 2, que pretendia que os alunos retirassem conclusões, sobre as consequências na produção do carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , partindo da informação de que o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , era o reagente em excesso na reação com o carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , em meio aquoso. Os alunos teriam chegado à conclusão que o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , era o reagente em excesso, na questão anterior, após a realização dos cálculos estequiométricos adequados.

## Capítulo 5. Resultados

---

Como as quantidades não são correspondentes nos reagentes depois de transformação para produtos de reação haverá uma quantidade de reagente que não se transformou em produto logo o rendimento dos produtos de reação é baixo.

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 1)

Este excerto realça a dificuldade na utilização da terminologia científica, em particular na compreensão da definição de quantidade de matéria, estequiometria e rendimento de uma reação química (apesar do conceito de rendimento de uma reação química ter sido introduzido, posteriormente, na terceira tarefa). Uma análise mais detalhada permite ainda identificar conceções alternativas dos alunos sobre o conceito de rendimento de uma reação química, uma vez que estes consideram que o rendimento pode ser afetado pelo simples facto dos reagentes não estarem em quantidades estequiométricas.

Ainda como resposta à mesma questão da tarefa 2, o excerto seguinte reforça as dificuldades dos alunos na utilização da linguagem científica e a forma como pode levar à obtenção de resultados incorretos.

As consequências na produção de carbonato de lítio serão apenas formadas 1,65 mol que corresponde ao reagente em menor quantidade ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Assim existirá 0,17 mol de lítio que não serão aproveitados.

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 3)

Neste excerto, os alunos optaram por quantificar a quantidade de sulfato de lítio,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ , que ficaria por reagir pelo facto deste ser o reagente em excesso. No entanto, cometem um erro de quantificação ao fazerem referência a essa quantidade como sendo a de lítio (o valor de 0,17 mol, obtido pelos alunos, corresponde à quantidade de sulfato de lítio,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ , em excesso). Partindo da fórmula química do sulfato de lítio,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ , verifica-se que a proporção de iões lítio,  $\text{Li}^+$ , e sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}$ , é de 2 : 1 pelo que a quantidade de iões lítio em excesso será o dobro da quantidade de sulfato de lítio.

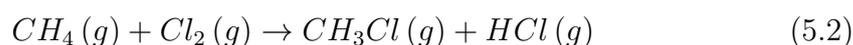
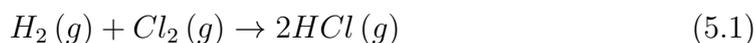
Como foi sendo referido, a incorreta utilização da linguagem científica pode estar associada a concepções alternativas. Alguns dos conceitos abordados envolvem também a mobilização de conhecimentos anteriores que em caso de lacunas em alguns desses conceitos, dificulta a compreensão de novos conceitos. Estas dificuldades são uma vez mais evidenciadas no excerto seguinte, em que os alunos procuraram indicar possíveis fatores que podem contribuir para que, a nível industrial, o rendimento das reações possa ser inferior a 100%.

Alguns possíveis fatores para os rendimentos inferiores a 100% a nível industrial são: proporções estequiométricas erradas, impurezas, ocorrência de perdas físicas por mudanças de estado e erros na preparação da reação.

(Registo escrito, Tarefa 3, Grupo 1, Turno 1)

Os alunos indicaram como um dos fatores que afeta o rendimento das reações químicas “proporções estequiométricas erradas”, esta expressão evidencia a dificuldade na utilização de terminologia científica adequada. Esta expressão indicia ainda que os alunos consideram, de forma errada, que se os reagentes não estiverem em quantidades estequiométricas o rendimento da reação química é afetado.

Na tarefa 4, solicita-se aos alunos que analisem duas equações químicas que descrevem duas reações referentes a dois processos distintos de produção de ácido clorídrico, num desses processos, designado por processo 1, a reação química correspondente tem apenas como produtos de reação o ácido clorídrico. No processo 2, além do ácido clorídrico, obtém-se o clorometano como produto da reação. Os dois processos são apresentados aos alunos através das equações químicas 5.1 e 5.2, respetivamente:



O excerto seguinte mostra uma das respostas dos alunos à referida questão:

## Capítulo 5. Resultados

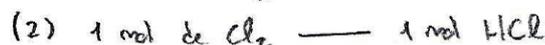
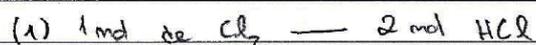
---

(1) É porque todos os átomos dos reagentes estão presentes nos produtos de reação, ou seja, a economia atômica é de 100%.

(Registro escrito, Tarefa 4, Grupo 4)

Este excerto evidencia as dificuldades dos alunos na utilização da linguagem científica, uma vez que justificam a escolha do processo 1, referindo que “todos os átomos dos reagentes estão presentes nos produtos de reação”, quando deveriam referir que os átomos dos reagentes estão todos incorporados no produto de reação desejado. O conceito de “economia atômica”, foi ainda alvo de algumas dificuldades de interpretação por parte dos alunos. Estas dificuldades estão associadas à própria linguagem científica. O excerto seguinte destaca a dificuldade dos alunos na interpretação do conceito de “economia atômica”.

O processo 1 é mais favorável do ponto de vista da “química verde” pois neste processo é produzido mais produto desejado e menos resíduos ou seja produtos não desejados.



(Registro escrito, Tarefa 4, Grupo 3)

Este excerto evidencia dificuldades no conceito de “economia atômica” que, aliadas a dificuldades relacionadas com o estabelecimento de relações lógicas entre as proporções de reagentes e produtos da reação, pode levar à obtenção de resultados incorretos. Os alunos consideram corretamente que o processo 1, apresentado pela equação 5.1, é mais favorável do ponto de vista da “química verde”, mas recorrem à estequiometria das reações para estabelecerem relações entre as proporções de dicloro,  $Cl_2$ , e o ácido clorídrico,  $HCl$ , concluindo que como no processo 1 esta relação é de 1 : 2 e superior à do processo 2 que é de 1 : 1, obtém-se mais produto desejado, levando a concluir que o processo 1 é o mais favorável. Contudo, os alunos deveriam ter considerado que a “economia atômica” é tanto

maior quanto maior for a razão entre a massa dos átomos dos reagentes incorporados no produto da reação desejado e a massa total dos átomos dos reagentes. Como na equação 5.1, referente ao processo 1, o único produto da reação é o ácido clorídrico,  $HCl$ , a massa total dos átomos dos reagentes (considerando um rendimento da reação de 100 %) estará toda incorporada no produto da reação desejado, correspondendo a uma “economia atômica percentual” de 100 %.

### Dificuldades do tipo processual

Da análise dos dados emergiram duas subcategorias de análise: registrar resultados e tirar conclusões.

#### Registrar resultados

O registo de resultados surgiu como uma das dificuldades dos alunos, tornando-se ainda mais evidente após a análise dos registos escritos referentes à tarefa 5. A figura seguinte apresenta o registo dos dados de um dos grupos. Estes registos mostram dificuldades importantes na organização, além de apresentarem incorretamente o alcance e natureza dos instrumentos de medida.

m  
balança = 1,9833g  
probeta 5ml → incerteza = ±0,05 ml (5 ± 0,05)ml  
probeta 25ml → incerteza = ±0,5 ml (25 ± 0,5)ml  
balança → incerteza = ±0,0001 g (1,9833 ± 0,0001)g  
pipeta 5ml =  $\frac{0,05}{2} = ±0,025$  ml

(Registo escrito, Tarefa 5, Grupo 1, Turno 2)

Os dados deveriam ser apresentados e registados, sempre que possível, em tabelas, com a indicação das grandezas e as respetivas incertezas, assim como as unidades. O registo apresentado demonstra a pouca familiarização dos alunos com

## Capítulo 5. Resultados

a necessidade de construírem as suas próprias tabelas, uma vez que usualmente estas são fornecidas aos alunos.

Alguns grupos recorreram à apresentação dos dados em tabelas, mas de uma forma geral, apresentaram dificuldades na sua apresentação. Na figura seguinte evidenciam-se essas dificuldades. Além da estrutura desadequada, os alunos não apresentam corretamente as incertezas nem as grandezas de forma simbólica. Estes registos mostram ainda que apresentam dificuldades na determinação das incertezas. Estas dificuldades realçam a importância de realizar atividades laboratoriais, em que a autonomia dos alunos é reforçada.

Massa do previsor ácido Salicílico (ácido)	2,0907 g
Incerteza da Balança	0,0001 g
Incerteza da Pipeta	0,025 ml
Massa do vidro do relógio e papel de filtro	25,0007 g
Massa do vidro do relógio com ácido salicílico	26,3469 g

(Registo escrito, Tarefa 5, Grupo 3, Turno 2)

A figura seguinte, retirada dos documentos escritos dos alunos, referentes à tarefa 5, realça, uma vez mais, as dificuldades dos alunos na representação das grandezas de forma simbólica e respetivas incertezas.

massa do ácido salicílico/g	Incerteza da medição com a balança/g	volume de anidrido etérico/ml	Incerteza da medição com a Pipeta/ml	massa do papel de filtro e do vidro do relógio/g	massa do papel de filtro e do vidro do relógio com os cristais /g
2,0185	$\pm 0,0001$	5	$\pm 0,05$	22,1888	23,4986

(Registo escrito, Tarefa 5, Grupo 2, Turno 2)

Apesar das melhorias na apresentação e organização dos dados, comparativamente com os dois primeiros exemplos, é importante reforçar a ideia que o registo dos dados revelou-se como uma das grandes dificuldades dos alunos na realização da tarefa 5. As dificuldades associadas ao registo de resultados, foram identificadas pelo professor e mencionadas nas suas notas de campo relativas à tarefa 5. O professor anotou o seguinte:

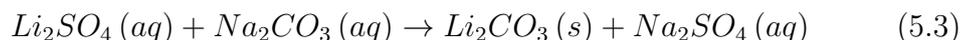
No registo dos resultados, os alunos têm dificuldade na organização e apresentação dos dados em tabelas. Apresentam também dificuldades na determinação das incertezas.

(Notas de campo do professor, Tarefa 5, Turno 2)

Os registos do professor corroboram algumas das dificuldades evidenciadas pela análise dos documentos escritos, destacando-se as dificuldades na organização dos registos em tabelas e na determinação das incertezas.

### **Tirar conclusões**

Nas tarefas propostas, algumas das questões pretendiam que os alunos refletissem sobre alguns dos resultados obtidos e retirassem conclusões. Contudo, os alunos apresentaram dificuldades em tirar conclusões como se evidencia no excerto seguinte, referente à resposta dos alunos à questão 7 da tarefa 2, em que os alunos tinham que efetuar os cálculos estequiométricos necessários para determinar a massa mínima de carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , a utilizar na reação com o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , de forma a maximizar a produção de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ . A reação pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Além dos cálculos, os alunos deveriam refletir se a nível industrial se deveria utilizar os reagentes em quantidades estequiométricas ou faria sentido que o carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , fosse o reagente em excesso.

## Capítulo 5. Resultados

---

Temas de química a massa do reagente limitante para  
mostrar estequiometria de 1 para 1.

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 1)

O excerto mostra as dificuldades dos alunos em responderem à questão, denotando falhas na interpretação das questões e na análise dos dados fornecidos que se reflete na qualidade das respostas fornecidas. Neste excerto evidencia-se ainda a dificuldade dos alunos em apresentarem justificações para as respostas dadas, ignorando parcialmente a questão proposta.

As dificuldades em tirar conclusões verificam-se, igualmente, no seguinte excerto. Este excerto é relativo à resposta à questão 6, da tarefa 2. Nesta questão, pretendia-se que os alunos refletissem sobre as consequências na produção do carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , após a identificação do sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , como reagente em excesso, na reação com o carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$  (reação traduzida pela equação química 5.3).

Como concluímos da pergunta anterior, o  $Li_2SO_4$  encontra-se  
em excesso no meio, na realização da experiência anterior  
há um desperdício de  $Li_2CO_3$ .

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 5)

O excerto mostra as dificuldades dos alunos em responderem de forma clara e adequada à questão proposta, ao escreverem que “haverá desperdício de  $Li_2CO_3$ ”, quando deveriam destacar que o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , não se esgota, pelo facto de estar em excesso, implicando a obtenção de uma menor quantidade de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , do que aquela que seria obtida se os reagentes estivessem em quantidades estequiométricas ou o reagente limitante fosse o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ . Os alunos ao referirem que “haverá desperdício de  $Li_2CO_3$ ”, não estão a responder adequadamente, mesmo tendo como intenção transmitir a ideia de que há um “desperdício”, mas de sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , como consequência da formação de uma menor quantidade de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , em relação

à que se poderia obter se o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , não fosse o reagente em excesso. O excerto salienta, também, que as dificuldades em tirar conclusões estão associadas à utilização da linguagem científica.

### Dificuldades do tipo social, atitudinal e axiológico

Da análise dos dados emergiu uma subcategoria de análise: gerir o tempo.

#### Gerir o tempo

A gestão do tempo foi uma das dificuldades apresentadas pelos alunos. Contudo, segundo as notas do professor esta gestão foi sendo mais eficiente com o decorrer da realização das tarefas. Esta dificuldade foi identificada pelos alunos na entrevista de grupo focado como se verifica pela leitura dos seguintes excertos. Estes excertos evidenciam as dificuldades dos alunos em terminar as tarefas, no primeiro excerto a aluna atribuiu essa dificuldade à eventual extensão das tarefas.

G1-A4- São longas [as tarefas], temos pouco tempo...

G1-A5- Às vezes demoramos muito tempo, só para percebermos as perguntas...

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, alunos 4 e 5)

No segundo excerto, o aluno pretende dizer que o tempo disponível para a realização das tarefas era insuficiente ao referir que “demoramos muito tempo, só para percebermos as perguntas”, mas implicitamente reconhece dificuldades na interpretação das questões propostas que podem estar associadas à linguagem científica.

O excerto seguinte evidencia a interligação entre as dificuldades na gestão do tempo e as dificuldades na resolução da parte “vai mais além”, presente nas cinco tarefas propostas.

## Capítulo 5. Resultados

---

G1-A2- O vai mais além foi feito muito depressa. Diminuir a sua dificuldade.

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, aluno 2)

Neste excerto, o aluno destaca a limitação de tempo na resolução da parte “vai mais além”, que coincidia com o último momento da tarefa antes da reflexão final individual. Esta dificuldade está também associada ao facto de os alunos serem solicitados a aprofundar os conceitos trabalhados e a resolverem questões adicionais. As dificuldades associadas à gestão do tempo e referidas pelos alunos, durante a entrevista em grupo focado, foram identificadas pelo professor durante a realização da tarefa 2, tendo registado nas suas notas de campo, o seguinte:

A questão “vai mais além” foi finalizada fora do tempo normal de aula.

(Notas de campo do professor, Tarefa 4)

O facto da tarefa 4 não ter sido finalizada, dentro do tempo previsto de aula, vem corroborar a ideia da necessidade de otimizar o tempo de aula. As dificuldades que os alunos sentiram na gestão do tempo, em alguns casos, pode ser justificada, também, pela dificuldade que o professor encontrou em organizar a turma em grupos e dar início à aula. Esta dificuldade foi registada pelo professor. Nas notas de campo encontra-se mencionado o seguinte:

A aula demorou a iniciar, devido à dificuldade em organizar a turma por grupos.

(Notas de campo do professor, Tarefa 2)

Esta dificuldade foi mais notória na realização da tarefa 2, uma vez que foi a primeira em que toda a turma participou em simultâneo. A primeira das cinco tarefas (tarefa 1) foi realizada nas aulas de turno.

## 5.2 Aprendizagens realizadas pelos alunos

Nesta secção apresentam-se os resultados que permitem dar resposta à questão: *Que aprendizagens realizam os alunos, no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”, quando desenvolvem tarefas baseadas numa abordagem CTSA?* Os resultados foram agrupados em quatro categorias de análise: aprendizagem do tipo concetual, aprendizagem do tipo processual, aprendizagem do tipo social, atitudinal e axiológico e relações CTSA.

### Aprendizagem do tipo concetual

Da análise dos dados emergiu uma subcategoria de análise: mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos.

#### Mobilizar conhecimentos e relacionar conceitos

A mobilização de conhecimentos e a relação entre conceitos foi um dos aspetos tidos em conta durante a realização das tarefas propostas. Numa das questões da tarefa 1, pretendia-se que os alunos refletissem sobre os objetivos pretendidos por Antoine Lavoisier, com a realização da demonstração reproduzida no vídeo que foi visualizado em sala de aula. O excerto seguinte apresenta a resposta de um grupo de alunos à referida questão.

Lavoisier queria provar que a Natureza é um sistema fechado, ou seja, que era capaz de completar o ciclo “água para gás para água”, sem ter perdas de matéria, isto é, a água obtida no final do ciclo era exatamente a mesma quantidade da água no início do ciclo. Assim provando que nada se perde tudo se transforma.

(Registo escrito, Tarefa 1, Grupo 1, Turno 1)

Neste excerto verifica-se que os alunos identificaram os objetivos pretendidos por Lavoisier, mas reproduzindo por escrito as frases referidas no vídeo. De forma

## Capítulo 5. Resultados

---

implícita, os alunos estabeleceram a relação entre as conclusões de Lavoisier e o princípio da conservação da massa.

A relação entre conceitos é igualmente evidente no próximo excerto. Este extrato é referente à resposta a uma das questões da tarefa 2 que pretendia que os alunos concluíssem sobre as consequências na formação do carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , partindo da informação que o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , era o reagente em excesso na reação com o carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , em meio aquoso.

A consequência é que não se vai obter a quantidade de  $Li_2CO_3$  desejado devido ao reagente limitante,  $Na_2CO_3$ .

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 2)

O excerto destaca as relações efetuadas pelos alunos que envolvem os conceitos de reagente em excesso e reagente limitante e a consequência na obtenção do produto desejado. Além das aparentes dificuldades na utilização da linguagem científica, os alunos assumiram que o objetivo seria maximizar a quantidade de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , concluindo que a reação seria limitada pelo carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , uma vez que este é o reagente limitante.

Na tarefa 3, foi feita referência à combustão do metano, em sistema aberto, como um exemplo de uma reação completa e, partindo desta informação, solicitava-se aos alunos que explicassem a implicação do sistema ser aberto na classificação da referida reação. Apesar das dificuldades na estruturação das respostas, os alunos alcançaram esse objetivo como fica evidenciado pela leitura do seguinte excerto:

O facto de o sistema ser aberto implica que há trocas de energia e matéria. Ou seja, há acesso ilimitado ao comburente ( $O_2$ ), portanto o reagente limitante ( $CH_4$ ) vai sempre consumir-se por completo.

(Registo escrito, Tarefa 3, Grupo 1, Turno 1)

Este trecho mostra a intenção de identificar o reagente em excesso (dioxigénio,  $O_2$ ) e o reagente limitante (metano,  $CH_4$ ), associando a classificação de reação completa ao esgotamento do reagente limitante.

### Aprendizagem do tipo processual

Esta categoria de análise foi dividida em duas subcategorias de análise: selecionar e resumir informação e tirar conclusões.

#### Selecionar e resumir informação

As competências de seleção e resumo da informação foram sendo adquiridas, com o decorrer das aulas e com a resolução das tarefas. À medida que os alunos foram realizando as tarefas, foram melhorando as respostas ao apresentarem textos mais estruturados e sucintos. O trecho seguinte evidencia essas competências, em resposta a uma das questões da tarefa 4, na qual os alunos elaboraram um resumo sobre a forma como a “química verde” pode contribuir para a sustentabilidade da produção industrial de materiais.

*A “química verde” pode contribuir para esta sustentabilidade através da redução de resíduos, especialmente os resíduos tóxicos, também pretende reduzir o consumo de energia e de recursos <sup>não renováveis</sup> promovendo a utilização de recursos renováveis. A “química verde” previne a poluição e lida com temas como a economia atômica, a toxicidade, o uso de solventes e agentes catalizadores, entre outros. Igualmente há uma procura de meios alternativos que sejam menos nocivos para o ambiente e para a saúde humana.*

(Registo escrito, Tarefa 4, Grupo 5)

Os alunos procuraram enunciar alguns dos aspetos mais relevantes da “química verde”, deixando em destaque a importância da redução dos resíduos e o princípio fundamental da “química verde” que assenta na prevenção da poluição.

#### Tirar conclusões

A realização das tarefas levou a que, em determinadas questões propostas, os alunos fossem orientados para tirar conclusões, recorrendo à análise de resultados obtidos. Na questão 7, da tarefa 2, após a realização dos cálculos estequiométricos necessários para a determinação da massa mínima de carbonato de

## Capítulo 5. Resultados

---

sódio,  $Na_2CO_3$ , a utilizar na reação com o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , de forma a maximizar a produção de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , os alunos refletiram sobre se a nível industrial se deve utilizar esse valor ou um valor superior. O extrato seguinte mostra a resposta dos alunos a esta questão, evidenciado alguns dos aspetos referidos pelos alunos para que seja utilizado carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , em excesso.

A menor quantidade de carbonato de sódio será 192,99 g e a nível industrial deve-se utilizar um valor ligeiramente superior de forma a garantir a produção do carbonato de lítio de uma forma otimizada, assim as impurezas nos reagentes serão compensadas pela utilização de uma maior quantidade de  $Na_2CO_3$ .

(Registo escrito, Tarefa 2, Grupo 3)

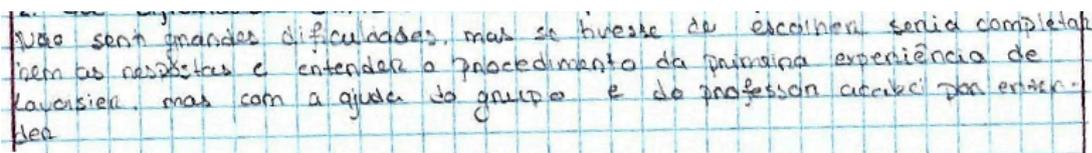
Neste excerto, apesar de algumas dificuldades na linguagem científica utilizada, os alunos pretendem justificar que industrialmente se deve utilizar o carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , em excesso, garantindo que a presença de impurezas no carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , acima do previsto, seja tida em conta. Desta forma, os alunos consideraram que garantiam que a produção de carbonato de lítio,  $Li_2CO_3$ , era maximizada. Os alunos basearam a sua resposta na assunção que o sulfato de lítio,  $Li_2SO_4$ , será o reagente com maior custo o que justificaria, em termos económicos e a nível industrial, a utilização de carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , em excesso.

### Aprendizagem do tipo social, atitudinal e axiológico

A análise dos dados recolhidos levou a criação de uma subcategoria de análise nesta secção: trabalhar em grupo.

#### Trabalhar em grupo

O trabalho em grupo foi reconhecido como uma mais-valia para as aprendizagens dos alunos. O extrato seguinte evidencia a importância atribuída por uma das alunas, em resposta às dificuldades encontradas durante a realização da tarefa 1.



(Registro escrito, Tarefa 1, Grupo 1, Turno 1)

Este excerto realça a importância do trabalho em grupo para a realização da tarefa, em particular para a compreensão de alguns aspetos do vídeo. De uma forma geral, o excerto mostra que o trabalho em grupo proporciona aos alunos a possibilidade de esclarecerem algumas dúvidas em grupo, de forma rápida e eficiente, permitindo-lhes manter o foco, a motivação e envolvimento durante a realização das tarefas. A conjugação destes fatores leva a que o trabalho de grupo seja uma mais-valia no processo de aprendizagem.

A importância do trabalho em grupo é reconhecida pelos alunos, tendo este aspeto sido referido na entrevista em grupo focado. O extrato seguinte reflete esse reconhecimento:

G1-A3- Saber trabalhar em grupo, aprender a trabalhar com os outros.

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, aluno 3)

Este excerto destaca ainda a importância atribuída pelos alunos ao trabalho em grupo, ao reconhecerem que “aprender a trabalhar em grupo” foi uma das competências desenvolvidas durante a realização das tarefas. O desenvolvimento desta competência levou a um maior diálogo e respeito pelas opiniões de cada um dos elementos do grupo, permitindo a elaboração dos registos escritos finais.

### Relações CTSA

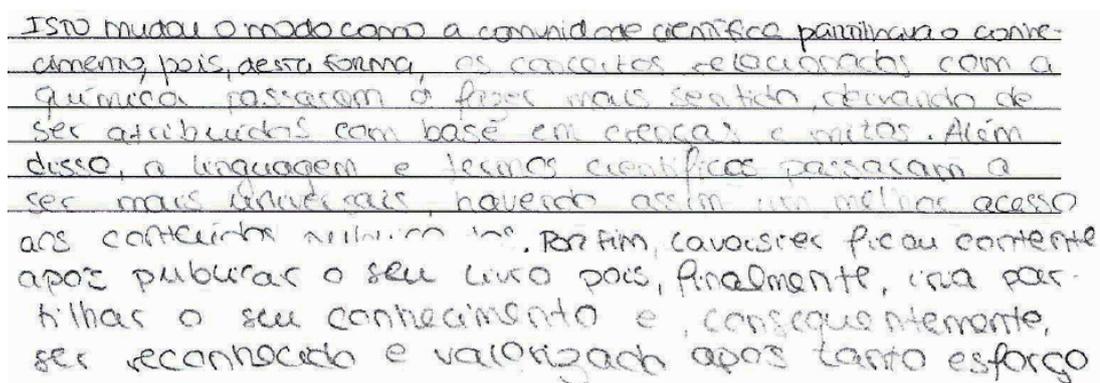
Esta categoria de análise levou a identificação de duas subcategorias: evolução da ciência e questões ambientais.

## Capítulo 5. Resultados

---

### Evolução da ciência

A forma como fazemos ciência tem sido alvo de uma evolução considerável, um dos fatores dessa evolução será a partilha do conhecimento e a forma como comunicamos a ciência. No extrato seguinte, os alunos fazem referência a essa mudança e à contribuição de Antoine Lavoisier como uma mudança de paradigma.



ISTO mudou o modo como a comunidade científica partilha o conhecimento, pois, desta forma, os conceitos relacionados com a química passaram a ficar mais sentida, deixando de ser atribuídos com base em crenças e mitos. Além disso, a linguagem e termos científicos passaram a ser mais universais, havendo assim um melhor acesso aos conteúdos científicos. Por fim, Lavoisier ficou contente após publicar o seu livro pois, finalmente, via partilhar o seu conhecimento e, consequentemente, ser reconhecido e valorizado após tanto esforço.

(Registo escrito, Tarefa 1, Grupo 3, Turno 1)

Este excerto é referente à tarefa 1 e surge em resposta à questão em que se pretendia que os alunos pesquisassem e refletissem sobre a importância da publicação do *Método de nomenclatura química* e do *Tratado elementar de química* e o modo como estes documentos podem ter mudado a forma como a comunidade científica encara a partilha do conhecimento. A resposta apresentada evidencia a importância de Antoine Lavoisier para o surgimento da química enquanto ciência, destacando as suas contribuições no âmbito experimental, assim como na elaboração e sistematização da nomenclatura química, contribuindo de forma decisiva para a divulgação científica. Na entrevista em grupo focado, os alunos foram questionados sobre de que forma é que a resolução das tarefas propostas teria contribuído para compreender os contextos sociais da época e estabelecer relações com a sociedade atual. Os excertos seguintes demonstram ideias concordantes com os registos escritos.

G2-A2- Em termos sociais eram muito mais fechados.

G2-A3- Era muito difícil questionar conhecimentos tidos como certos.

G2-A4- Também hoje há alguns conhecimentos que não convém desenvolver, embora hoje a igreja não tenha tanta influência.

(Entrevista em grupo focado, grupo 2, alunos 2, 3 e 4)

O primeiro excerto em que o aluno refere que “em termos sociais eram muito mais fechados” pretendia fazer referência ao facto que o acesso à ciência e a partilha científica era muito mais restrita. Com a realização da tarefa 1, os alunos, além de visualizarem o vídeo, tiveram a oportunidade de discutir a importância da publicação do *Método de nomenclatura química* e do *Tratado elementar de química* e o modo como estes documentos podem ter contribuído para uma maior abertura da comunidade científica à sociedade e o modo como se passou a encarar a partilha do conhecimento e a divulgação científica. Os dois últimos excertos realçam as dificuldades com que os cientistas do século XVIII se deparavam para conseguirem demonstrar e ver reconhecidas as suas teorias. Por fim, os alunos atribuem essas dificuldades, no século XVIII, à influência da religião fazendo a ponte entre a época atual ao referirem que “há alguns conhecimentos que não convém desenvolver”, pretendendo fazer alusão a eventuais interesses políticos e económicos.

A perceção dos alunos, relativamente à evolução da tecnologia na resolução de problemas sócio-científicos, foi abordada durante as entrevistas em grupo focado. O excerto seguinte evidencia essa perceção.

G2-A3- A ciência e a tecnologia estão muito interligadas e permitem-nos hoje obter medicamentos e outras coisas que não era possível há alguns anos.

(Entrevista em grupo focado, grupo 2, aluna 3)

Neste extrato, a aluna estabelece a relação entre os avanços da ciência e tecnologia e o bem estar humano, reforçando a ideia de que a ciência está ao serviço da humanidade. Ao referir que “não era possível há alguns anos”, destaca que os

## Capítulo 5. Resultados

---

avanços tecnológicos são constantes refletindo-se na obtenção de soluções para os problemas com que a sociedade se vai deparando.

Com a realização das tarefas, os alunos refletiram sobre a importância de determinadas profissões, desde investigadores a engenheiros, para o desenvolvimento económico. Durante uma das entrevistas em grupo focado, os alunos, em resposta à questão sobre de que forma é que as tarefas realizadas ajudaram na compreensão da importância das várias profissões para o desenvolvimento económico, referiram o seguinte:

G1-A1- Ajudou-nos a estabelecer uma ligação, por exemplo, saber a importância das pessoas.

G1-A5- Depois de fazermos a ficha começamos a perceber certos procedimentos que eles têm de fazer [nas fábricas].

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, alunos 1 e 5)

Estes extratos reforçam a importância das contextualizações utilizadas nas várias tarefas e que estimularam os alunos a refletir sobre a importância de várias profissões, em particular a nível industrial. Sem fazer referência a nenhuma profissão ou conceito abordado, o aluno ao referir que “começamos a perceber certos procedimentos que eles têm de fazer” pretende realçar a importância do conhecimento e compreensão dos conceitos abordados durante a realização das tarefas e a sua relação com a atividade dos profissionais da indústria química.

### Questões ambientais

A educação ambiental assume-se como fundamental na formação dos cidadãos e no presente trabalho procurou-se sensibilizar os alunos para a importância das questões ambientais, assim como a importância de se reconhecerem como parte integrante do meio em que vivem, proporcionando as condições necessárias à reflexão sobre alternativas para os problemas ambientais que garantam, em simultâneo, os recursos necessários para as gerações futuras. O extrato seguinte destaca a importância atribuída pelos alunos às questões ambientais e foi retirado

dos seus documentos escritos, como resposta a uma das questões da tarefa 4, em que se pretendia que refletissem sobre a importância da “química verde” para a sustentabilidade da produção industrial de materiais.

A “química verde” tem como objetivo reduzir ou eliminar o uso e a produção de substâncias nocivas para o ambiente e para a saúde humana. Ao utilizarmos recursos renováveis conseguimos reduzir o consumo de energia e recursos, o que promove um desenvolvimento sustentável, sem comprometer as gerações futuras. O facto de reduzirmos a quantidade de substâncias tóxicas também é benéfico para o ambiente e consequentemente, irá promover a sustentabilidade do ambiente e dos seus recursos. Ao reutilizarmos os reagentes os reagentes em excesso conseguimos reduzir o desperdício de recursos.

(Registo escrito, Tarefa 4, Grupo 2)

Nesta resposta, os alunos apesar de apresentarem algumas dificuldades na utilização da linguagem científica, procuraram destacar os princípios básicos da “química verde”, atribuindo grande importância à redução de desperdícios e ao consumo responsável de energia e estabelecendo a ligação entre o impacto ambiental das substâncias tóxicas e a necessidade de garantir os recursos necessários às gerações futuras.

Através da discussão dos vários princípios da “química verde”, pretendeu-se ainda sensibilizar os alunos para a importância da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento sustentável. Na entrevista em grupo focado e em resposta à questão que pretendia saber de que forma é que a realização das tarefas propostas pode ajudá-los a tomar decisões acerca do impacto ambiental no futuro, os alunos referiram o seguinte:

G2-A5- permite consciencializar os alunos... que temos alguns alunos que ao aceder mais tarde a cargos estes devem ter uma consciência de adotar processos que tenham também o menor impacto ambiental.

(Entrevista em grupo focado, grupo 2, aluno 5)

Este excerto evidencia que os alunos reconhecem que a resolução destas tarefas levou à reflexão sobre as questões ambientais e as consequências que as suas decisões podem ter no futuro. Destaca, ainda, a visão dos alunos sobre a necessidade de sensibilizar as gerações mais novas para as questões relacionadas com a sustentabilidade ambiental.

### 5.3 Avaliação dos alunos

Nesta secção apresentam-se os resultados que permitem dar resposta à questão: *Que avaliação é que os alunos fazem da utilização das tarefas propostas, baseadas numa abordagem CTSA, no ensino do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”?* Os resultados foram agrupados em duas categorias de análise: relevância e interesse e gosto.

#### Relevância e interesse

O interesse e relevância das tarefas foi avaliada pelos alunos através das respostas às questões colocadas durante a entrevista em grupo focado. Os alunos destacaram como alguns dos aspetos das tarefas que consideram ser relevantes e diferenciadores no processo de ensino. O excerto seguinte destaca esses aspetos:

G1-A3- A nossa base de ensino foi sempre com base no livro e tudo o que seja diferente por vezes é mais difícil de se adaptar ou seja não há só uma forma de aprender.

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, aluno 3)

Neste excerto, o aluno ao fazer referência às “várias formas de aprender” pretende destacar a importância da diversificação dos recursos didáticos utilizados e a sua contribuição para as melhorias na aprendizagem. Sem fazerem referência às relações entre ciência, sociedade, tecnologia e ambiente, os alunos destacam o estímulo à reflexão proporcionado pela realização das tarefas, como se evidencia no excerto seguinte:

G1-A2- São aulas diferentes, em que aprendemos a refletir.

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, aluno 2)

Este excerto destaca a importância da reflexão no estabelecimento de relações entre conceitos.

### Gosto

Os alunos demonstraram preferência pelas tarefas 1 e 5. O gosto pela tarefa 1 é evidenciado no seguinte excerto, em resposta à questão em que se questionou os alunos sobre qual das tarefas consideraram mais interessante.

G3-A2- A primeira porque tinha o vídeo e a história de como é que faziam na época.

(Entrevista em grupo focado, grupo 3, aluno 2)

Neste excerto fica evidente o gosto pela história da ciência, assim como os aspetos relacionados com a evolução da ciência. O extrato seguinte, por sua vez, apresenta as razões da preferência pela tarefa 5.

G2-A1- A tarefa 5, tem uma componente prática, aproxima-se do trabalho real em laboratório.

(Entrevista em grupo focado, grupo 2, aluno 1)

Neste excerto fica evidenciado o gosto pelo trabalho laboratorial e a relação direta com a obtenção de um produto final que tenha utilidade socialmente reconhecida. O contacto com o contexto laboratorial surge como uma mais-valia para o aumento do gosto na realização das tarefas fazendo-se refletir na qualidade das aprendizagens realizadas. Outros dos aspetos realçados pelos alunos, para a preferência pela tarefa 5, foram a interligação entre conceitos e a necessidade de mobilização de conhecimentos, como se verifica pela análise do seguinte excerto:

G2-A2- Consegues pôr várias matérias numa experiência e ver o valor que elas têm.

(Entrevista em grupo focado, grupo 2, aluno 2)

## Capítulo 5. Resultados

---

Na tarefa 5, os alunos são confrontados com a necessidade de compreender os vários conceitos que foram sendo abordados nas tarefas anteriores, de forma a poderem alcançar os objetivos pretendidos para a tarefa. Apesar de não ser aparentemente clara a mensagem que o aluno pretende transmitir, o aluno ao referir “ver o valor que elas têm” pretende transmitir a ideia de que, com a realização da tarefa 5, foi possível atribuir significado e importância aos conceitos abordados ao longo das aulas, através de um caso prático.

O gosto pela realização das tarefas foi ainda reforçado pelos alunos como resposta à questão sobre se este tipo de tarefas deveria ser ou não realizado mais vezes, como se verifica pela leitura do extrato seguinte:

G1-A1- Sim, porque são mais interativas.

(Entrevista em grupo focado, grupo 1, aluna 1)

A aluna, ao referir “são mais interativas”, pretende realçar a importância das tarefas na interação entre elementos do mesmo grupo, assim como entre os vários grupos e o professor durante os momentos de discussão coletiva. Esta interação leva à partilha de pontos de vista diferentes, ao desenvolvimento da linguagem científica e a uma maior consolidação de conhecimentos.



# Discussão, conclusão e reflexão

## final

---

### Conteúdos

---

<b>6.1</b>	<b>Discussão dos resultados</b> . . . . .	<b>80</b>
<b>6.2</b>	<b>Conclusão</b> . . . . .	<b>85</b>
<b>6.3</b>	<b>Reflexão final</b> . . . . .	<b>86</b>

---

O presente trabalho tem como objetivo conhecer como é que uma abordagem CTSA contribui para as aprendizagens dos alunos da subunidade programática “aspectos quantitativos das reações químicas” que é parte integrante da unidade “Equilíbrio Químico” do programa de Química, da disciplina de Física e Química A do 11.º ano de escolaridade do Ensino Secundário, do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (Fiolhais et al., 2014). Para dar resposta a esta problemática foram formuladas três questões orientadoras que passaram por identificar as dificuldades que os alunos sentiram na aprendizagem do referido tópico, ao realizarem as tarefas propostas, identificar as aprendizagens realizadas pelos alunos e terminando com a avaliação que os alunos fizeram das tarefas propostas. Com o intuito de concretizar estes objetivos foi desenvolvida uma investigação qualitativa, em que a recolha de dados foi efetuada, recorrendo aos documentos escritos dos alunos, aos registos escritos das entrevistas em grupo focado e às notas de campo do professor. Da análise detalhada dos dados recolhidos emergiram as categorias e subcategorias de análise que permitiram dar resposta

às questões orientadoras. O presente capítulo encontra-se dividido em três secções. A discussão dos resultados obtidos é apresentada na secção 6.1, seguindo-se a conclusão na secção 6.2 e a reflexão final na secção 6.3.

### 6.1 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos e apresentados no capítulo 5 permitiram, após uma análise detalhada, dar resposta às três questões orientadoras que foram formuladas no presente trabalho. Com a primeira questão orientadora, pretendeu-se conhecer as dificuldades que os alunos sentiram na aprendizagem do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas. Da análise dos dados emergiram três categorias de análise que permitiram identificar as dificuldades dos alunos na aprendizagem: dificuldades do tipo concetual, dificuldades do tipo processual e dificuldades do tipo social, atitudinal e axiológico.

Nas aprendizagens do tipo concetual foram identificadas dificuldades na mobilização de conhecimentos e no estabelecimento de relações entre conceitos, assim como na utilização da linguagem científica. As dificuldades dos alunos surgem, inicialmente, na compreensão e na interpretação de algumas questões, relacionadas com a compreensão da linguagem científica utilizada e com a seleção da informação disponibilizada. Estas dificuldades foram identificadas por vários autores e referenciadas na literatura (e. g., Baptista et al., 2013). Baptista et al. (2013) referem que, por vezes, os alunos não só não sabem fazer como também não compreendem o que lhes é pedido, devido ao facto de não dominarem uma linguagem específica de ciência. As dificuldades apresentadas poderão dever-se, também, à pouca familiarização dos alunos com a realização deste tipo de tarefas e estar associadas à necessidade de adaptação, por parte dos alunos, a uma nova rotina, uma vez que a maioria dos alunos sentem-se confortáveis com o ensino centrado no professor (Loughran et al. 2006, citado por Baptista et al. 2013).

O estabelecimento de relações entre conceitos científicos surgiu como uma

## Capítulo 6. Discussão, conclusão e reflexão final

---

das dificuldades associadas às aprendizagens dos alunos. Da análise dos dados surgiram dificuldades relacionadas com os conceitos de substância, quantidade de matéria, assim como a nomenclatura química. Estas dificuldades levaram a que, por vezes, os alunos não conseguissem dar resposta às questões propostas. Uma das evidências destas dificuldades está na escrita das fórmulas químicas de algumas substâncias químicas, levando a que as equações químicas não sejam escritas corretamente, desrespeitando a lei da conservação da massa e levando ao estabelecimento incorreto de proporções entre os reagentes e os produtos da reação química. A utilização da linguagem científica foi outra das dificuldades encontradas pelos alunos, durante a realização das tarefas propostas. Estas dificuldades podem estar associadas à mobilização incorreta de conhecimentos prévios, dificultando a aprendizagem de novos conceitos. Na utilização de linguagem científica destaca-se ainda a confusão na utilização de alguma da terminologia científica, como é exemplo o conceito de quantidade de matéria, estequiometria ou rendimento de uma reação química. Estas dificuldades, identificadas no presente trabalho, foram igualmente reportadas em estudos publicados na literatura associados aos conceitos de substância (Silva & Amaral, 2013), mole (Rogado, 2004) e reação química (Kind, 2004). Outro dos fatores que pode contribuir para estas dificuldades está associado ao facto de alguns dos conceitos científicos serem abstratos ou simplesmente porque existem palavras que quando utilizadas na linguagem do quotidiano têm outro significado (Huddle & Pillay, 1996).

Nas dificuldades do tipo processual foram identificadas duas subcategorias de análise: registar resultados e tirar conclusões. O registo de resultados surgiu como uma das dificuldades, sentidas pela maioria dos alunos, em particular na estruturação dos resultados obtidos e na sua organização. Na tarefa 5 estas dificuldades são mais evidentes denotando que os alunos estão pouco familiarizados com a necessidade de estruturarem os seus próprios resultados, uma vez que estão mais habituados a “preencher” tabelas ou folhas de registo fornecidas pelos professores. A maioria dos grupos não recorreu à utilização de tabelas e quando o

fizeram apresentaram grandes dificuldades na apresentação das incertezas associadas às medições, na apresentação das grandezas de forma simbólica, assim como as respectivas unidades. Tirar conclusões foi outra das dificuldades associadas às aprendizagens do tipo processual. Esta dificuldade esteve presente na maioria das tarefas tendo-se verificado que os alunos apresentam falhas na interpretação dos dados fornecidos, chegando mesmo a ignorar e a não apresentarem respostas quando solicitados a tirar conclusões. Estas dificuldades são concordantes com as dificuldades encontradas em estudos recentes (Meneses, 2016).

Relativamente às dificuldades de aprendizagem do tipo social, atitudinal e axiológico destaca-se uma subcategoria de análise, designada gestão do tempo. A gestão do tempo foi uma das dificuldades dos alunos. Os alunos relacionaram-na com a eventual extensão das tarefas propostas. Contudo, não será de negligenciar as dificuldades de interpretação das questões, assim como as dificuldades associadas ao trabalho em grupo. Estas dificuldades foram mais notórias durante a resolução da parte “Vai mais além” que pretendia que os alunos aprofundassem os conceitos abordados e resolvessem questões adicionais. Contudo, destaca-se que com o decorrer das tarefas estas dificuldades foram sendo menos evidentes. Algumas das dificuldades identificadas foram obstáculos que foram sendo ultrapassados, dando possibilidade aos alunos de aprenderem.

A segunda questão orientadora, do presente trabalho, relaciona-se com as aprendizagens realizadas pelos alunos no tópico “aspetos quantitativos das reações químicas”, tendo sido identificadas quatro categorias de análise: aprendizagens do tipo concetual, aprendizagens do tipo processual, aprendizagens do tipo social, atitudinal e axiológico e relações CTSA.

Nas aprendizagens do tipo concetual destacam-se a mobilização de conhecimentos e o estabelecimento de relações entre conceitos. Dos vários conceitos abordados realçam-se os conceitos de estequiometria, grau de pureza de uma amostra, reagente limitante e reagente em excesso, rendimento de uma reação química e economia atómica percentual e química verde. Os alunos, apesar das dificuldades

## Capítulo 6. Discussão, conclusão e reflexão final

---

apresentadas, conseguiram estabelecer relações entre os vários conceitos, assim como mobilizar conceitos abordados em anos anteriores que permitiram alcançar os objetivos pretendidos (Fiolhais et al., 2014). A utilização das tarefas propostas facilitaram as aprendizagens dos novos conceitos, através de situações e problemáticas atuais que promovem a discussão coletiva e o estabelecimento de relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, procurando dar resposta à necessidade de desenvolver valores e competências nos alunos que permitam dar resposta aos desafios e às imprevisibilidades resultantes da evolução do conhecimento e da tecnologia (Martins et al., 2017).

As aprendizagens do tipo processual foram classificadas em duas subcategorias: selecionar e resumir informação e tirar conclusões. Em termos de seleção e resumo de informação, os alunos foram melhorando a qualidade das respostas apresentadas, através de textos mais estruturados e sucintos. A competência para tirar conclusões foi promovida e desenvolvida com a realização das tarefas propostas, destacando-se o desenvolvimento desta competência através da apresentação de respostas que demonstram competências de análise de informação e dos resultados obtidos.

As aprendizagens do tipo social, atitudinal e axiológico foram classificadas recorrendo a uma subcategoria: trabalhar em grupo. Com o decorrer das tarefas, o desenvolvimento desta competência foi sendo mais notório e os alunos foram respeitando as ideias dos diferentes elementos do grupo, partilhando ideias e chegando a consensos que permitiram otimizar o tempo disponível.

As aprendizagens dos alunos nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente foram classificadas em duas subcategorias: evolução da ciência e questões ambientais. Em relação à evolução da ciência, a realização das tarefas propostas proporcionaram aos alunos a reflexão e discussão de vários temas relacionados com os conceitos científicos que eram objeto de aprendizagem. Desde logo, foi possível confrontar as ideias dos alunos acerca da forma como se faz ciência e a transformação e evolução que sofreu, desde o século XVIII, levando

os alunos a refletir sobre a importância da partilha, comunicação e promoção da ciência. Estas aprendizagens permitiram dar ênfase à valorização da natureza da ciência, ao desenvolvimento de atributos pessoais, assim como na aquisição de competências e valores sociocientíficos (Holbrook & Rannikmae, 2009).

As questões ambientais abrangeram, além do conceito de “química verde”, conceitos como a sustentabilidade, pretendendo despoletar nos alunos o sentido de responsabilidade ao trazer para a discussão não apenas a importância económica e social da produção industrial de materiais, mas também as questões ambientais que daí advêm e a sua relação com as gerações futuras. O desenvolvimento destas competências vão ao encontro dos objetivos traçados no perfil do aluno à saída do ensino obrigatório (Martins et al., 2017).

Com a última questão orientadora pretendeu-se conhecer a avaliação que os alunos fazem das tarefas propostas. Da análise dos dados surgiram duas categorias, a relevância e interesse e o gosto dos alunos na resolução das tarefas. Foi possível constatar, através da análise dos dados, que os alunos demonstraram possuir interesse pelas questões históricas ligadas à ciência, tendo sido mais notório, na realização da tarefa 1, que os alunos possuíam um interesse suplementar. Além dos aspetos históricos, ficou ainda evidente que a utilização de um vídeo como recurso didático terá contribuído para um maior interesse e gosto na resolução das tarefas. A diversificação dos recursos utilizados deve ser considerada na elaboração e desenvolvimento de futuras tarefas, surgindo como um dos caminhos a seguir, de forma a aumentar a motivação dos alunos e, conseqüentemente, o interesse pela ciência. As tarefas propostas pretenderam tornar o ensino do tópico “aspetos quantitativos das reações químicas” mais atrativo, promovendo o espírito crítico, raciocínio e capacidade de resolução de problemas em contexto real. Pretendem, ainda, contribuir para que os alunos sejam capazes de tomar decisões conscientes e informadas e perceber quais as conseqüências dos seus atos, escolhas e opções, como tem sido defendido por alguns autores em estudos publicados na literatura (Fernandes et al., 2017).

A realização da atividade laboratorial e o conseqüente contacto com o ambiente de laboratório terá contribuído positivamente para o interesse dos alunos na resolução das tarefas. Na entrevista de grupo focado, os alunos fizeram alusão à importância da componente prática, ao referirem que “permite o contacto com o trabalho real em laboratório”. Esta expressão mostra a importância que os alunos atribuem ao trabalho laboratorial levando a que se considere importante “trazer” o laboratório para a sala de aula mais frequentemente. O trabalho laboratorial, no ponto de vista dos alunos, permite ainda relacionar os conceitos abordados e atribuir significado e importância às aprendizagens concetuais.

As tarefas permitiram a realização de aulas que, segundo os alunos, “são diferentes” e promovem a reflexão. Os alunos reconheceram a importância das tarefas, apesar das várias dificuldades que sentiram. Muitas delas associadas ao modo como diferem das aulas mais expositivas. O trabalho de grupo e a interação entre alunos e professor é outro dos fatores, reconhecidos pelos alunos, para que este tipo de tarefas seja realizado mais frequentemente. Esta interação, entre alunos e professor, é ainda referenciada na literatura como fundamental para criar ambientes positivos onde os alunos se sintam tranquilos e seguros, promovendo, desta forma, as aprendizagens (Baptista et al., 2013).

## 6.2 Conclusão

A implementação da proposta didática, apresentada no presente trabalho, possibilitou aos alunos o desenvolvimento de competências, em diversos domínios, assim como a aprendizagem dos conceitos científicos que permitiram alcançar os objetivos definidos no programa da disciplina de Física e Química A (Fiolhais et al., 2014). O desenvolvimento das tarefas de investigação permitiu aos alunos identificar problemas, pesquisar e selecionar informação, mobilizar conhecimentos, estabelecer relações entre conceitos, tirar conclusões, responder a problemas, discutir e partilhar ideias, trabalhar em grupo, comunicar resultados, assim como

desenvolver o pensamento crítico. As tarefas recorreram a situações problemáticas atuais que permitiram discussões coletivas que levaram ao estabelecimento de relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Ademais, a realização das tarefas permitiu aos alunos desenvolverem novas competências e adquirirem conhecimentos que podem mobilizar para dar resposta aos desafios colocados pela sociedade atual, fortemente marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Além de possibilitarem as aprendizagens dos alunos na temática “aspectos quantitativos das reações químicas”, as tarefas desenvolvidas proporcionaram a identificação, no contexto do referido tema, de um conjunto de dificuldades com que os alunos se depararam durante a sua realização. Desta forma, o presente documento apresenta-se, também, como um importante instrumento de trabalho para o desenvolvimento de novos recursos.

De entre as cinco tarefas desenvolvidas, a tarefa cinco foi a tarefa que os alunos mais gostaram. O facto desta tarefa envolver a realização de uma atividade laboratorial mostra a importância que os alunos atribuíram a este tipo de trabalho e demonstra que o gosto e o interesse foram influenciados, positivamente, pelo contacto com o ambiente de laboratório. Os alunos, na avaliação que realizaram, reconheceram a importância das tarefas para as aprendizagens e referiram que as tarefas promoveram a reflexão e permitiram a realização de aulas “diferentes”. A realização das tarefas, ao promoverem o trabalho em grupo e a discussão coletiva, proporcionaram uma maior interação entre alunos e professor, levando à criação de um ambiente positivo que estimulou as aprendizagens.

### 6.3 Reflexão final

A frequência do curso de Mestrado em Ensino de Física e Química permitiu-me desenvolver um conjunto de competências científicas e didáticas, que considero fundamentais, para a atividade de professor do Ensino Básico e Secundário. Além

## Capítulo 6. Discussão, conclusão e reflexão final

---

das competências desenvolvidas e dos conhecimentos adquiridos, com a frequência das Unidades Curriculares (UC) que o constituem, destaco a importância das UC de “Introdução à Prática Profissional” (IPP), na minha formação. A possibilidade de ter tido contacto com diversos ambientes escolares, conhecido as suas estruturas e organização e o quotidiano dos professores nas instituições de ensino, contribuiu de forma decisiva para o sucesso neste Mestrado. A realização das várias intervenções, ainda no âmbito da UC de IPPIII, permitiram-me desenvolver várias competências que se revelaram extremamente úteis para a realização da proposta didáctica aqui apresentada.

Com o desenvolvimento da proposta didáctica tive a oportunidade de aprofundar os meus conhecimentos sobre algumas das estratégias de ensino e aprendizagem adotadas no ensino das ciências, nomeadamente a utilização de tarefas de cariz investigativo. A utilização deste tipo de tarefas, em comunhão com a abordagem CTSA, facilitou a compreensão da importância da interdisciplinaridade e das relações CTSA no ensino das ciências.

Com a realização da prática de ensino supervisionada surgiu a oportunidade de pôr em prática as competências desenvolvidas, tendo sido esta a etapa mais marcante e enriquecedora do Mestrado. Desta experiência, em sala de aula, destaco a oportunidade de: (i) testar dinâmicas distintas associadas aos diversos momentos de aula e desenvolver estratégias para estabelecer a ligação entre esses momentos; (ii) tornar familiar a realização de tarefas de investigação; (iii) desenvolver planos de aula que permitam garantir aulas dinâmicas e que contemplem a possibilidade de ajustes com o decorrer das intervenções; (iv) ganhar experiência e melhorar o meu desempenho em sala de aula; (iv) estabelecer uma relação de confiança entre os alunos e o professor que, no meu ponto de vista, é fundamental para o sucesso no processo de ensino e aprendizagem.

Durante a realização da prática de ensino supervisionada surgiram algumas dificuldades relacionados com o ajuste dos tempos dos vários momentos de aula e a gestão das discussões coletivas. Contudo, as dificuldades encontradas foram sendo

## Capítulo 6. Discussão, conclusão e reflexão final

---

ultrapassadas com o decorrer das intervenções. Estas dificuldades colocaram à prova a minha capacidade de superação e de procura de soluções, sempre com o intuito de melhorar o meu desempenho e de alcançar os objetivos traçados. A melhoria do meu desempenho, em sala de aula, veio demonstrar a importância da prática de ensino supervisionada, no processo de formação dos professores, uma vez que proporciona a discussão, no final de cada intervenção, sobre os aspetos positivos e os aspetos a melhorar. Estas discussões foram bastante enriquecedoras, uma vez que me levaram a uma reflexão permanente sobre o meu desempenho e a uma planificação mais refinada da intervenção seguinte.

Com a realização deste Mestrado considero ter adquirido uma visão mais realista do ensino das ciências e um conhecimento mais aprofundado e fundamentado sobre a importância de ser professor e dos constantes desafios que lhe vão sendo colocados e que tornam a profissão de professor cada vez mais fascinante.

# Referências bibliográficas

- Afonso, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação*. Lisboa: Edições ASA.
- Aikenhead, G. S. (2003). STS education: A rose by any other name. In R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York, NY: Routledge Press.
- Aikenhead, G. S. (2005). Research into sts science education. *Educación Química, 16*, 384-397.
- Amado, J. (2017). *Manual de Investigação Qualitativa em Educação*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Baptista, M. L. M., Freire, S., & Freire, A. M. (2013). Tarefas de investigação em aulas de física: Um estudo com alunos do 8.º ano. *Caderno Pedagógico, 10*(1), 137-151.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdos*. Lisboa: Edições 70.
- Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry*. Heidelberg: Springer.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- BouJaoude, S. & Barakat, H. (2003). Students' problem solving strategies in stoichiometry and their relationships to conceptual understanding and learning approaches. *Electronic Journal of Science Education, 7*(3), 1-42.
- Burton, D. & Bartlett, S. (2005). *Practitioner research for Teachers*. London: Paul Chapman.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Temas de Investigação 26. Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. In *Perspectivas de Ensino: Caracterização e Evolução* (pp. 139-193). Lisboa: Ministério da Educação.
- Chowdhury, M. A. (2016). The integration of science-technology-society/sciencetechnology-society-environment and socio-scientific-issues for effective science education and science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19-38.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York, NY: Routledge.
- Conceição, T., Baptista, M., & Ponte, J. P. (2016). Aprendizagens profissionais de futuros professores de física e química num estudo de aula. *Indagatio Didactica*, 8(1), 468-485.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal Of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Despacho Normativo n.º 15971/2012, Diário da República, n.º 242, 2.ª Série, 14 de dezembro de 2012.
- Evagorou, M. & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practise in science teaching* (pp. 135-157). New York, NY: McGraw-Hill Open University Press.
- Fernandes, I. M. B. (2011). *A perspectiva CTSA nos manuais escolares de ciências da natureza do 2.º CBE*. Dissertação de mestrado. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Fernandes, I. M. B., Pires, D. M., & Delgado-Iglesias, J. (2017). Ciência.tecnologiasociedade-ambiente nos documentos curriculares portugueses de ciências. *Cadernos de Pesquisa*, 47(165), 998-1015.
- Fiolhais, C. (Coord), Damião, H., Festas, I., Ferreira, A. J., Braguez, F., Matos, M. G., Rodrigues, S. (Coord.), Portela, C., Ventura, G., & Nogueira, R.

## Referências bibliográficas

---

- (2014). *Programa de Física e Química A: 10.º e 11.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Flick, U. (2005). *Métodos qualitativos na investigação científica*. Lisboa: Monitor.
- Fontes, A. & Silva, I. R. (2004). *Uma nova forma de aprender ciências: a educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Asa Editores.
- Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science teaching. *Science Education*, 55(3), 329-338.
- Galvão, C. (Coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., e Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais: orientações curriculares 3.º ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores do ensino básico e do ensino secundário*. Porto: Edições ASA.
- Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy. A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Housecroft, C. E. & Constable, E. C. (2010). *Chemistry*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Huddle, P. A. & Pillay, A. E. (1996). An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a south african university. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 65-77.
- Kind, V. (2004). *Beyond appearances: students misconceptions about basic chemical ideas*. Durham: School of Education, Durham University.
- Lederman, N. G. (2002). Syntax of Nature of Science Within Inquiry. In Flick L. B. & Lederman N. G. (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implica-*

*tions for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 301-317). Dordrecht: Springer.

Leão, N. M. M. & Kalhil, J. B. (2015). Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino das ciências. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(4), 1-3.

Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.

Magalhães, S. I. R. & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.

Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrilo, J., Silva, L., Encarnação, M. A., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração cts no sistema educativo português. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39.

Martins, I. P. (2014). Políticas públicas e formação de professores em educação cts. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 50-62.

Martins, I. P. (Coord.), Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Magalhães, M. C., Simões, M. O., Simões, T. S., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E. P., & Caldeira, H. (Coord.) (2001). *Programa de Física e Química A: 10.º ou 11.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.

Maskill, R. & Cachapuz, A. F. C. (1989). Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of the word association tests to detect developing conceptualizations. *International Journal of Science Education*, 11(1), 57-69.

## Referências bibliográficas

---

- Matoso, C. M. & Freire, A. M. M. S. (2013). Percepções de alunos sobre a utilização de tarefas de investigação em aulas de química. *Revista Ensaio*, 15(2), 15-28.
- Meneses, P. V. A. (2016). *Resolução de problemas recorrendo a uma história na aprendizagem do som*. Relatório de ensino da prática supervisionada. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Mitchell, I. & Gunstone, R. (1984). Some student conceptions brought to the study of stoichiometry. *Research in Science Education*, 14, 78-88.
- Monk, M. & Dillon, J. (1995). *Learning to Teach Science: Activities for Student Teachers and Mentors*. London: Rutledge Falmer.
- Next generation science standards: for states, by states. (2013). Washington, DC: The Nacional Academies Press.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: SAGE Publications.
- Pedretti, E. & Nazir, J. (2011). Currents in stse education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626.
- Ponte, J. P., Oliveira, H., Brunheira, L., Varandas, J. M., & Ferreira, C. (1998). O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. *Quadrante*, 7(2), 41-70.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., & Branco, N. (2011). Tarefas de exploração e investigação na aula de matemática. *Educação Matemática em Foco*, 1(1), 9-29.
- Praia, J. & Cachapuz, A. (2005). Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético. *Revista CTS*, 6(2), 173-194.
- Reis, P. (2006). Ciência e educação: que relação? *Interações*, 3, 160-187.
- Reis, P. & Marques, A. R. (2016). *A investigação e Inovação Responsáveis em sala de aula. Módulos de ensino IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

- Ribeiro, S. P. (2014). *Contributo de uma abordagem ctsa para a aprendizagem do tema “atmosfera da terra”*. Relatório de ensino da prática supervisionada. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Rogado, J. (2004). A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldade de ensino e aprendizagem. *Ciência & Educação*, 10(1), 63-73.
- Santos, L. (2002). *Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como?*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Silva, J. R. R. T. & Amaral, E. M. R. (2013). Proposta de um perfil conceitual para substância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 53-72.
- Singh, S. & Singh, S. (2016). What is scientific literacy: a review paper. *International Journal of Academic Research and Development*, 1(2), 15-20.
- Tuckman, B. W. (2005). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Vieira, N. (2007). Literacia científica e educação de ciência. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97-108.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives in Reform* (pp. 21-31). New York, NY: Teachers College Press.

# Planificação das aulas

---

O presente apêndice inclui os planos das aulas correspondentes à realização das cinco tarefas de cariz investigativo que foram utilizadas na lecionação do tópico "aspetos quantitativos das reações químicas". Foram realizadas cinco aulas, duas de 90 minutos e três de 135 minutos, sendo estas referentes a dois turnos. O primeiro turno é constituído por 12 alunos e o segundo por 14 alunos. As cinco tarefas foram realizadas nas seguintes aulas:

- Aula de dia 6 de fevereiro de 2018, com a duração de 135 minutos e com a turma dividida em dois turnos: realização da tarefa n.º 1, Reações Químicas. Equações químicas: escrita e acerto.
- Aula de dia 9 de fevereiro de 2018, com a duração de 90 minutos: realização da tarefa n.º 2, Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.
- Aula de turnos de dia 20 de fevereiro de 2018, com a duração de 135 minutos: realização da tarefa n.º 3: Rendimento de uma reação química.
- Aula de dia 23 de fevereiro de 2018, com a duração de 90 minutos: realização da tarefa n.º 4: Química verde e economia atómica percentual.
- Aula de turnos de dia 27 de fevereiro de 2018, com a duração de 135 minutos: realização da tarefa n.º 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos de aprendizagem e avaliação dos alunos
Introdução da tarefa	15 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>            Registrar o sumário.            Ouvir atentamente as indicações do Professor.            Colocar eventuais dúvidas acerca da tarefa e modo de funcionamento da aula.</p> <p><b>Dificuldades:</b>            Em compreender os objetivos da tarefa.</p> <p>Em estabelecer pontes entre os conhecimentos adquiridos nos anos anteriores e os temas gerais do programa de química de 1<sup>o</sup> ano (apresentados de forma muito sucinta pelo professor, no início da aula). Exemplo: Lei de Lavoisier, reações ácido-base, reações de oxidação-redução, reações de precipitação, etc... Estes temas já foram alvo de estudo no ensino básico e serão, naturalmente, aprofundados no 1<sup>o</sup> ano.</p>	<p>Comunicar o sumário da aula.</p> <p>Apresentar à turma, de uma forma sucinta os tópicos que serão abordados na componente de química de 1<sup>o</sup> ano. Nesta breve apresentação, o professor, procurará fazer referência às pontes entre os objetivos de aprendizagem, da presente tarefa, e os conhecimentos adquiridos nos anos anteriores.</p> <p>Informar (genericamente) os alunos sobre os objetivos da tarefa.</p> <p>Informar os alunos sobre o modo como a aula irá decorrer. Clarificar algumas questões que possam ocorrer.</p> <p>Os objetivos da tarefa passam por:</p> <p>Interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria e relacionar o respetivo acerto com a conservação da massa (Lei de Lavoisier).</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>            Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente as indicações do professor e esclarecer eventuais dúvidas sobre o funcionamento da aula.</p>

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

		<p><b>Aspectos a ter em atenção:</b></p> <p>Os alunos deverão organizar-se em grupos de 3 elementos. Será atribuído um número a cada um dos grupos.</p> <p>Os grupos deverão nomear um porta-voz que deverá ser rotativo, de forma a que o maior número possível de alunos tenha a oportunidade de comunicar perante a turma (Inicialmente o porta-voz do grupo será o aluno que possuir o número de aluno mais baixo, seguindo uma alternância por ordem crescente).</p> <p>O professor deve evitar a pormenorização das etapas da tarefa nesta fase, centrando-se nos aspetos gerais. Com o decorrer da tarefa o professor deve ir fornecendo as informações que considere pertinentes para a realização da mesma.</p> <p>Os objetivos da tarefa devem estar de acordo com as metas curriculares que deverão ser atingidas ao longo da tarefa. As metas curriculares são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria e relacionar o respetivo acerto com a conservação da massa (Lei de Lavoisier).</li> </ul>	
--	--	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Atividades n.º 1:</u></p> <p>“Visualizem atentamente o vídeo e anotem os termos cujo significado desconhecem”</p>	<p>15 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Atribuir significado à informação disponibilizada no vídeo.</p> <p>Identificar os termos desconhecidos.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Pretende-se que os alunos reflitam sobre o significado dos termos (dos quais desconhecem o seu significado) e o contexto em que são apresentados, no vídeo. Os termos “ar atmosférico”, “ar mais leve”, “ar combustível” e “ar vital”, são algumas dessas possibilidades.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Assimilar ideias do vídeo.</p> <p>Em identificar os termos cujo significado desconhecem.</p> <p>Em acompanhar a visualização do vídeo.</p> <p>Em relacionar conceitos.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p>Incentivar os alunos a discutirem as suas ideias com o grupo.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá ter a preocupação de percorrer os diversos grupos de trabalho de forma a identificar dificuldades que possam ser transversais, para serem discutidas posteriormente no momento de discussão coletiva.</p> <p>Os alunos podem apresentar conceções alternativas sobre alguns dos termos (exemplo: “ar atmosférico”, “ar mais leve”, “ar combustível” ou “ar vital”), levando a que alguns deles não sejam identificados como termos cujo significado desconhecem.</p> <p>No final da visualização, o professor deverá perguntar à turma se preferem ver o vídeo uma segunda vez. Esta repetição poderá permitir uma melhor contextualização e compreensão do significado de algum dos termos identificados, ou simplesmente identificar mais termos cujo significado desconhecem.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar competências na recolha de dados.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p>
---	---------------	--	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão nº2:</u></p> <p>“Discutam em grupo o significado dos termos que anotaram. Escrevam o significado de cada um dos termos.”</p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 2 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Alguns dos termos cujo significado os alunos poderão desconhecer são:</p> <p><i>Ar atmosférico:</i> formado por uma mistura de vários compostos químicos, principalmente por dinitrogénio (N<sub>2</sub>) e dióxigénio (O<sub>2</sub>).</p> <p><i>Ar mais leve:</i> com menor massa molar do que o ar atmosférico. Neste caso pretende-se que os alunos considerem o hidrogénio molecular (H<sub>2</sub>).</p> <p><i>Ar combustível:</i> hidrogénio molecular (H<sub>2</sub>).</p> <p><i>Ar vital:</i> dióxigénio (O<sub>2</sub>).</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na identificação e atribuição de significado correto a alguns dos termos utilizados no vídeo. Exemplos: sistema fechado; quantidade; massa molar; precisão das medições;</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>Pretende-se que os alunos discutam entre si os termos que desconhecem e atribuam significado. É previsível que alguns alunos tenham em mente alguns dos termos, uma vez que estes conteúdos programáticos foram objeto de estudo no ensino básico (8ºano de escolaridade).</p> <p>Pretende-se estimular a discussão sobre a utilização de linguagem científica adequada e a importância da nomenclatura.</p> <p>No vídeo, as massas são referidas como “peços”.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão sobre os termos utilizados no vídeo e saber estabelecer correspondência com o contexto em que são proferidos.</p> <p>Em atribuir um significado correto aos termos que desconhecem.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 2.</p>
--	---------------	---	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

Discussão coletiva (resposta à questão nº 2)	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas sobre à questão 2. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar os resultados. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Promover a comunicação. Promover o relacionamento entre conceitos e o estabelecimento de pontes. Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b> Nesta fase da aula, o professor deverá garantir que o significado dos termos “ar atmosférico”, “ar mais leve”, “ar combustível” ou “ar vital” são discutidos, independentemente se os alunos classificam estes termos como termos cujo significado desconhecem (evitando conceções alternativas).  O professor deverá questionar também os alunos sobre o significado de sistema fechado, massa molar e precisão das medições. <b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformularem oralmente as respostas dadas. A comunicação deverá ser efetuada pelo portavoiz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b> Saber apresentar as suas ideias à turma. Saber ouvir as ideias dos outros. Saber utilizar linguagem científica.</p>
--	--------	--	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão nº3:</u></p> <p><i>“Refletam sobre os objetivos pretendidos por Lavoisier com a realização da demonstração reproduzida no vídeo. Elaborem um pequeno resumo.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 3 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Demonstrar que no decorrer de uma reação química existe conservação da massa.</p> <p>As ideias de Lavoisier deram aos químicos a primeira compreensão sólida sobre a natureza das reações químicas.</p> <p>Foi pioneiro na realização de estudos experimentais quantitativos, provando que mesmo se a matéria mudar de estado no decorrer de uma reação química, a massa total dos reagentes e dos produtos permanece inalterada ao longo dessa reação.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na interpretação do conceito de reação química.</p> <p>Em compreender que a massa se conserva numa transformação química ou física num sistema fechado.</p> <p>Em elaborar repostas escritas bem estruturadas e com linguagem científica adequada.</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>Pretende-se que os alunos discutam entre eles o conceito de conservação da massa. Tratando-se de um sistema fechado (referido no vídeo) pretende-se que os alunos concluaem que a massa total do sistema reacional é constante.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber identificar as contribuições de Lavoisier evidenciadas no vídeo.</p> <p>Mostrar compreensão que num sistema fechado não há trocas de matéria com o vizinhança.</p> <p>Saber relacionar conceitos.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 3 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	--	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão nº 4:</u></p> <p><i>“Escrevam a equação química da reação química referida no excerto do vídeo (entre os 0 min e 50 s e 1 min e 20 s) e procedam ao respetivo acerto.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 4 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> $2\text{Fe}(s) + 3\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{H}_2(g)$ <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Em identificar os reagentes e os produtos da reação.</p> <p>Em escrever a equação química.</p> <p>Em interpretar o significado da equação química em termos de quantidade de matéria.</p> <p>Em relacionar o que aprenderam sobre a conservação da massa com o acerto de uma equação química</p> <p>Em reconhecer que o acerto de uma equação química traduz a lei de Lavoisier.</p> <p>Em efetuar o acerto adequado da reação química.</p>	<p>O professor deverá passar o seguinte excerto do vídeo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>entre os 0 min e 50 s e 1 min e 20 s.</li> </ul> <p>Após a visualização questionar os alunos sobre o tipo de reação envolvida.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Quais os produtos e os reagentes da reação?</p> <p>Como é que podem relacionar a conservação da massa com o acerto da equação?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período de tempo em que os alunos respondem às questões.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria e relacionar o respetivo acerto com a conservação da massa (Lei de Lavoisier).</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 4 (ver instrumento de avaliação).</p>
--	---------------	---	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

Discussão coletiva (resposta às questões <u>3 e 4</u> )	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>                      Comunicar à turma as conclusões sobre as respostas às questões 3 e 4.                      Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b>                      Em comunicar e expressar as suas ideias.                      Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Promover a comunicação.                      Promover o relacionamento entre conceitos e o estabelecimento de pontes.                      Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Que implicação tem a classificação do sistema como um sistema fechado?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformularem oralmente as respostas dadas.                      A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>                      Saber apresentar as suas ideias à turma.                      Saber ouvir as ideias dos outros.                      Saber utilizar linguagem científica.                      Mostrar compreensão que numa transformação química ou física a massa conserva-se (sistema fechado).</p>
---	--------	---	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão nº5:</u></p> <p><i>“Como se evidência no vídeo, Lavoisier deparou-se com grandes desafios. Discutam em grupo sobre as dificuldades e os sucessos de Lavoisier e a forma como a ciência era “produzida” e divulgada na época.”</i></p>	<p>15 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 5 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Associar o trabalho científico a um trabalho metódico e persistente, pautado por avanços e recuos.</p> <p>A “obsessão pela precisão das medições” por parte de Lavoisier, levando à necessidade de projetar e construir instrumentos inovadores que permitissem a observação dos processos.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão dos desafios inerentes à investigação científica.</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>O professor poderá passar o excerto do vídeo compreendido entre os 3min e 16 segundos e os 3 minutos e 57 segundos. Neste excerto evidencia-se o grau de exigência do trabalho científico experimental.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Associar o trabalho científico e um trabalho metódico e persistente, pautado por avanços e recuos.</p> <p>Reconhecer a necessidade de projetar e construir instrumentos inovadores que permitissem a observação dos processos.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 5 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	--	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

Discussão coletiva (resposta à questão <u>5</u> )	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as conclusões sobre a resposta à questão 5. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Promover a comunicação. Promover o relacionamento entre conceitos e o estabelecimento de pontes. Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b> No vídeo é feita referência a uma certa “obseção pela precisão das medições”, por parte de Lavoisier. Que importância teve na obtenção dos resultados? Que novos desafios foram colocados? (pretende-se que os alunos tenham em conta a necessidade de projetar e construir instrumentos inovadores que permitissem a observação dos processos e a posterior obtenção de medições precisas.)</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformular oralmente as respostas dadas. A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b> Saber apresentar as suas ideias à turma. Saber ouvir as ideias dos outros. Saber utilizar linguagem científica. Associar o trabalho científico e um trabalho metódico e persistente, pautado por avanços e recuos. Reconhecer a necessidade de projetar e construir instrumentos inovadores que permitissem a observação dos processos.</p>
---	--------	---	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

Síntese final	5 min	<p><b>Atividades alunos:</b> Ouvir o professor e colocar eventuais questões ou dúvidas acerca dos conceitos abordados. Discutir ideias.</p>	<p>Sintetizar os conteúdos abordados ao longo das várias etapas da tarefa tais como: lei da conservação da massa. Realçar a importância da obra de Lavoisier. Projeção de diapositivos que incluem os conceitos abordados.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b> Saber interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria e relacionar o respetivo acerto com a conservação da massa (Lei de Lavoisier).  Compreender os desafios da investigação científica.</p>
---------------	-------	---	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Vai mais além:</u></p> <p><u>Questão:</u></p> <p><i>“De que forma consideram que a publicação destes documentos pode ter mudado o modo como a comunidade científica passou a encarar a partilha do conhecimento?”</i></p>	<p>25 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Associar a divulgação e a partilha do conhecimento científico como uma mais valia, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas que levaram ao desenvolvimento da química (neste caso particular).</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão da partilha do conhecimento como uma vantagem para a comunidade como um todo, estimulando a procura por respostas a questões e desafios que se vão colocando a toda a comunidade.</p> <p>Na compreensão da importância da utilização de uma nomenclatura na atribuição de nomes aos compostos e substâncias químicas.</p> <p>Na compreensão da importância para o desenvolvimento social da mudança de paradigma entre a ocultação do conhecimento (vista como forma de manter o poder) e a partilha do conhecimento (vista como uma possibilidade de desenvolvimento social).</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>O professor poderá referir que estas obras foram pioneiras. A primeira obra “<i>Método de nomenclatura química</i>” sugeria a utilização de um conjunto de regras estruturadas que permitiam a atribuição de novos nomes.</p> <p>Em relação à nomenclatura, publicada na referida obra, Lavoisier destacou que a nomenclatura deveria refletir a natureza.</p> <p>No caso da segunda obra “<i>Traité élémentaire de chimie</i>”, o professor poderá destacar a importância da descrição pormenorizada de vários trabalhos realizados por Lavoisier que permitiram a compreensão de determinados fenómenos e processos químicos. Este documento seria visto como um primeiro manual didático da química, inspirando novos investigadores e contribuindo</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Associar a divulgação científica ao desenvolvimento comum da sociedade e encantar a ciência como um produto cultural.</p> <p>Reconhecer a importância de uma nomenclatura, o mais universal possível, isenta de ambiguidades e nomes sem sentido.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	---	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 1: Reações Químicas: Equações químicas: escrita e acerto.**

		<p>Os alunos poderão apresentar dificuldades acrescidas pelo facto de não conhecerem os documentos referidos no texto (<i>"Método de nomenclatura química"</i> e <i>"Tratado elementar de química"</i>).</p>	<p>para promoção da investigação científica como um todo.</p> <p>O professor poderá falar à turma durante a resolução desta questão, permitindo em simultâneo uma discussão coletiva sobre o tema.</p>	
--	--	--	--	--

## Apêndice A. Planificação das aulas

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e regente em excesso.

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos de aprendizagem e avaliação dos alunos
Introdução da tarefa	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>            Registrar o sumário.            Ouvir atentamente as indicações do Professor.            Colocar eventuais dúvidas acerca da tarefa e modo de funcionamento da aula.</p> <p><b>Dificuldades:</b>            Em compreender os objetivos da tarefa.</p>	<p>Comunicar o sumário da aula.</p> <p>Informar (genericamente) os alunos sobre os objetivos da tarefa.</p> <p>Informar os alunos sobre o modo como a aula irá decorrer.</p> <p>Clarificar algumas questões que possam ocorrer.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b>            Os alunos deverão organizar-se em grupos de 5 elementos. Será atribuído um número a cada um dos grupos.            Os grupos deverão nomear um porta-voz que deverá ser rotativo, de forma a que o maior número possível de alunos tenha a oportunidade de comunicar perante a turma (Inicialmente o porta-voz do grupo será o aluno que possuir o número de aluno mais baixo, seguindo uma alternância por ordem crescente).            O professor deve evitar a pormenorização das etapas da tarefa nesta fase, centrando-se nos aspetos gerais.            Com o decorrer da tarefa o professor deve ir</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>            Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente as indicações do professor e esclarecer eventuais dúvidas sobre o funcionamento da aula.</p>

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.**

			<p>forneecendo as informações que considere pertinentes para a realização da mesma.</p> <p>Mesmo não sendo alvo de atenção neste momento da aula, o professor deve ter em mente que os objetivos da tarefa devem estar de acordo com as metas curriculares. As metas curriculares a atingir ao longo da tarefa são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar reagente limitante e reagente em excesso numa reação química.</li> <li>• Interpretar o grau de pureza de uma amostra.</li> <li>• Indicar os reagentes que podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.</li> </ul>
--	--	--	---

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e regente em excesso.	
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Atividade nº1:</u></p> <p>“<i>Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem</i>”</p>	<p>7 min</p>
<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Ler o texto 1 e analisá-lo em grupo.</p> <p>Atribuir significado à informação disponibilizada no texto.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Quais são as percentagens de lítio presentes no minério?</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Assimilar ideias do texto. Em interpretar o texto.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p>Incentivar os alunos a discutirem as suas ideias com o grupo.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O texto pretende sensibilizar os alunos para o facto da extração mineira não ser um processo simples e que poderá ter aplicações em áreas distintas. (Após a leitura do texto os alunos ainda não terão em mente a importância do grau de pureza)</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão que a extração mineira não é um processo simples, podendo envolver diversas etapas até à obtenção do produto pretendido.</p> <p>Mostrar compreensão que o lítio não se encontra em estado puro na natureza.</p> <p>Mostrar compreensão sobre a importância dos recursos minerais.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Esta atividade não será alvo de avaliação.</p>	

<b>Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e regente em excesso.</b>	
<p>Discussão coletiva (Atividade nº1)</p>	<p>5 min</p>
<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma os termos cujo significado desconhecem. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar os resultados. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Qual é a percepção que têm sobre o processo de extração do lítio? Será um processo simples?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformularem oralmente as respostas dadas.</p> <p>O professor deverá referir que mesmo presente em quantidades muito pequenas a extração de metais como o lítio é viável economicamente.</p> <p>A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>	

## Apêndice A. Planificação das aulas

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão nº2:</u></p> <p><i>“Como referido no texto, “o país tem recursos minerais de lítio, que são compostos naturais, mas não são carbonatos de lítio”. O carbonato de lítio é comercializado para o fabrico de baterias, mas deverá conter uma percentagem reduzida de impurezas inertes, na ordem dos 0,5%. Indiquem, qual é, neste caso, o grau de pureza deste sal e em que outras situações será necessária a utilização de compostos com um grau de pureza tão elevado.”</i></p>	<p>8 min</p>
<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 2 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>GP=99,5%</p> <p>O grau de pureza assume especial relevância na indústria farmacêutica, cosméticos, componentes elétricos, etc..</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na interpretação do significado de impurezas inertes.</p> <p>Em compreender que o carbonato de lítio contém sempre impurezas e que quanto maior for o grau de pureza (menor massa de impurezas) maior será o seu custo de produção.</p> <p>Comprender que o aumento do grau de pureza implica um aumento do custo de produção.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A questão será importante para introduzir o conceito de grau de pureza. Este conceito será abordado durante a discussão coletiva.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período de tempo em que os alunos respondem à questão.</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar o conceito de percentagem de impurezas inertes de uma amostra.</p> <p>Mostrar compreensão que as substâncias podem apresentar diferentes percentagens de impurezas inertes.</p> <p>Saber indicar os reagentes que podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 2 (ver instrumento de avaliação).</p>	

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	
<p>Trabalho em grupo:</p> <p>Questão n.º3:</p> <p><i>“Considerere que uma amostra de carbonato de lítio contém 10 g de impurezas inertes, qual deverá ser a massa da amostra para que possa ser considerada comercializável para o fabrico de baterias?”</i></p>	<p>5 min</p> <p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 2 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p><math>m(\text{amostra})=2000\text{g}</math></p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na determinação da massa da amostra.</p>
<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A questão será importante para os alunos relacionarem as massas de impurezas, da substância pura e da massa da amostra.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período de tempo em que os alunos respondem à questão.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar o conceito de percentagem de impurezas inertes de uma amostra.</p> <p>Mostrar compreensão que as substâncias podem apresentar diferentes percentagens de impurezas inertes.</p> <p>Saber indicar os reagentes que podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 3 (ver instrumento de avaliação).</p>

## Apêndice A. Planificação das aulas

<b>Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e regente em excesso.</b>	
<p>Discussão coletiva (resposta às questões 2 e 3)</p>	<p>5 min</p>
<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas às questões 2 e 3. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Esta parte da tarefa é demasiado fechada e o professor pretende introduzir o conceito de grau de pureza, partindo de um exemplo de cálculo com a massa das impurezas inertes. A ideia é fazer a ponte entre percentagem de impurezas e grau de pureza.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor deverá introduzir o conceito de grau de pureza como a relação entre a massa da substância e a massa total da amostra.</p> <p>A expressão do GP deverá ser escrita no quadro pelo professor.</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p> <p>Mostrar compreensão sobre o grau de pureza (este conceito será introduzido pelo professor durante a discussão coletiva).</p>	

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	
<p>Trabalho em grupo:</p> <p>Questões 4, 5, 6 e 7:</p> <p>“Uma das etapas da produção de carbonato de lítio consiste na reação do sulfato de lítio com o carbonato de sódio em meio aquoso, resultando na formação do carbonato de lítio (em forma de precipitado). Procedam à escrita da equação e respetivo acerto.”</p> <p>“Na reação anterior faz-se reagir, em meio aquoso, 200 g de sulfato de lítio com 175 g de carbonato de sódio. Verifiquem se os reagentes estão nas quantidades estequiométricas? Qual</p>	<p>15 min</p> <p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder às questões 4, 5 e 6 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Questão 4:  <math>\text{Li}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})</math></p> <p>Questão 5: Não estão nas quantidades estequiométricas. A massa obtida de <math>\text{Li}_2\text{CO}_3</math> é de 122 g</p> <p>Questão 6: menor quantidade de carbonato de lítio formado. (reagente limitante é o carbonato de sódio).</p> <p>Reagente em excesso: Sulfato de lítio.</p> <p>Questão 7:            De forma a maximizar a produção de carbonato de lítio devem ser utilizadas 192,8 g de carbonato de sódio.</p>
<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A questão será importante para introduzir o conceito de grau de pureza. Este conceito será abordado durante a discussão coletiva.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período de tempo em que os alunos respondem à questão.</p> <p>O professor deverá escrever no quadro a equação química quando a maioria dos grupos iniciar a questão 5.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão que um dos reagentes irá limitar a reação.</p> <p>Identificar reagente limitante e reagente em excesso numa reação química.</p> <p>Saber identificar reagente limitante e reagente em excesso numa reação química.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 4, 5, 6 e 7 (ver instrumento de avaliação).</p>

## Apêndice A. Planificação das aulas

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	
<p>deles se encontra em excesso?"</p> <p><i>“A partir das conclusões da questão anterior, prevejam a(s) consequência(s) na produção de carbonato de lítio?”</i></p> <p><i>“Qual deveria ser a massa mínima de carbonato de sódio utilizada na reação anterior, de forma a maximizar a produção de carbonato de lítio? Considerem se a nível industrial se deve utilizar este valor ou um valor superior. Justifiquem.”</i></p>	<p>Deverá ser utilizado um valor superior, a nível industrial, de forma a garantir o consumo do máximo de sulfato de lítio possível, maximizando assim a produção de carbonato de lítio. O excesso de carbonato de cálcio permitirá também ter em conta a presença de uma percentagem superior de impurezas (relativamente ao estimado) no carbonato de cálcio utilizado.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em escrever corretamente a equação química</p> <p>Na interpretação do significado de impurezas inertes.</p> <p>Em compreender que um dos reagentes está em excesso.</p> <p>Em compreender que um dos reagentes irá limitar a reação.</p>

<b>Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e regente em excesso.</b>	
<p>Discussão coletiva (resposta às questões <u>4, 5, 6 e 7</u>)</p>	<p>15 min</p>
<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas às questões 4, 5, 6 e 7. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar os resultados. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Posíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Qual é o objetivo de fazer reagir o sulfato de lítio com o carbonato de sódio?</p> <p>Porque devemos aumentar a quantidade do carbonato de sódio para maximizar a produção do carbonato de lítio?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou reformular oralmente as respostas dadas. A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>
	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.	
Síntese final	5 min
<p><b>Atividades alunos:</b></p> <p>Ouvir o professor e colocar eventuais questões ou dúvidas acerca dos conceitos abordados.</p> <p>Discutir ideias.</p>	<p>Sintetizar os conteúdos abordados ao longo das várias etapas da tarefa tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reagente limitante e reagente em excesso numa reação química.</li> <li>• grau de pureza de uma amostra.</li> <li>• Importância de indicar os reagentes que podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.</li> </ul>
<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar o conceito de grau de pureza de uma amostra.</p> <p>Saber identificar reagente limitante e reagente em excesso numa reação química.</p> <p>Saber indicar os reagentes que podem apresentar diferentes graus de pureza e que devem ser escolhidos consoante as finalidades de uso e custo.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Relacionar as vantagens e desvantagens da exploração mineira.</p> <p>Mostrar compreensão que as percentagens em massa de lítio nas amostras são muito pequenas. No entanto, os processos de</p>
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Vai mais além:</u></p> <p><u>Questão:</u></p> <p>“A atividade mineira é, por vezes, apresentada como uma mais valia em termos económicos. No</p>	15 min
<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Contribui para o aumento do risco de contaminação das águas, dos solos, da paisagem e do ar.</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p>

<p><i>entanto, na maioria dos casos, tem um impacto negativo muito significativo no ambiente e na qualidade de vida das populações envolvidas. Elabora um pequeno resumo sobre o possível impacto ambiental nos lagos do Chile, Argentina e Bolívia onde se encontram as maiores reservas deste metal.”</i></p>	<p>Poderá implicar a construção de barragens e poços de bombeamento que terão um forte impacto na flora e fauna.</p> <p>Maior controlo por parte das autoridades ambientais e cumprimento das normas ambientais por parte das empresas.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão das consequências a nível ambiental da exploração mineira.</p>	<p>extração são viáveis economicamente.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão (ver instrumento de avaliação).</p>
---	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Regente limitante e reigente em excesso.**

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos de aprendizagem e avaliação dos alunos
Introdução da tarefa	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>            Registrar o sumário.            Ouvir atentamente as indicações do Professor.            Colocar eventuais dúvidas acerca da tarefa e modo de funcionamento da aula.</p> <p><b>Dificuldades:</b>            Em compreender os objetivos da tarefa.</p>	<p>Comunicar o sumário da aula.</p> <p>Informar (genericamente) os alunos sobre os objetivos da tarefa.</p> <p>Informar os alunos sobre o modo como a aula irá decorrer.</p> <p>Clarificar algumas questões que possam ocorrer.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b>            Os alunos deverão organizar-se em grupos de 3 elementos. Será atribuído um número a cada um dos grupos.            Os grupos deverão nomear um porta-voz que deverá ser rotativo, de forma a que o maior número possível de alunos tenha a oportunidade de comunicar perante a turma (Inicialmente o porta-voz do grupo será o aluno que possuir o número de aluno mais baixo, seguindo uma alternância por ordem crescente).            O professor deve evitar a pormenorização das etapas da tarefa nesta fase, centrando-se nos aspetos gerais.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>            Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente as indicações do professor e esclarecer eventuais dúvidas sobre o funcionamento da aula.</p>

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

			<p>Com o decorrer da tarefa o professor deve ir fornecendo as informações que considere pertinentes para a realização da mesma.</p> <p>Mesmo não sendo alvo de atenção neste momento da aula, o professor deve ter em mente que os objetivos da tarefa devem estar de acordo com as metas curriculares. As metas curriculares a atingir ao longo da tarefa são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir reações completas de reações incompletas.</li> <li>• Efetuar cálculos estequiométricos envolvendo reagente limitante/em excesso, rendimento da reação e grau de pureza dos reagentes.</li> </ul>	
--	--	--	--	--

## Apêndice A. Planificação das aulas

### Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Atividade nº 1:</u></p> <p><i>“Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Ler o texto 1 e analisá-lo em grupo.</p> <p>Atribuir significado à informação disponibilizada no texto.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Eventuais termos cujo significado desconhecem:</p> <p>Sistema aberto          Reação completa          Reação incompleta          Rendimento da reação</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Assimilar ideias do texto. Em interpretar o texto.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p>Incentivar os alunos a discutirem as suas ideias com o grupo.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O texto pretende sensibilizar os alunos para a complexidade da produção do ácido sulfúrico em particular, e de um produto químico em geral.</p> <p>Esta complexidade pode ser interpretada pela existência de diversas etapas de produção, sendo necessário otimizar cada uma das etapas.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão que a indústria química é complexa e que a produção do ácido sulfúrico envolve várias etapas.</p> <p>Mostrar compreensão sobre a importância dos produtos químicos.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Esta atividade não será alvo de avaliação.</p>
--	---------------	---	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

Discussão coletiva (Atividade nº1)	5 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma os termos cujos significados desconhecem. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar os resultados. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Qual é a perceção que têm sobre o processo de produção do ácido sulfúrico? Será um processo simples?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformularem oralmente as respostas dadas. Estas questões dependem das respostas dos alunos. A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
---------------------------------------	-------	--	---	---

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão n.º2:</u></p> <p><i>“O texto refere que a reação de metano, em sistema aberto, é um exemplo de uma reação completa. Que implicação tem o facto de o sistema ser aberto?”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 2 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Como o sistema é aberto o combustível é o reagente limitante.</p> <p>O reagente limitante será totalmente consumido.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na interpretação do significado de sistema aberto.</p> <p>Em compreender que na combustão do metano em sistema aberto, assume-se que a vizinhança contém oxigénio, levando a que o combustível seja o reagente limitante.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>Será importante que o professor refira que no caso da combustão do metano em sistema aberto (assumindo que a vizinhança do sistema contém oxigénio ou ar atmosférico), permite que o oxigénio esteja em excesso. No entanto, a reação também poderia ser completa se o sistema fosse fechado, desde que o oxigénio estivesse em excesso.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber distinguir reações completas de reações incompletas.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 2 (ver instrumento de avaliação).</p>
--	---------------	--	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p>Discussão coletiva (resposta à questão 2)</p>	<p>5 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma a resposta à questão 2. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Qual é a importância de o sistema ser aberto? E se for um sistema fechado a reação de combustão poderá ser completa? Em que casos?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor deverá introduzir o conceito de reação incompleta.</p> <p>A equação química que traduz a reação de combustão do metano deve ser escrita no quadro. O professor deverá solicitar o respetivo acerto a um dos alunos que considere mais adequado.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p> <p>Mostrar compreensão na distinção entre reações completas e reações incompletas.</p>
--	--------------	---	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão 3 e 4:</u></p> <p><i>“Indiquem que possíveis fatores poderão levar a que as reações químicas, a nível industrial, apresentem rendimentos inferiores a 100%?”</i></p> <p><i>“Apresentem uma expressão numérica que permita calcular o rendimento de uma reação química.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 3 e 4 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Questão 3: Existência de reações secundárias, perdas de produto durante a reação, alteração das condições de operação e existência de impurezas nos reagentes.</p> <p>Questão 4: Rendimento percentual:  <math display="block">\eta = \frac{n \text{ produto obtido}}{n \text{ produto previsto}} \times 100</math> <math display="block">\eta = \frac{m \text{ produto obtido}}{m \text{ produto previsto}} \times 100</math>           Também pode ser dado por:  <math display="block">\eta = \frac{V \text{ produto obtido}}{V \text{ produto previsto}} \times 100</math> </p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na identificação dos fatores que levam à obtenção de rendimentos inferiores a 100%.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A questão será importante para os alunos refletirem sobre os fatores que poderão influenciar o rendimento das reações.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar o conceito de reação incompleta.</p> <p>Saber interpretar o conceito de rendimento de uma reação química.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita às questões 3 e 4 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	---	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

		<p>Na compreensão que a maioria das reações químicas são incompletas e que a quantidade de produtos obtida é inferior à quantidade de produto esperada.</p> <p>Em concluir que se a conversão dos reagentes em produtos for completa o rendimento da reação é de 100%.</p> <p>Em concluir que o rendimento pode ser definido como o quociente entre a quantidade, massa ou volume de produto, (no caso de gases) obtida e a quantidade, massa ou volume (no caso de gases) de produto esperada se a reação fosse completa.</p>		
--	--	--	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p>Discussão coletiva (resposta às questões 3 e 4)</p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas às questões 3 e 4. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Que fatores é que podem levar a que as reações sejam incompletas? Os reagentes têm graus de pureza de 100%?</p> <p>Qual é o rendimento de uma reação química se a conversão dos reagentes em produtos for completa?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor deverá ter atenção para não entrar numa discussão particular sobre fatores como temperatura e pressão, uma vez que os alunos ainda não abordaram o conceito de equilíbrio químico ou reação inversa.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
--	---------------	---	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p>Trabalho em grupo: Questões 5, 6 e 7. "A segunda etapa do processo de fabrico do ácido sulfúrico, descrito no texto, consiste na obtenção do trióxido de enxofre. Escrevam a equação química, devidamente acertada, que descreve esta reação."</p> <p>"Determinem a massa de trióxido de enxofre obtida quando uma amostra de 1kg de dióxido de enxofre, com um grau de pureza de 97,5%, reage com dióxigénio, em excesso. Considerem, neste caso, que a reação é completa."</p> <p>"Calculem o rendimento da reação anterior se forem obtidos 330 dm<sup>3</sup> de trióxido de enxofre, em condições PTN."</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder às questões 5, 6 e 7 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p><b>Questão 5:</b> <math>2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})</math></p> <p><b>Questão 6:</b></p> <p>Sendo o GP=97,5%</p> <p><math>n(\text{SO}_2) = 15,2 \text{ mol}</math></p> <p><math>n(\text{SO}_3) \text{ formado} = 15,2 \text{ mol.}</math></p> <p>massa de <math>\text{SO}_3</math> obtido 1218,5 g</p> <p><b>Questão 7:</b></p> <p><math>\eta = 96,8\%</math></p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Em escrever corretamente a equação química.</p> <p>Em efetuar os cálculos corretamente.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>As questões serão importantes para envolver os conceitos de reagente limitante/excesso, rendimento da reação e grau de pureza.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>O professor deverá escrever no quadro a equação química quando a maioria dos grupos iniciar a questão 6.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Efetuar cálculos estequiométricos envolvendo reagente limitante/em excesso, rendimento da reação e grau de pureza dos reagentes</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita às questões 5, 6 e 7 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	--	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p>Discussão coletiva (resposta às questões <u>5, 6 e 7</u>)</p>	<p>15 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas às questões 5, 6 e 7. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar os resultados. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>O professor poderá solicitar que alguns dos alunos resolva a alguma das questões no quadro.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá assegurar-se que as questões são resolvidas no quadro.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
--	---------------	---	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

Síntese final	10 min	<p><b>Atividades alunos:</b></p> <p>Ouvir o professor e colocar eventuais questões ou dúvidas acerca dos conceitos abordados.</p> <p>Discutir ideias.</p>	<p>Sintetizar os conteúdos abordados ao longo das várias etapas da tarefa tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir reações completas de reações incompletas.</li> <li>• Efetuar cálculos estequiométricos envolvendo reagente limitante/em excesso, rendimento da reação e grau de pureza dos reagentes.</li> </ul>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber Distinguir reações completas de reações incompletas.</p> <p>Saber efetuar cálculos estequiométricos envolvendo reagente limitante/em excesso, rendimento da reação e grau de pureza dos reagentes.</p>
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Vai mais além:</u></p> <p><u>Questão:</u></p> <p><i>“Tendo em consideração a informação do texto, discutam em grupo a importância do controlo das emissões de gases tóxicos por parte das indústrias e de que</i></p>	15 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>As indústrias emissoras de SO<sub>2</sub>, deverão procurar reaproveitar este gás sempre que possível para a produção de ácido sulfúrico.</p> <p>As indústrias emissoras deverão adotar sistemas que permitam</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Compreender os desafios da indústria química na atualidade.</p> <p>Compreender a necessidade de desenvolver processos mais “amigos do ambiente” e da importância das indústrias encarecidas como fundamentais para o desenvolvimento</p>

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.**

<p><i>forma poderá ser possível diminuir a sua emissão e consequentemente o seu impacto negativo no ambiente.</i></p>	<p>tam a eliminação deste tipo de gases. No caso da combustão de combustíveis fósseis poderão adotar novas técnicas de combustão destinadas a remover o enxofre durante a queima.                  Maior controlo por parte das autoridades ambientais e cumprimento das normas ambientais por parte das empresas.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão das consequências a nível ambiental da emissão de óxidos de enxofre.</p>		<p>sustentado que as sociedades modernas exigem.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão (ver instrumento de avaliação).</p>
<p>Trabalho individual:  <b>Reflete:</b></p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder às questões.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão das questões.</p>	<p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber avaliar o seu desempenho.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p>

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos de aprendizagem e avaliação dos alunos
Introdução da tarefa	7 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>                      Registrar o sumário.                      Ouvir atentamente as indicações do Professor.                      Colocar eventuais dúvidas acerca da tarefa e modo de funcionamento da aula.</p> <p><b>Dificuldades:</b>                      Em compreender os objetivos da tarefa.</p>	<p>Comunicar o sumário da aula.</p> <p>Informar (genericamente) os alunos sobre os objetivos da tarefa.</p> <p>Informar os alunos sobre o modo como a aula irá decorrer.</p> <p>Clarificar algumas questões que possam ocorrer.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b>                      Os alunos deverão organizar-se em grupos de 5 elementos. Será atribuído um número a cada um dos grupos.</p> <p>Os grupos deverão nomear um porta-voz que deverá ser rotativo, de forma a que o maior número possível de alunos tenha a oportunidade de comunicar perante a turma (Inicialmente o porta-voz do grupo será o aluno que possuir o número de aluno mais baixo, seguindo uma alternância por ordem crescente).</p> <p>O professor deve evitar a pormenorização das etapas da tarefa nesta fase, centrando-se nos aspetos gerais. Com o decorrer da tarefa o professor deve ir fornecendo as informações que considere pertinentes para</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>                      Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente as indicações do professor e esclarecer eventuais dúvidas sobre o funcionamento da aula.</p>

Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.

			<p>a realização da mesma.</p> <p>Mesmo não sendo alvo de atenção neste momento da aula, o professor deve ter em mente que os objetivos da tarefa devem estar de acordo com as metas curriculares. As metas curriculares a atingir ao longo da tarefa são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Associar «economia atómica percentual» à razão entre a massa de átomos de reagentes que são incorporados no produto desejado e a massa total de átomos de reagentes, expressa em percentagem.</li> <li>• Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde tendo em conta vários fatores como: economia atómica, redução de resíduos, produtos indesejados, escolha de reagentes e processos menos poluentes.</li> </ul>	
--	--	--	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Atividade nº 1:</u></p> <p>“<i>Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem.</i>”</p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Ler o texto 1 e analisá-lo em grupo.</p> <p>Atribuir significado à informação disponibilizada no texto.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Eventuais termos cujo significado desconhecem:</p> <p>Substâncias tóxicas, não tóxicas, solventes, catalisadores.</p> <p>Substâncias nocivas.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Assimilar ideias do texto. Em estruturar os conceitos.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p>Incentivar os alunos a discutirem as suas ideias com o grupo.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O texto pretende sensibilizar os alunos para a importância da química verde para o desenvolvimento sustentável.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão que a indústria química está em transformação e que os seus agentes têm procurando implementar processos que permitam um desenvolvimento sustentável.</p> <p>Mostrar compreensão sobre a importância dos produtos químicos na sociedade atual.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Esta atividade não será alvo de avaliação.</p>
--	---------------	--	---	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

Discussão coletiva (Atividade nº1)	5 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma os termos cujos significados desconhecem. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Como é que definiriam “química verde”?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformular oralmente as respostas dadas. Estas questões dependem das respostas dos alunos. A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
---------------------------------------	-------	---	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão n.º2:</u></p> <p><i>“A “química verde” assenta em princípios destinados a assegurar a sustentabilidade da produção industrial de materiais. De que forma consideram que a “química verde” pode contribuir para esta sustentabilidade? Elaborem um pequeno resumo.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 2 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Na redução da emissão/produção de resíduos.</p> <p>Na incorporação do maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.</p> <p>No desenvolvimento de métodos ou processos que utilizem ou gerem substâncias menos nocivas ou não nocivas.</p> <p>No desenvolvimento e produção de produtos que após desempenharem a função para as quais foram produzidos, não causem danos ao ambiente e à saúde humana.</p> <p>Na implementação de sistemas energéticos mais eficientes.</p> <p>Na geração de produtos recicláveis.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>Nesta questão alguns dos alunos poderão procurar dar exemplos de cada um dos princípios da química verde.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Compreender os objetivos gerais da química verde.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 2 (ver instrumento de avaliação).</p>
--	---------------	--	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

		<p>Na minimização da possível ocorrência de acidentes, como derrames ou incêndios.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na interpretação do significado de sustentabilidade.</p> <p>Em compreender que a indústria química tem feito progressos em termos de implementação da química verde. No entanto, este esforço terá de ser acompanhado por uma mudança nos hábitos de consumo e nas políticas ambientais vigentes.</p>		
--	--	---	--	--

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>Discussão coletiva (resposta à questão 2)</p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma a resposta à questão 2. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>De que forma é que a mudança nos hábitos de consumo poderá influenciar a política das empresas produtoras, com vista a uma implementação mais profunda da química verde?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor poderá fazer referência à necessidade de mudança dos hábitos de consumo e da forma como olhamos para os produtos provenientes de empresas que não respeitam os princípios de sustentabilidade.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
--	---------------	---	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Questão 3:</u></p> <p><i>“A implementação de tecnologias “limpas” a nível industrial, em substituição de tecnologias mais poluentes, assume-se como um enorme desafio para a indústria química mundial. De que forma as empresas podem ter benefícios económicos com a implementação da “química verde”?”</i></p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 3 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Pretende-se que os alunos consigam compreender que a química verde tem como grande objetivo prevenir a poluição. Com a diminuição da poluição, as empresas terão de controlar menos resíduos, o que poderá levar à redução dos custos.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão dos objetivos da química verde. Na compreensão que o desenvolvimento de novos processos leva à reutilização dos produtos indesejados e a possível criação de novas oportunidades de negócio.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A questão será importante para os alunos refletirem sobre os fatores que poderão levar as empresas a optar livremente pela implementação dos conceitos inerentes à química verde.</p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p> <p>Durante a discussão o professor poderá referir que a química verde, na sua essência, abrange a conceção de produtos e processos para reduzir ou eliminar a necessidade de gerir e controlar os resíduos no final do ciclo de vida. Além disso, a iniciativa de química verde promove uma melhor coordenação na gestão de produtos químicos.</p> <p>O custo do tratamento de efluentes poderá ser menor.</p> <p>A coordenação entre empresas poderá levar também a mais valias ao nível económico.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar o conceito de química verde.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão 3 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	--	---	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>Discussão coletiva (resposta à questão 3)</p>	<p>5 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma a resposta à questão 3. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>De que forma é que as empresas passarão a olhar para os produtos indesejados que são produzidos ao longo do processo de produção? Que custos envolve o tratamento de resíduos?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor poderá fazer referência aos menores custos de tratamento de resíduos, uma vez que a sua produção será minimizada.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
--	--------------	---	---	---

## Apêndice A. Planificação das aulas

### Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.

Trabalho em grupo: Questão 4, 5.1, 5.2 e 6: “O segundo princípio da “química verde” pode ser simplesmente enunciado como a economia atómica de uma reação. O conceito de economia atómica foi desenvolvido por Barry Trost e permite obter a resposta à seguinte questão: “quantos átomos dos reagentes são incorporados no produto final desejado e quantos átomos são desperdiçados?”. Apresentem uma expressão matemática que permita calcular a economia atómica percentual de uma reação química.” “Determinem a economia atómica percentual para esta	15 min	<b>Atividades dos alunos:</b> Responder às questões 4, 5.1, 5.2 e 6 (em grupo). <b>Possíveis respostas dos alunos:</b> Questão 4: $EA(\%) = \frac{\text{massa de átomos de reagentes incorporada no produto desejado}}{\text{massa total de átomos dos reagentes}} \times 100$ Questão 5.1: $EA(\%) = 37,26\%$ Questão 5.2: A economia atómica vai diminuir, no entanto esta diminuição é inferior à diminuição do rendimento da reação (de 100% para 89%) A economia atómica percentual diminuiu de 37,26% para 33,16% Questão 6:	Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem. <b>Aspetos a ter em atenção:</b> Questão 4: A economia atómica também se pode calcular a partir da estequiometria da reação e das massas molares das espécies envolvidas. Provavelmente o professor terá de explicar e escrever no quadro uma equação genérica que permita compreender como determinar a EA(%) desta forma. Questões 4, 5.1, 5.2 e 6: O professor deverá escrever no quadro a expressão matemática que permite calcular a economia atómica percentual. Deverá escrever igualmente a expressão matemática com as massas molares de reagentes e do produto desejado. Todos as etapas de resolução deverão ser escritas, detalhadamente, no quadro. Durante a resolução das questões o professor vai discutindo os resultados com a turma, pelo que não está contemplado no plano de aula um momento de	<b>Objetivos de aprendizagem:</b> Saber associar «economia atómica percentual» à razão entre a massa de átomos de reagentes que são incorporados no produto desejado e a massa total de átomos de reagentes, expressa em percentagem. <b>Avaliação dos alunos:</b> Análise da resposta escrita às questões 4, 5.1, 5.2 e 6 (ver instrumento de avaliação).
--	--------	--	--	---

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p>reação.”</p> <p>“Considerem que o rendimento desta reação é agora de 89%. Prevejam a variação da economia atómica percentual em relação às condições anteriores. Justifiquem.”</p> <p>“Tendo em conta as equações químicas apresentadas, conclua qual dos processos de produção de ácido clorídrico é o mais favorável do ponto de vista da “química verde”.”</p>	<p>Reação 1: <math>EA(\%)=100\%</math>                  Reação 2: <math>EA(\%)=41,93\%</math></p> <p>O processo referente à reação 2 apresenta uma menor economia atómica percentual.</p> <p>Como a reação 1 tem uma economia atómica percentual superior (100%), este processo é o mais favorável do ponto de vista da “química verde”.</p> <p><b>Dificuldades:</b>                  Em calcular a economia atómica.</p> <p>Em efetuar os cálculos corretamente.</p>	<p>discussão final para esta parte da tarefa.</p>	
--	---	---	--

## Apêndice A. Planificação das aulas

### Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.

Síntese final	5 min	<p><b>Atividades alunos:</b></p> <p>Ouvir o professor e colocar eventuais questões ou dúvidas acerca dos conceitos abordados.</p> <p>Discutir ideias.</p>	<p>Sintetizar os conteúdos abordados ao longo das várias etapas da tarefa tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química verde, conceito e objetivos</li> <li>• Economia atómica percentual</li> <li>• Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde.</li> <li>• Saber calcular a EA(%).</li> </ul>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber associar «economia atómica percentual» à razão entre a massa de átomos de reagentes que são incorporados no produto desejado e a massa total de átomos de reagentes, expressa em percentagem.</p> <p>Saber comparar reações químicas do ponto de vista da química verde tendo em conta a economia atómica.</p>
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Vai mais além:</u></p> <p><u>Questão:</u></p> <p>“A “química verde” está assente em doze princípios como referido no texto anterior. Procurem</p>	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>A resposta contempla os 12 princípios: Prevenção, economia de átomos, síntese segura, desenvolvimento de produtos seguros, solventes e</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Compreender a necessidade de desenvolver novos processos e métodos que contribuam para uma maior sustentabilidade.</p>

**Desenvolvimento da aula de investigação. Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.**

<p><i>explicar um dos princípios da “química verde” com base no que aprenderam com a realização da tarefa.”</i></p>	<p>auxiliares seguros, redução do consumo energético, matérias-primas renováveis, redução da formação de derivados, uso de catalisadores, produtos degradáveis, prevenção da poluição em tempo real e minimização do risco de acidentes.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão das consequências a nível ambiental, económico e social da não implementação das diretrizes da química verde.</p>		<p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão (ver instrumento de avaliação).</p>
<p>Trabalho individual:</p> <p><u>Reflete:</u></p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder às questões.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na compreensão das questões.</p>	<p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber avaliar o seu desempenho.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p>

Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos de aprendizagem e avaliação dos alunos
Introdução da tarefa	10 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b>            Registrar o sumário.            Ouvir atentamente as indicações do Professor.            Colocar eventuais dúvidas acerca da tarefa e modo de funcionamento da aula.</p> <p><b>Dificuldades:</b>            Em compreender os objetivos da tarefa.</p>	<p>Comunicar o sumário da aula.</p> <p>Informar (genericamente) os alunos sobre os objetivos da tarefa.</p> <p>Informar os alunos sobre o modo como a aula irá decorrer.</p> <p>Clarificar algumas questões que possam ocorrer.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b>            Os alunos deverão organizar-se em grupos de 3 elementos. Será atribuído um número a cada um dos grupos.            Os grupos deverão nomear um porta-voz que deverá ser rotativo, de forma a que o maior número possível de alunos tenha a oportunidade de comunicar perante a turma (Inicialmente o porta-voz do grupo será o aluno que possuir o número de aluno mais baixo, seguindo uma alternância por ordem crescente).            O professor deve evitar a pormenorização das etapas da tarefa nesta fase, centrando-se nos aspetos gerais. Com o decorrer da tarefa o professor deve ir fornecendo as informações que considere pertinentes para</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b>            Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente as indicações do professor e esclarecer eventuais dúvidas sobre o funcionamento da aula.</p>

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

		<p>a realização da mesma.</p> <p>Mesmo não sendo alvo de atenção neste momento da aula, o professor deve ter em mente que os objetivos da tarefa devem estar de acordo com as metas curriculares. As metas curriculares a atingir ao longo da tarefa são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar a síntese do ácido acetilsalicílico.</li> <li>• Interpretar e seguir um procedimento de síntese do ácido salicílico.</li> <li>• Interpretar informação de segurança nos rótulos de reagentes e adotar medidas de proteção com base nessa informação e em instruções recebidas.</li> <li>• Medir um volume de um reagente líquido.</li> <li>• Filtrar por vácuo, lavar e secar os cristais obtidos.</li> <li>• Determinar o reagente limitante.</li> <li>• Calcular o rendimento da síntese e avaliar o resultado obtido.</li> </ul>	
--	--	--	--

## Apêndice A. Planificação das aulas

### Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Atividade nº 1:</u></p> <p><i>“Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem.”</i></p>	<p>5 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Ler o texto 1 e analisá-lo em grupo.</p> <p>Atribuir significado à informação disponibilizada no texto.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Eventuais termos cujo significado desconhecem:</p> <p>Reação de esterificação. Catalisador.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Assimilar ideias do texto. Em estruturar os conceitos.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p>Incentivar os alunos a discutirem as suas ideias com o grupo.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O texto pretende contextualizar a importância do ácido acetilsalicílico, assim como introduzir de uma forma geral o processo de síntese do ácido acetilsalicílico.</p> <p>Fazer referência que um éster apresenta a estrutura R-COOR.</p> <p>Exemplos de ésteres no dia-a-dia: aromatizantes, na produção dos polímeros (poliésteres), em óleos e gorduras.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar a síntese do ácido acetilsalicílico.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Esta atividade não será alvo de avaliação.</p>
--	--------------	--	---	--

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

<p>Discussão coletiva (Atividade nº1)</p>	<p>5 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma os termos cujos significados desconhecem. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>O professor poderá questionar os alunos sobre o significado de alguns termos como: reação de esterificação, catalisador, reagente limitante, ou a importância do anidrido acético ser o reagente em excesso.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b> O professor deverá procurar estimular a participação dos alunos, recorrendo a questões que levem os alunos a melhorar ou a reformularem oralmente as respostas dadas. Estas questões dependem das respostas dos alunos. A comunicação deverá ser efetuada pelo porta-voz.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
---	--------------	---	---	---

## Apêndice A. Planificação das aulas

### Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

<p>Trabalho em grupo:</p> <p>Preparação da atividade laboratorial</p> <p><u>Questões 1 e 2:</u></p> <p><i>“No procedimento apresentado, nesta tarefa, pretende-se fazer reagir 2 g de ácido salicílico com 5 mL de anidrido acético. Verifiquem qual é o reagente limitante. Considerem que a massa volúmica do anidrido acético é 1,08 g cm<sup>-3</sup>.”</i></p> <p><i>“Identifiquem os símbolos de perigo presentes nos rótulos dos reagentes que serão utilizados nesta tarefa.”</i></p>	<p>10 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão 1 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Questão 1:</p> $C_7H_6O_3 (s) + C_4H_6O_3 (l) \rightarrow C_9H_8O_4 (s) + CH_3COOH (l)$ <p>Ácido salicílico:  <math>n(C_7H_6O_3) = 2,00/138,13</math>  <math>n(C_7H_6O_3) = 0,0145 \text{ mol}</math></p> <p>Anidrido acético: <math>m(C_4H_6O_3) = \rho \times V = 1,08 \times 5,00 = 5,40 \text{ g}</math>  <math>n(C_4H_6O_3) = 5,40 / 102,10</math>  <math>n(C_4H_6O_3) = 0,0529 \text{ mol}</math></p> <p>Reagente limitante é o ácido salicílico.</p> <p>Questão 2:</p> <p><b>Anidrido acético:</b></p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber determinar o reagente limitante.</p> <p>Saber interpretar informação de segurança nos rótulos de reagentes e adotar medidas de proteção com base nessa informação e em instruções recebidas.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise das respostas escritas às questões 1 e 2 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	--	--

Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

		<p>    </p> <p><b>PERIGO</b></p> <p>H226: Líquidos e vapores inflamáveis.                  H332: Nocivo em caso de inalação.                  H302: Nocivo em caso de ingestão.                  H314: Provoca queimaduras graves na pele e lesões oculares graves.</p> <p><b>Ácido salicílico:</b></p> <p></p> <p><b>ATENÇÃO</b></p> <p>H302: Nocivo em caso de ingestão.                  H319: Provoca irritação ocular grave.</p> <p><b>Ácido sulfúrico:</b></p> <p></p> <p><b>PERIGO</b></p> <p>H314: Provoca queimaduras graves na pele e lesões oculares graves.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>No cálculo do reagente limitante.</p>		
--	--	--	--	--

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

Discussão coletiva (resposta às questões 1 e 2)	5 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Comunicar à turma as respostas às questões 1 e 2. Comentar e discutir ideias.</p> <p><b>Dificuldades:</b> Em comunicar e expressar as suas ideias. Em aceitar ideias divergentes das suas.</p>	<p>Solicitar a participação de todos os grupos, iniciando com os alunos com mais dificuldades ou geralmente menos participativos.</p> <p><b>Possíveis questões que o professor pode colocar aos alunos com o intuito de promover e dinamizar a discussão no grupo:</b></p> <p>Que cuidados devem ter no manuseamento dos reagentes?</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>Durante a discussão o professor deverá fazer referência à necessidade de trabalhar na hotte. Para evitar a inalação de gases nocivos, para proteção em caso de acidente incluindo derramamentos ou incêndio. A natureza dos reagentes exige muito cuidado no seu manuseamento.</p> <p>Relembrar os perigos associados aos reagentes (resposta à questão 2).</p> <p>Relembrar os cuidados no manuseamento dos reagentes. Ter muita atenção para não deixar os frascos dos reagentes abertos, etc...</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber apresentar as suas ideias à turma.</p> <p>Saber ouvir as ideias dos outros.</p> <p>Saber utilizar linguagem científica.</p>
---	-------	---	---	---

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><b>Execução da atividade laboratorial</b></p>	<p>60 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Realizar a síntese do ácido acetilsalicílico</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Na execução da atividade laboratorial.</p> <p>Na compreensão do procedimento.</p> <p>No manuseamento do material.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante e execução da atividade laboratorial.</p> <p>Tendo em conta que o laboratório possui apenas uma hotte, a utilização da mesma será partilhada por membros de dois grupos em simultâneo.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber interpretar e seguir um procedimento de síntese do ácido acetilsalicílico.</p> <p>Saber medir um volume de um reagente líquido.</p> <p>Saber filtrar por vácuo, lavar e secar os cristais obtidos.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise dos resultados obtidos (ver instrumento de avaliação).</p>
--	---------------	---	--	--

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

<p>Trabalho em grupo:</p> <p><b>Análise e discussão da atividade laboratorial:</b></p> <p><u>Questões 1, 2 e 3:</u></p> <p>“<i>Calculem o rendimento da reação de síntese efetuada.</i>”</p> <p>“<i>Apresentem possíveis fatores que tenham contribuído para que o rendimento obtido seja inferior a 100%.</i>”</p> <p>“<i>Apresentem propostas de melhoria do procedimento.</i>”</p>	<p>15 min</p>	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder às questões 1, 2 e 3 (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Questão 2:</p> <p>Perdas de reagentes durante a medição e transferência.</p> <p>Perdas de produto da reação durante a filtração.</p> <p>Perdas de produto da reação durante a transferência e secagem.</p> <p>Questão 3:</p> <p>Utilização de um banho termotático.</p> <p><b>Dificuldades:</b></p> <p>Em calcular o rendimento da reação.</p> <p>Em identificar fatores que tenham contribuído para a obtenção de um rendimento inferior a 100%.</p> <p>Em apresentar propostas de melhorias do procedimento.</p>	<p>Observar e ouvir os alunos acerca da forma como interagem.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>A adição do ácido sulfúrico permite aumentar a velocidade da reação (atua como catalisador).</p> <p>A adição de água no final permite que o anidrido acético em excesso seja convertido em ácido acético.</p> <p>Durante a resolução das questões o professor vai discutindo as respostas com a turma, pelo que não está contemplado no plano de aula um momento de discussão final para esta parte da tarefa.</p> <p>Durante a execução os alunos poderão encontrar algumas dificuldades no controlo da temperatura. Pretende-se que os alunos apresentem propostas de melhoria, identificando, em simultâneo, eventuais dificuldades que tenham surgido durante a execução da atividade laboratorial.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber calcular o rendimento da síntese e avaliar o resultado obtido.</p> <p>Saber identificar fatores que tenham contribuído para a obtenção de um rendimento inferior a 100%.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita às questões 1, 2 e 3 (ver instrumento de avaliação).</p>
---	---------------	--	--	--

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

Síntese final	5 min	<p><b>Atividades alunos:</b></p> <p>Ouvir o professor e colocar eventuais questões ou dúvidas acerca dos conceitos abordados. Discutir ideias.</p>	<p>Sintetizar os conteúdos abordados ao longo das várias etapas da tarefa tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar a síntese do ácido acetilsalicílico.</li> <li>• Interpretar e seguir um procedimento de síntese do ácido salicílico.</li> <li>• Interpretar informação de segurança nos rótulos de reagentes e adotar medidas de proteção com base nessa informação e em instruções recebidas.</li> <li>• Medir um volume de um reagente líquido.</li> <li>• Filtrar por vácuo, lavar e secar os cristais obtidos.</li> <li>• Determinar o reagente limitante.</li> <li>• Calcular o rendimento da síntese e avaliar o resultado obtido.</li> </ul>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Mostrar compreensão sobre a importância de ouvir atentamente a síntese final e esclarecer eventuais dúvidas.</p>
<p>Trabalho em grupo:</p> <p><u>Vai mais além:</u></p> <p><u>Questão:</u></p> <p><i>“Os comprimidos de aspirina comercializados em embalagens semelhantes às da figura 1, contêm 500 mg de ácido acetil-</i></p>	15 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b></p> <p>Responder à questão (em grupo).</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p>Os valores obtidos dependerão do valor do rendimento obtido:</p> <p>Para um rendimento de 90% será:</p>	<p>Observar a forma como os alunos discutem entre si os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p> <p>O professor deverá dar feedback aos alunos durante o período em que os alunos respondem à questão.</p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b></p> <p>Saber efetuar cálculos estequiométricos.</p> <p>Saber avaliar os resultados obtidos.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p> <p>Análise da resposta escrita à questão (ver instrumento</p>

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

<p><i>salicílico na sua composição. Considerando o rendimento que obtiveram para a vossa síntese, determinem o número de embalagens de 20 comprimidos que poderão ser produzidas se for utilizada 1 tonelada de ácido salicílico, com 15 % de impurezas. Assumam que o anidrido acético está em excesso. Comparam os vossos resultados com os resultados obtidos pelos restantes grupos."</i></p>	<p>Ácido salicílico: GP=85% Massa que reage: m=850kg <math>n(C_7H_6O_3) = 6154,16 \text{ mol}</math> Quantidade de ácido acetilsalicílico obtido com rendimento de 90%: <math>n(C_9H_8O_4) = 5538,74 \text{ mol}</math> massa de ácido acetilsalicílico obtida: <math>m(C_9H_8O_4) = 465664g</math> número de comprimidos máximo: 931328 número de embalagens máxima: 46566 <b>Dificuldades:</b> Na realização dos cálculos.</p>	<p>de avaliação).</p>
---	--	-----------------------

**Desenvolvimento da aula. Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

Trabalho individual:  <u>Reflete:</u>	5 min	<p><b>Atividades dos alunos:</b> Responder às questões.</p> <p><b>Possíveis respostas dos alunos:</b></p> <p><b>Dificuldades:</b> Na compreensão das questões.</p>	<p><b>Aspetos a ter em atenção:</b></p>	<p><b>Objetivos de aprendizagem:</b> Saber avaliar o seu desempenho.</p> <p><b>Avaliação dos alunos:</b></p>
---	-------	--	---	--

## Recursos educativos: tarefas

---

O presente apêndice inclui as cinco tarefas de cariz investigativo que foram utilizadas na lecionação do tópico "aspectos quantitativos das reações químicas". As tarefas utilizadas são as seguintes:

- Tarefa 1: Reações Químicas. Equações químicas: escrita e acerto.
- Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.
- Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.
- Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.
- Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

**Tarefa 1: Reações Químicas. Equações químicas: escrita e acerto.**

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome(s): \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

1. Visualizem atentamente o vídeo e anotem os termos cujo significado desconhecem.



(<https://www.youtube.com/watch?v=MEL0kou34oE>)

2. Discutam em grupo o significado dos termos que anotaram. Escrevam o significado de cada um dos termos.

---

---

---

---

3. Reflitam sobre os objetivos pretendidos por Lavoisier com a realização da demonstração reproduzida no vídeo. Elaborem um pequeno resumo.

---

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

---

4. Escrevam a equação química da reação química referida no excerto do vídeo (entre os 0 min e 50 s e 1 min e 20 s) e procedam ao respetivo acerto.

---

---

---

---

---

5. Como se evidencia no vídeo, Lavoisier deparou-se com grandes desafios. Discutam em grupo sobre as dificuldades e os sucessos de Lavoisier e a forma como a ciência era “produzida” e divulgada na época.

---

---

---

---

---

### Reflete

1. Que aprendizagens realizaste com esta tarefa?

---

---

---

---

---

2. Que dificuldades sentiste e como é que as ultrapassaste?

---

---

---

---

---

3. De que forma classificas a contribuição de Lavoisier para o desenvolvimento tecnológico?

---

---

---

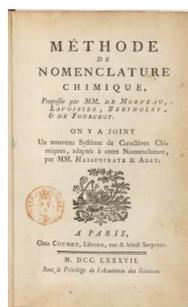
---

---

Vai mais além

Os trabalhos desenvolvidos por Antoine-Laurent Lavoisier mudaram para sempre os conceitos de química e com a crescente descoberta de elementos químicos e das suas propriedades, foram vários os cientistas que contribuíram de forma decisiva para o desenvolvimento da química, como hoje a conhecemos.

Entre abril e junho de 1787, Morveau, Lavoisier, Bertholet e de Fourcroy, apresentaram na Academia Real de Ciências, sob a forma de memórias, uma nova nomenclatura, dando origem à publicação da obra *Método de nomenclatura química*.



Posteriormente, em 1789, Lavoisier publicou o *Tratado elementar de química*, apresentando resultados experimentais obtidos no decorrer de vinte anos de trabalho. O tratado recorria à nova nomenclatura e dirigia-se a todos os iniciantes na química.

De que forma consideram que a publicação destes documentos pode ter mudando o modo como a comunidade científica passou a encarar a partilha do conhecimento?

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome(s): \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

1. Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem:

### “O lítio pode ser a energia do futuro - e há abundância em Portugal

O século XX foi o século do petróleo, mas o petróleo tem o fim anunciado. Abundante em Portugal, será o lítio o “petróleo” do futuro no nosso país? Há muito que entrou na nossa vida. Demos por ele nos equipamentos electrónicos portáteis, mas foi a revolução energética dos automóveis que o trouxe para a ribalta. Portugal é o quinto maior produtor mundial deste metal. O lítio existente em Portugal é usado sobretudo na indústria da cerâmica e não tem aplicação directa no fabrico de baterias. “O país tem recursos minerais de lítio, que são compostos naturais, mas não são carbonatos de lítio”, explica Machado Leite, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Ora, é precisamente na forma de carbonato que o lítio serve para as baterias.



(Adaptado de [nationalgeographic.sapo.pt](http://nationalgeographic.sapo.pt))

2. Como referido no texto, “o país tem recursos minerais de lítio, que são compostos naturais, mas não são carbonatos de lítio”. O carbonato de lítio é comercializado para o fabrico de baterias, mas deverá conter uma percentagem reduzida de impurezas inertes, na ordem dos 0,5%. Indiquem, qual é, neste caso, o grau de pureza deste sal e em que outras situações será necessária a utilização de compostos com um grau de pureza tão elevado.

---

---

---

3. Considerere que uma amostra de carbonato de lítio contém 10 g de impurezas inertes, qual deverá ser a massa da amostra para que possa ser considerada comercializável para o fabrico de baterias?

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

---

4. Uma das etapas da produção de carbonato de lítio consiste na reação do sulfato de lítio com o carbonato de sódio em meio aquoso, resultando na formação do carbonato de lítio (em forma de precipitado). Procedam à escrita da equação e respetivo acerto.

---

---

---

5. Na reação anterior faz-se reagir, em meio aquoso, 200 g de sulfato de lítio com 175 g de carbonato de sódio. Verifiquem se os reagentes estão nas quantidades estequiométricas? Qual deles se encontra em excesso?

---

---

---

6. A partir das conclusões da questão anterior, prevejam a(s) consequência(s) na produção de carbonato de lítio?

---

---

---

7. Qual deveria ser a massa mínima de carbonato de sódio utilizada na reação anterior, de forma a maximizar a produção de carbonato de lítio? Considerem se a nível industrial se deve utilizar este valor ou um valor superior. Justifiquem.

---

---

---

### Reflete

1. Que aprendizagens realizaste com esta tarefa?

---

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

2. Que dificuldades sentiste e como é que as ultrapassaste?

---

---

---

3. Qual a importância da exploração mineira para o desenvolvimento tecnológico?

---

---

---

### Vai mais além

Além dos jazigos minerais de espodumena, petalite, ambligonite e lepidolite, como no caso português, o lítio também pode ser extraído de lagos salgados, nomeadamente dos Himalaias e dos Andes (Chile, Argentina e Bolívia). É aliás neste triângulo andino que se concentram 75% das reservas conhecidas. O salar de Atacama faz do Chile o maior produtor, e o salar de Uyuni, na Bolívia, ainda por explorar, é o maior depósito do mundo. Na imprensa da especialidade, o lago Uyuni tem sido comparado a Ghawar, o megacampo petrolífero da Arábia Saudita. Porém, é mais fácil obter carbonato de lítio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) a partir dos lagos salgados do que do minério retirado das minas. O processo é semelhante ao da extração do sal marinho. A água destes lagos, que contém entre 200 e 400 ppm (partes por milhão) de lítio, é bombeada para tanques de evaporação, onde o lítio se concentra, normalmente na forma de cloreto ( $\text{LiCl}$ ). Depois é transformado em carbonato por electrólise, purificado e comercializado. A trituração e dissolução do minério dos nossos jazigos para produzir  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  para as baterias é mais difícil e mais cara. O lítio tem importância estratégica e as implicações geopolíticas são fulcrais. Imagine um mundo dependente de lítio e não de petróleo e, portanto, concentrado na América do Sul, onde a Bolívia faria o papel da Arábia Saudita...”

(Adaptado de [nationalgeographic.sapo.pt](http://nationalgeographic.sapo.pt))

1. A atividade mineira é, por vezes, apresentada como uma mais valia em termos económicos. No entanto, na maioria dos casos, tem um impacto negativo muito significativo no ambiente e na qualidade de vida das populações envolventes. Elabora um pequeno resumo sobre o possível impacto ambiental nos lagos do Chile, Argentina e Bolívia onde se encontram as maiores reservas deste metal.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome(s): \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

1. Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem:

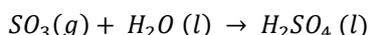
#### Reações químicas completas e incompletas

Quando os reagentes, em quantidades estequiométricas, se convertem totalmente em produtos ou quando pelo menos um deles se esgota, a reação química é classificada como reação completa. Um exemplo deste tipo de reações é a reação de combustão do gás metano, em sistema aberto. Esta reação química apresenta um rendimento de 100%. No entanto, a maioria das reações são incompletas e apresentam rendimentos inferiores a 100%. Nos processos industriais a conversão dos reagentes em produtos não é completa levando a que a quantidade obtida seja inferior à prevista, tendo em conta a estequiometria da reação química.



(UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO, WWW.KIMRE.COM)

Os processos industriais são otimizados de forma a obter a maior quantidade de produto desejado possível, tendo sempre em atenção o balanço entre o rendimento do processo e os custos de operação. No caso da produção do ácido sulfúrico o rendimento obtido pode atingir cerca de 95%. A produção de  $H_2SO_4$  pode ser efetuada a partir da combustão do enxofre, numa primeira fase, originando dióxido de enxofre. Posteriormente, é produzido trióxido de enxofre por reação do dióxido de enxofre com dióxigénio. Por fim, através de um processo de absorção, é obtido ácido sulfúrico a 98 % (m/m). Esta última etapa pode ser descrita pela seguinte equação química:



2. O texto refere que a reação de combustão do metano, em sistema aberto, é um exemplo de uma reação completa. Que implicação tem o facto de o sistema ser aberto?

---

---

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

3. Indiquem que possíveis fatores poderão levar a que as reações químicas, a nível industrial, apresentem rendimentos inferiores a 100%?

---

---

---

---

4. Apresentem uma expressão matemática que permita calcular o rendimento de uma reação química.

---

---

---

5. A segunda etapa do processo de fabrico do ácido sulfúrico, descrito no texto, consiste na obtenção do trióxido de enxofre. Escrevam a equação química, devidamente acertada, que descreve esta reação.

---

---

---

---

6. Determinem a massa de trióxido de enxofre obtida quando uma amostra de 1kg de dióxido de enxofre, com um grau de pureza de 97,5%, reage com dióxigénio, em excesso. Considerem, neste caso, que a reação é completa.

---

---

---

---

---

7. Calculem o rendimento da reação anterior se forem obtidos  $330 \text{ dm}^3$  de trióxido de enxofre, em condições PTN.

---

---

---

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

---

### Vai mais além

O ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , representa uma matéria prima industrial importante, devido à sua utilização em diversos processos tais como na produção de materiais como plásticos, têxteis, produtos farmacêuticos, pigmentos, combustíveis ou vidro. Como referido no texto, analisado anteriormente, umas das matérias primas utilizadas para a produção do ácido sulfúrico é o dióxido de enxofre. Este gás tóxico além ter origem natural, resultando da atividade vulcânica ou fogos florestais, tem maioritariamente origem antropogénica. Este gás em contacto com o oxigénio e vapor de água presentes na atmosfera leva à formação de ácido sulfúrico, sendo responsável pelo aumento da acidez da água da chuva.

1. Tendo em consideração a informação do texto, discutam em grupo a importância do controlo das emissões de gases tóxicos por parte das indústrias e de que forma poderá ser possível diminuir a sua emissão e consequentemente o seu impacto negativo no ambiente.

---

---

---

### Reflete

1. Que aprendizagens realizaste com esta tarefa?

---

---

---

2. Que dificuldades sentiste e como é que as ultrapassaste?

---

---

---

3. De que forma é que a produção de ácido sulfúrico pode ser vista como um indicador de desenvolvimento sustentável do país?

---

---

---

---

---

### Tarefa 4: Química verde e economia atómica percentual.

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome(s): \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

1. Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem:

A “química verde”, também conhecida como “química limpa” ou “química sustentável”, consiste no desenvolvimento e conceção de processos e produtos que reduzem ou eliminam o uso e a produção de substâncias nocivas para o meio ambiente e para a saúde humana. A “química verde” procura reduzir os resíduos (especialmente os resíduos tóxicos), reduzir o consumo de energia e reduzir o consumo de recursos ao mesmo tempo que promove a utilização de recursos renováveis.

A “química verde” é imprescindível para garantir um desenvolvimento sustentável, permitindo satisfazer as necessidades do mundo atual sem comprometer as gerações futuras. Muitos dos aspetos da nossa vida foram melhorados pela química, um dos exemplos desta melhoria das condições de vida é o aumento da esperança média de vida de 47 anos em 1900 para 81,5 anos em 2015. Grande parte deste aumento deveu-se à melhoria dos cuidados de saúde, incluindo o desenvolvimento de produtos farmacêuticos. A química pode garantir a segurança no consumo da nossa água e comida, garantir que os automóveis sejam mais seguros, mais confortáveis e mais duradouros. A química ajuda a tornar os computadores mais rápidos e mais eficientes. Embora a química tenha melhorado de forma inquestionável a nossa vida, estes avanços também criaram problemas ambientais. Alguns deles são chocantes.

Anastas e Warner\* desenvolveram "Os doze princípios da química verde" (figura 1). Estes princípios pretendem servir como diretrizes para os químicos, no desenvolvimento e avaliação de como uma síntese, composto, processo ou tecnologia pode ser considerada “verde” ou benigna ao ambiente. O primeiro princípio defende a doutrina básica da “química verde”, nomeadamente a prevenção da poluição. Outros princípios lidam com temas como a economia atómica (quantos átomos de reagentes acabam no produto desejado), a toxicidade, o uso de solventes e agentes catalisadores, uso de energia, renovável versus matérias-primas não renováveis e decomposição de compostos em substâncias não tóxicas. Entre 12 e 14 de setembro de 2001 decorreu em Veneza, Itália, o *Workshop on Green Chemistry Education* promovido pela IUPAC onde foi decidido adotar o termo “*green chemistry*” para denominar a “química sustentável” ou “química limpa” ou “química benigna ao ambiente”.

(Adaptado de *Real-World Cases in Green Chemistry, Volume II*, M. Cann e T. P. Umile, 2008, American Chemical Society.)

\* P. T Anastas e J. C. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York, 1998, p.30.



FIGURA 1: OS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE.

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

2. A “química verde” assenta em princípios destinados a assegurar a sustentabilidade da produção industrial de materiais. De que forma consideram que a “química verde” pode contribuir para esta sustentabilidade? Elaborem um pequeno resumo.

---

---

---

---

---

---

3. A implementação de tecnologias “limpas” a nível industrial, em substituição de tecnologias mais poluentes, assume-se como um enorme desafio para a indústria química mundial. De que forma as empresas podem ter benefícios económicos com a implementação da “química verde”?

---

---

---

---

4. O segundo princípio da “química verde” pode ser simplesmente enunciado como a economia atómica de uma reação. O conceito de economia atómica foi desenvolvido por Barry Trost e permite obter a resposta à seguinte questão: "quantos átomos dos reagentes são incorporados no produto final desejado e quantos átomos são desperdiçados?". Apresentem uma expressão matemática que permita calcular a economia atómica percentual de uma reação química.

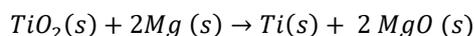
---

---

---

---

5. O titânio é utilizado no fabrico de ligas metálicas amplamente utilizadas na indústria automóvel, aeronáutica, aeroespacial e biomédica. Este metal pode ser obtido a partir do óxido de titânio, de acordo com a seguinte equação:



- 5.1. Determinem a economia atómica percentual para esta reação.

---

---

---

---

---

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

5.2. Considerem que o rendimento desta reação é agora de 89%. Prevejam a variação da economia atômica percentual em relação às condições anteriores. Justifiquem.

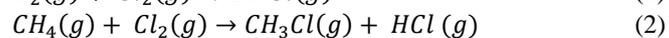
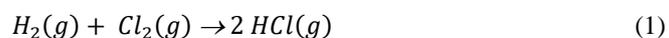
---

---

---

---

6. A produção de ácido clorídrico pode ser efetuada recorrendo a dois processos distintos, descritos pelas seguintes equações químicas:



Tendo em conta as equações químicas apresentadas, conclua qual dos processos de produção de ácido clorídrico é o mais favorável do ponto de vista da “química verde”.

---

---

---

---

---

### Vai mais além

A “química verde” está assente em doze princípios como referido no texto anterior. Procurem explicar um dos princípios da “química verde” com base no que aprenderam com a realização da tarefa.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Reflete**

1. Que aprendizagens realizaste com esta tarefa?

---

---

---

2. Que dificuldades sentiste e como é que as ultrapassaste?

---

---

---

3. De que forma é que a “química verde” pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país?

---

---

---

---

---

**Tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.**

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome(s): \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

1. Leiam atentamente o texto 1 e anotem os termos cujo significado desconhecem:

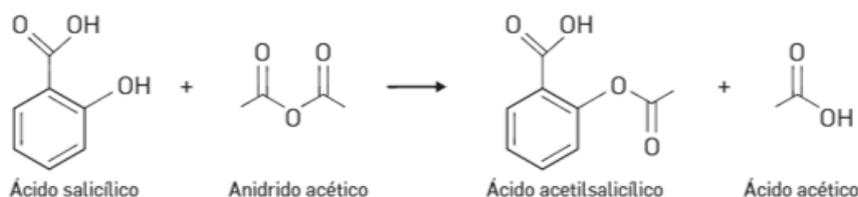
A história do ácido acetilsalicílico, começou há mais de 3.500 anos. O ácido acetilsalicílico pode ser obtido a partir do ácido salicílico, ou salicilato, substância presente em diversas plantas utilizadas como medicamentos. Uma coleção de anotações datadas aproximadamente de 1.500 a.C., conhecidas como papiros de Ebers, já recomendavam o uso da infusão de folhas secas de murta para o alívio de dores reumáticas. Dez séculos depois, Hipócrates, “o pai da medicina”, prescrevia infusões de casca de salgueiro para aliviar as dores do parto e diminuir a febre. Somente centenas de anos mais tarde é que se atribuiu o nome de salicilato a esta substância, capaz de aliviar dores e febre, presente nestas infusões. O seu nome deriva de “salix”, denominação latina para o grupo de plantas a que pertence o salgueiro.



FIGURA 1: EMBALAGEM DE ASPIRINA.

(Adaptado de [www.aspirina.com](http://www.aspirina.com))

O ácido acetilsalicílico foi sintetizado, pela primeira vez, pelo químico francês Charles Frédéric Gerhardt em 1853. O ácido acetilsalicílico pode ser obtido a partir da reação de esterificação do ácido salicílico com o anidrido acético, na presença de ácido sulfúrico, que atua como catalisador. A reação pode ser representada da seguinte forma:



No estado puro, o ácido acetilsalicílico é um sólido branco cristalino, insolúvel em água fria, mas solúvel em água quente e em álcool. O anidrido acético é o reagente em excesso. Na parte final da síntese, o excesso pode ser convertido em ácido acético por adição de água. Após a precipitação do ácido acetilsalicílico, procede-se à separação dos cristais recorrendo a uma filtração por vácuo, que inclui a lavagem dos cristais obtidos com água fria.

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

---

### Preparação da atividade laboratorial

1. No procedimento apresentado, nesta tarefa, pretende-se fazer reagir 2 g de ácido salicílico com 5 mL de anidrido acético. Verifiquem qual é o reagente limitante. Considerem que a massa volúmica do anidrido acético é  $1,08 \text{ g cm}^{-3}$ .

---

---

---

---

2. Identifiquem os símbolos de perigo presentes nos rótulos dos reagentes que serão utilizados nesta tarefa.

---

---

---

---

### Execução da atividade laboratorial

Recorrendo ao material e aos reagentes apresentados, procedam à síntese do ácido acetilsalicílico, segundo o procedimento abaixo indicado. Anotem todos os valores das medições efetuadas, assim como as respetivas incertezas. A apresentação dos dados deverá ser efetuada, preferencialmente, em forma de tabelas.

#### Material e equipamento:

Erlenmeyer de 100 mL  
Espátula  
Pompete  
Pipeta de 5 mL  
Termómetro  
Vareta de vidro  
2 Copos de precipitação de 600 mL  
Pipeta de 2 mL  
Proveta de 25 mL  
Funil de Büchner  
Vidro de relógio  
Pinça  
Bomba de vácuo com kitasato e Guko  
Estufa  
Balança analítica  
Placa de aquecimento

#### Reagentes e consumíveis:

Ácido salicílico  
Anidrido acético  
Ácido sulfúrico 96%  
Água destilada  
Gelo  
Papel de filtro

**Procedimento:**

1. Meçam cerca de 2 g de ácido salicílico, para um erlenmeyer de 100 mL.  
(As etapas 2 a 7 devem ser efetuadas na hotte.)
2. Meçam, com uma pipeta, 5 mL de anidrido acético.
3. Adicionar 4 gotas de ácido sulfúrico 96% (m/m).
4. Aqueçam o erlenmeyer em banho de água a 50-60 °C durante 10 minutos, agitando até que o ácido salicílico esteja dissolvido.
5. Adicionem 2 mL de água desionizada, mantendo o aquecimento e a agitação.
6. Retirem o erlenmeyer do banho de água e adicionem mais 20 mL de água desionizada fria.
7. Arrefeçam em banho de gelo até obter cristais de ácido acetilsalicílico.
8. Filtrem por vácuo os cristais obtidos, medindo previamente a massa do papel de filtro.
9. Lavem os cristais com água desionizada fria duas vezes (com 5 mL de cada vez) e filtrem-nos por vácuo.
10. Transfiram o papel de filtro com os cristais para um vidro de relógio. Devem registar previamente a massa do vidro de relógio.
11. Sequem os cristais na estufa a 50°C durante 30 minutos.
12. Meçam a massa dos cristais.

**Registo dos resultados:**

## Apêndice B. Recursos educativos: tarefas

---

Física e Química A

11º Ano

### Análise e discussão da atividade laboratorial:

1. Calculem o rendimento da reação de síntese efetuada.

---

---

---

---

---

2. Apresentem possíveis fatores que tenham contribuído para que o rendimento obtido seja inferior a 100%.

---

---

---

3. Apresentem propostas de melhoria do procedimento.

---

---

---

---

### Vai mais além

Os comprimidos de aspirina comercializados em embalagens semelhantes às da figura 1, contêm 500 mg de ácido acetilsalicílico na sua composição. Considerando o rendimento que obtiveram para a vossa síntese, determinem o número de embalagens de 20 comprimidos que poderão ser produzidas se for utilizada 1 tonelada de ácido salicílico, com 15 % de impurezas. Assumam que o anidrido acético está em excesso. Comparem os vossos resultados com os resultados obtidos pelos restantes grupos.

---

---

---

---

---

---

---

**Reflete**

1. Que aprendizagens realizaste com esta tarefa?

---

---

---

2. Que dificuldades sentiste e como é que as ultrapassaste?

---

---

---

3. De que forma é que a otimização dos processos de produção industrial pode contribuir para o desenvolvimento sustentável?

---

---

---



# Instrumentos de avaliação

---

O presente apêndice inclui os instrumentos de avaliação utilizados para cada uma das cinco tarefas de cariz investigativo que foram utilizadas na lecionação do tópico "aspectos quantitativos das reações químicas". As tarefas utilizadas são as seguintes:

- Tarefa n.º 1: Reações Químicas. Equações químicas: escrita e acerto.
- Tarefa n.º 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.
- Tarefa n.º 3: Rendimento de uma reação química.
- Tarefa n.º 4: Química verde e economia atómica percentual.
- Tarefa n.º 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

## Instrumento de avaliação referente à tarefa 1: Reações Químicas. Equações químicas: escrita e acerto.

### CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

Os critérios de classificação e correção referentes às questões, 2 a 5 e “Vai mais além” encontram-se descritos nas tabelas seguintes. A tarefa contempla apenas questões de grupo e está classificada numa escala de 0 a 200 pontos.

A distribuição dos pontos é efetuada da seguinte forma:

- A questão 2 é classificada com 20 pontos.
- As questões 3 a 5 são classificadas com 40 pontos cada.
- A questão referente à parte “Vai mais além” é classificada com 60 pontos.

**NOTA:** a questão 1 não é alvo de classificação.

Na questão 2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Anotação dos termos discutidos em grupo.
- b) Significado dos termos anotados.

Quadro 1: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão nº2.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
3	A resposta integra os dois tópicos de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	15
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	10
1	A resposta integra um tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 3, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Lavoisier pretendia demonstrar que no decorrer de uma reação química existe conservação da massa.
- b) Pretendia demonstrar que mesmo se a matéria mudar de estado no decorrer de uma reação química, a massa total dos reagentes e dos produtos permanece inalterada ao longo dessa reação.

Quadro 2: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão nº3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	40
3	A resposta integra os dois tópicos de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	30

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra um tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 4, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Escrita correta dos reagentes e produtos da reação.
- Acerto da equação química e identificação correta do estado físico dos reagentes e produtos.

*Quadro 3: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº4.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	40
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	30
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 5, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Associar o trabalho científico a um trabalho metódico e persistente, pautado por avanços e recuos.
- A “obsessão pela precisão das medições” por parte de Lavoisier, levou à necessidade de projetar e contruir instrumentos inovadores que permitissem a observação dos processos.

*Quadro 4: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº5.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	40
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	30
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

### Vai mais além.

A resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Associar a divulgação e a partilha do conhecimento científico como uma mais valia, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas que levaram ao desenvolvimento da química.
- Importância da utilização de uma nomenclatura na atribuição de nomes aos compostos e substâncias químicas.
- Importância da mudança de paradigma entre a ocultação do conhecimento (vista como forma de manter o poder) e a partilha do conhecimento (vista como uma possibilidade de desenvolvimento social), para o desenvolvimento social.

Quadro 5: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão da parte “vai mais além”.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra os três tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	60
5	A resposta integra os três tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	50
4	A resposta integra dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	40
3	A resposta integra dois tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	30
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

### Instrumento de avaliação referente à tarefa 2: Grau de pureza de uma amostra. Reagente limitante e reagente em excesso.

#### CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

---

Os critérios de classificação e correção referentes às questões, 2 a 7 e “Vai mais além” encontram-se descritos nas tabelas seguintes. A tarefa contempla apenas questões de grupo e está classificada numa escala de 0 a 200 pontos.

A distribuição dos pontos é efetuada da seguinte forma:

- As questões 2, 4, 5, 6 são classificadas com 30 pontos cada uma.
- As questões 3 e 5 são classificadas com 25 pontos cada uma.
- A questão referente à parte “Vai mais além” é classificada com 30 pontos.

**NOTA:** a questão 1 não é alvo de classificação.

Na questão 2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Indicação do grau de pureza do carbonato de cálcio.
- b) Indicação de situações em que seja necessária a utilização de compostos com grau de pureza elevado.

*Quadro 1: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º2.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	25
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	15
1	A resposta integra um tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 3, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Cálculo da massa da amostra.

*Quadro 2: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º3.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	25
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

Na questão 4, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Escrita correta dos reagentes e produtos da reação.
- Acerto da equação química e identificação correta do estado físico dos reagentes e produtos.

Quadro 3: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão n°4.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	25
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	20
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 5, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo das quantidades de sulfato de lítio e carbonato de sódio.
- Identificação do reagente em excesso.

Quadro 4: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão n°5.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	25
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 6, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Sendo o carbonato de sódio o reagente limitante será obtida uma menor quantidade de carbonato de lítio.

Quadro 5: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão n°6.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	25
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	15
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

Na questão 7, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo da massa de carbonato de sódio para garantir quantidades estequiométricas nos reagentes.
- Referência à necessidade de garantir o consumo do máximo de sulfato de lítio possível, maximizando assim a produção de carbonato de lítio. O excesso de carbonato de cálcio permitirá também ter em conta a presença de uma percentagem superior de impurezas (relativamente ao estimado) no carbonato de cálcio utilizado.

Quadro 6: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão nº7.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	25
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	15
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

### Vai mais além.

A resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Poderá contribuir para o aumento do risco de contaminação das águas, dos solos e da paisagem.
- Possível impacto na fauna e flora.

Quadro 7: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão da parte “vai mais além”.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	25
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	15
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Instrumento de avaliação referente à tarefa 3: Rendimento de uma reação química.

### CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

Os critérios de classificação e correção referentes às questões, 2 a 7 e “Vai mais além” encontram-se descritos nas tabelas seguintes. A tarefa contempla apenas questões de grupo e está classificada numa escala de 0 a 200 pontos.

A distribuição dos pontos é efetuada da seguinte forma:

- As questões 2 e 4 são classificadas com 25 pontos cada uma.
- As questões 3, 5, 6 e 7 são classificadas com 30 pontos cada uma.
- A questão referente à parte “Vai mais além” é classificada com 30 pontos.

**NOTA:** a questão 1 não é alvo de classificação.

Na questão 2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Como o sistema é aberto o comburente será o reagente em excesso e o combustível o reagente limitante.
- Tratando-se de uma reação completa o reagente limitante será totalmente consumido.

Quadro 1: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º2.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	25
3	A resposta integra os dois tópicos de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	15
1	A resposta integra um tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 3, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- Existência de reações secundárias, perdas de produto durante a reação, alteração das condições de operação e existência de impurezas nos reagentes.

Quadro 2: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

Na questão 4, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) Apresentação da expressão matemática:  $\eta = \frac{n_{obtido}}{n_{previsto}} \times 100$ ,  $\eta = \frac{m_{obtida}}{m} \times 100$  ou no caso de gases  $\eta = \frac{V_{obtido}}{V_{previsto}} \times 100$ .

Quadro 3: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão n°4.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	25
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	15
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

Na questão 5, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Escrita correta dos reagentes e produtos da reação.  
b) Acerto da equação química e identificação correta do estado físico dos reagentes e produtos.

Quadro 4: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão n°5.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	25
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	20
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

Na questão 6, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo da quantidade de dióxido de enxofre na amostra.
- Cálculo da quantidade de trióxido de enxofre obtido.
- Cálculo da massa de trióxido de enxofre obtida.

Quadro 5: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº6.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra os três tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
5	A resposta integra os três tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	25
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	15
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	10
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 7, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo da quantidade, massa ou volume obtido de trióxido de enxofre.
- Cálculo da quantidade, massa ou volume previsto de trióxido de enxofre.
- Cálculo do rendimento da reação química.

Quadro 6: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº7.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra os três tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
5	A resposta integra os três tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	25
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	15
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	10
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

### Vai mais além.

A resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) As indústrias emissoras de SO<sub>2</sub>, deverão procurar reaproveitar este gás, sempre que possível (exemplo: para a produção de ácido sulfúrico), ou adotar sistemas que permitam a eliminação deste tipo de gases.
- b) Deverá haver maior controlo por parte das autoridades ambientais levando ao cumprimento das normas ambientais por parte das empresas.

*Quadro 7: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão da parte “vai mais além”.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	25
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	15
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Instrumento de avaliação referente à tarefa 4: Química verde e economia atômica percentual.

### CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

Os critérios de classificação e correção referentes às questões, 2 a 7 e “Vai mais além” encontram-se descritos nas tabelas seguintes. A tarefa contempla apenas questões de grupo e está classificada numa escala de 0 a 200 pontos.

A distribuição dos pontos é efetuada da seguinte forma:

- As questões 2 e 3 são classificadas com 25 pontos cada uma.
- As questões 4, 5.1, 5.2 e 6 são classificadas com 30 pontos cada uma.
- A questão referente à parte “Vai mais além” é classificada com 30 pontos.

**NOTA:** a questão 1 não é alvo de classificação.

Na questão 2, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) A “química verde” pode contribuir para sustentabilidade da produção industrial de materiais através da redução da emissão/produção de resíduos e/ou através do desenvolvimento de métodos ou processos que utilizem ou gerem substâncias menos nocivas ou não nocivas e/ou do desenvolvimento e produção de produtos que após desempenharem a função para as quais foram produzidos, não causem danos ao ambiente e à saúde humana e/ou da geração de produtos recicláveis e/ou na implementação de sistemas energéticos mais eficientes e/ou na incorporação do maior número possível de átomos dos reagentes no produto final pretendido.

Quadro 1: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º2.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	25
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

Na questão 3, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) Com a diminuição da emissão/produção de produtos indesejados, as empresas terão de controlar menos resíduos, o que poderá levar à redução dos custos.

Quadro 2: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão n.º3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	25
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

Na questão 4, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

a) Apresentação da expressão matemática:  $EA (\%) = \frac{\text{massa de átomos de reagentes incorporados no produto desejado}}{\text{massa total de átomos dos reagentes}} \times 100$

Quadro 3: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº4.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e simbologia científica adequada.	30
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e simbologia científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

Na questão 5.1, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) Determinação da economia atômica percentual.

Quadro 4: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº5.1.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e sem unidades.	15
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 5.2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) A economia atômica vai diminuir como consequência da diminuição da quantidade de produto desejado (o rendimento da reação diminuiu de 100% para 89%).  
b) A economia atômica percentual diminuiu de 37,26% para 33,16%.

Quadro 5: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº5.2.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	25
2	A resposta integra um tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	15
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

Na questão 6, a resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) Como a reação 1 tem uma economia atômica percentual superior (100%), este processo é o mais favorável do ponto de vista da “química verde”.

*Quadro 6: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº6.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

### **Vai mais além.**

A resposta deve incluir o seguinte tópico de referência:

- a) Descrição e explicação clara de um dos princípios da “química verde”.

*Quadro 7: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão da parte “vai mais além”.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	30
1	A resposta integra o tópico de referência. Contudo, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

### Instrumento de avaliação referente à tarefa 5: Síntese do ácido acetilsalicílico.

#### CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

---

Esta tarefa encontra-se dividida em 5 partes, sendo que as partes e as respetivas questões sujeitas a avaliação são as seguintes:

- **Parte 1:** Preparação da atividade laboratorial: questões 1 e 2.
- **Parte 2:** Execução da atividade laboratorial: registo dos resultados.
- **Parte 3:** Análise e discussão da atividade laboratorial: questões 1, 2 e 3.
- **Parte 4:** Vai mais além.

A parte reflete não será alvo de avaliação.

Os critérios de classificação e correção referentes às questões das partes 1 a 4 encontram-se descritos nas tabelas seguintes. A tarefa contempla apenas questões de grupo e está classificada numa escala de 0 a 200 pontos.

A distribuição dos pontos é efetuada da seguinte forma:

- **Parte 1:** a questão 1 é classificada com 30 pontos e a questão 2 com 20 pontos.
- **Parte 2:** o registo de resultados é classificado com 50 pontos.
- **Parte 3:** a questão 1 é classificada com 30 pontos e as questões 2 e 3 com 20 pontos cada uma.
- **Parte 4:** a questão referente a esta parte é classificada com 30 pontos.

#### Parte 1: Preparação da atividade laboratorial.

Na questão 1, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Cálculo das quantidades de cada um dos reagentes.
- b) Identificação do reagente limitante.

*Quadro 1: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão nº1, da parte 1.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	25
2	A resposta integra um tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	10
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

Na questão 2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Identificação correta dos símbolos de perigo do ácido salicílico, anidrido acético e ácido sulfúrico.

*Quadro 2: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº2, da parte 1.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra a identificação correta dos símbolos dos três reagentes, com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
5	A resposta integra a identificação correta dos símbolos dos três reagentes, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	18
4	A resposta integra a identificação correta dos símbolos de dois reagentes, com organização coerente e linguagem científica adequada.	15
3	A resposta integra a identificação correta dos símbolos de dois reagentes, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	12
2	A resposta integra a identificação correta dos símbolos de um reagente, com organização coerente e linguagem científica adequada.	10
1	A resposta integra a identificação correta dos símbolos de um reagente, sem organização coerente e linguagem científica adequada.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

### Parte 2: Registo de resultados.

No registo de resultados, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- a) Apresentação dos valores das medições efetuadas.
- b) Apresentação das incertezas associadas às diversas medições.

*Quadro 3: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referente ao registo de resultados, da parte 2.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com apresentação das unidades corretas. Apresenta uma organização coerente e linguagem científica adequada.	50
3	A resposta integra os dois tópicos de referência. Contudo, não apresenta unidades corretas, organização coerente e linguagem científica adequada.	40
2	A resposta integra um tópico de referência com apresentação das unidades corretas. Apresenta uma organização coerente e linguagem científica adequada.	30
1	A resposta integra um tópico de referência. Contudo, não apresenta unidades corretas, organização coerente e linguagem científica adequada.	20
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

---

### Parte 3: Análise e discussão da atividade laboratorial.

Na questão 1, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo da quantidade de ácido acetilsalicílico obtido.
- Cálculo da quantidade prevista de ácido acetilsalicílico.
- Cálculo do rendimento da reação.

Quadro 4: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº1, da parte 3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra os três tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
5	A resposta integra os três tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	25
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	15
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	10
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

Na questão 2, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Identificação de fatores que possam ter contribuído para que o rendimento obtido tenha sido inferior a 100%.

Quadro 5: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº2, da parte 3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra o tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

Na questão 3, a resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Apresentação de propostas de melhoria do procedimento.

Quadro 6: Níveis de desempenho, descritores e respectivas classificações referentes à questão nº3, da parte 3.

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
2	A resposta integra o tópico de referência com organização coerente e linguagem científica adequada.	20
1	A resposta integra o tópico de referência sem organização coerente e linguagem científica adequada.	10
0	A resposta não integra o tópico de referência.	0

## Apêndice C. Instrumentos de avaliação

### Parte 4: Vai mais além.

A resposta deve incluir os seguintes tópicos de referência:

- Cálculo da massa de ácido salicílico sem impurezas.
- Cálculo da quantidade de ácido acetilsalicílico obtido, tendo em conta o rendimento da reação.
- Cálculo do número de embalagens de aspirina.

*Quadro 7: Níveis de desempenho, descritores e respetivas classificações referentes à questão da parte 4.*

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Classificação
6	A resposta integra os três tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	30
5	A resposta integra os três tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	25
4	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	20
3	A resposta integra os dois primeiros tópicos de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	15
2	A resposta integra o primeiro tópico de referência com apresentação das etapas de resolução e unidades corretas.	10
1	A resposta integra o primeiro tópico de referência. Contudo, sem a apresentação de todas as etapas de resolução e/ou sem unidades.	5
0	A resposta não integra nenhum tópico de referência.	0

# Guião da entrevista em grupo focado

---

Neste apêndice, apresenta-se o guião da entrevista em grupo focado, com as dimensões, objetivos, questões e notas para o entrevistador. A entrevista foi projetada tendo em conta as seguintes dimensões:

- Dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem do tópico “aspectos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas.
- Aprendizagens realizadas pelos alunos.
- Avaliação.

A entrevista foi realizada a três grupos de alunos, dois com 9 alunos e um com oito alunos.

## Apêndice D. Guião da entrevista em grupo focado

Guião da entrevista em grupo focado

ENSINO SECUNDÁRIO: TURMA 11º ANO

Estrutura da entrevista

Hora inicial:

Hora final:

Local:

Dimensões	Objetivos	Questões	NOTAS
<b><i>Dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem do tópico “aspetos quantitativos das reações químicas” ao realizarem as tarefas propostas.</i></b>	Saber que dificuldades é que os alunos sentiram ao realizarem as tarefas propostas.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Que dificuldades sentiram na realização das tarefas?</li><li>2. Que dificuldades sentiram na terminologia científica em cada uma das tarefas?</li><li>3. Que dificuldades sentiram em mobilizar conhecimentos científicos para resolver questões ambientais?</li><li>4. Que dificuldades tiveram na compreensão dos contextos sociais de várias épocas?</li><li>5. Que dificuldades sentiram na atribuição de significado aos conceitos “grau de pureza” e “rendimento de uma reação química”?</li><li>6. Como é que evoluíram essas dificuldades ao longo das tarefas?</li></ol>	<p>Antes de iniciar a entrevista o professor deve fazer uma breve introdução dos objetivos da entrevista.</p> <p>O professor deve levar consigo as tarefas e fazer um enquadramento dos objetivos de aprendizagem. Durante a entrevista o professor deve contextualizar as questões recorrendo às tarefas.</p> <p>Questão 4: fazer referência à tarefa 1 e 5.</p>

## Apêndice D. Guião da entrevista em grupo focado

---

<p><b>Aprendizagens realizadas pelos alunos</b></p>	<p>Saber que aprendizagens realizaram os alunos, no tópico “aspectos quantitativos das reações químicas”, quando desenvolveram as tarefas propostas.</p>	<p>7. Como é que estas tarefas permitiram compreender os contextos sociais da época e relacioná-los com a sociedade atual?</p> <p>8. Como é que percecionam a evolução da tecnologia na resolução de problemas sócio-científicos?</p> <p>9. De que forma é que estas tarefas ajudaram na compreensão da importância das várias profissões (cientistas, engenheiros, etc.) para o desenvolvimento económico?</p> <p>10. De que forma é que estas tarefas vos poderão ajudar a tomar decisões acerca do impacto ambiental no futuro?</p> <p>11. Que conceitos científicos é que aprenderam com a realização destas tarefas? Que características destas tarefas vos ajudaram a aprender estes conceitos científicos?</p>	
<p><b>Avaliação</b></p>	<p>Conhecer o contributo das tarefas de investigação no gosto dos alunos pelas aulas sobre o tema “aspectos quantitativos das reações químicas”.</p>	<p>12. Que tarefa é que acharam mais interessante?</p> <p>13. Consideram que a realização de tarefas deste tipo deve ser mais frequente? Porquê?</p> <p>14. O que gostaram mais/menos nas tarefas?</p> <p>15. O que alterariam nas tarefas?</p>	

## Apêndice D. Guião da entrevista em grupo focado

---