

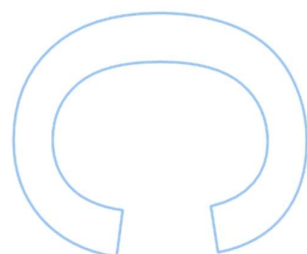
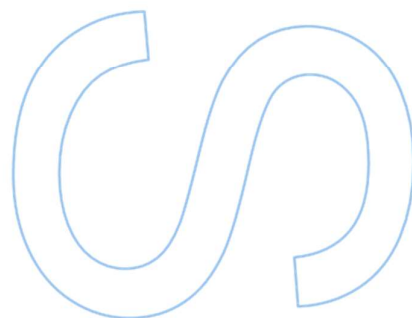
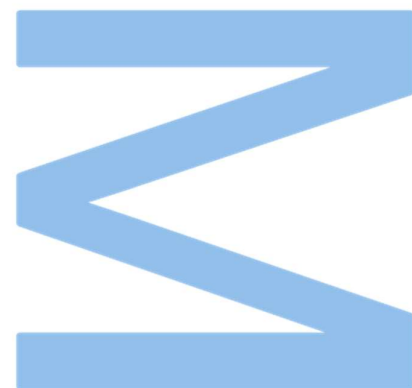
Aspetos Históricos da Lei de Lavoisier: um estudo de caso no 8º ano de escolaridade

Luísa Amaro da Silveira

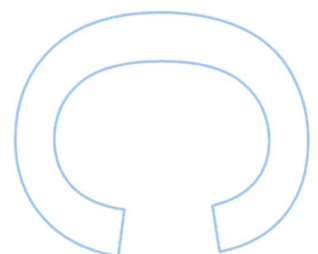
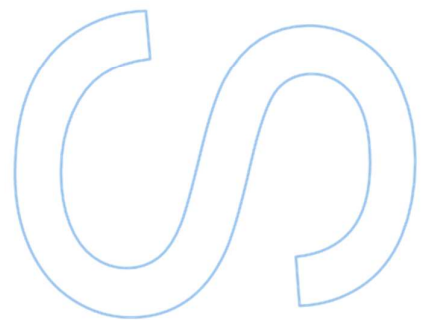
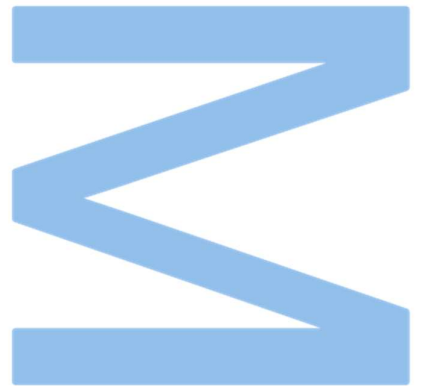
Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo
do Ensino Básico e no Secundário
Unidade de Ensino das Ciências/Departamento de Química FCUP
2023

Orientador

Professor Doutor João Paiva, FCUP



U. PORTO
FC FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



A ti mãe,

que continuarás para sempre presente no meu coração.

Declaração de Honra

Eu, Luísa Amaro da Silveira, inscrita no Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta Académica da U. Porto, que o conteúdo de presente relatório de estágio reflete as perspetivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega.

Ao entregar este relatório de estágio, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição.

Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências bibliográficas. Não são divulgados no presente relatório de estágio quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Luísa Maria Leiria Amaro da Silveira

Porto, 20 de julho de 2023

Agradecimentos

Ao Professor Dr. João Paiva e ao Professor Dr. Paulo Simeão pela disponibilidade e por tudo o que me ensinaram nesta etapa.

À Professora Dulce Peixoto, a todos os títulos inextinguível, por tudo o que aprendi e por toda a amizade e boa disposição com que me acompanhou.

Ao meu colega Francisco pelos importantes conselhos e pela sua grande disponibilidade e aos meus colegas Hélder e Nuno pelo apoio e partilha de experiências.

A todos alunos os que acompanhei durante este ano letivo.

À Conceição pela amizade, simpatia e generosidade com que me acolheu em Gaia. Nunca esquecerei.

Ao meu marido Miguel e aos meus filhos Tiago, Salvador e Francisco por toda a ajuda e por todo o amor com que me acompanham todos os dias.

Resumo

É fundamental que se desenvolvam estratégias e abordagens que evidenciem a relevância da ciência e auxiliem os alunos a envolverem-se mais diretamente no processo de aprendizagem. Tentando contribuir para este objetivo, o presente trabalho procurou avaliar se a inclusão de alguns aspetos históricos relacionados com a vida e a obra de Antoine Lavoisier poderia constituir-se como um fator de motivação adicional, contribuindo para uma melhor compreensão da lei da conservação da massa. Este ensaio investigativo, envolveu doze alunos, seis do sexo feminino e seis do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos, da disciplina de Físico-Química, provenientes de uma turma do 8º ano do 3º ciclo do ensino básico da Escola Secundária Inês de Castro em Vila Nova de Gaia. Ainda que se tenha tratado de um trabalho piloto, realizado com uma amostra reduzida de alunos, os resultados obtidos, através de entrevistas, pelo método *Focus Group*, parecem indicar que a inclusão da história no ensino da química em contexto de sala de aula pode contribuir para aumentar a motivação dos alunos face aos conteúdos abordados.

Palavras-chave: Ensino da Química, História da Química, Lavoisier, Lei da Conservação da Massa, Focus Group.

Abstract

It is important to develop new approaches capable of helping science students to become more directly involved in the learning process. Trying to contribute to this objective, this pilot study sought to assess whether the inclusion of some historical aspects related to the life and work of Antoine Lavoisier could increase the student's motivation towards chemistry, and particularly to a better understanding of the law of conservation of mass. This research study, involving twelve Physics and Chemistry students, six females and six males, aged from 12 to 15 years old, from the of the 8th grade of basic education at Escola Secundária Inês de Castro (Gaia, Portugal). Although it was a pilot study, carried out with a reduced number of students, the results obtained, through interviews, using the focus group method, seem to indicate that the inclusion of history in the teaching of chemistry in the classroom context may contribute to increase students' motivation for this chemistry subject.

Keywords: Chemistry Teaching, History of Chemistry, Lavoisier, Mass Conservation Law, Focus Group.

Índice

Índice.....	v
Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas	viii
Introdução.....	1
1. Dossier de estágio: apresentação sintética.....	2
2. Enquadramento teórico.....	4
2.1. Literacia científica e cidadania	4
2.2. Ensino da química – ferramenta para entender o mundo.....	4
2.3. A História no ensino das Ciências como estratégia didática	5
2.4. Antoine Lavoisier, uma personagem histórica complexa e fascinante.....	6
2.5. Lavoisier e o nascimento da química moderna	8
2.6. Reações Químicas e a Lei da Conservação da massa	9
3. Enquadramento didático-curricular	10
4. Prática em terreno escolar e ensaio de investigação	11
4.1. Descrição da aula	11
4.2. Descrição do método.....	12
4.3. Caracterização dos participantes.....	14
4.4. Guião das entrevistas	14
4.5. Resultados e discussão	15
Conclusões e Considerações finais	19
Reflexão Autocrítica e Projetos Futuros	20
Referências Bibliográficas	21
Anexos	26
Anexo 1.....	27
Anexo 2.....	30

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Identificação dos entrevistados e respetiva relação afetiva com a química 15

Tabela 2 - Resultados por categoria 17

Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura do Dossier de Estágio	3
Figura 2 - Retrato de Antoine Lavoisier e sua mulher	7
Figura 3 - O casal Lavoisier no decorrer de uma experiência.	9
Figura 4 - Tratado Elementar da Química	12
Figura 5 - Nuvem de palavras elaborada com base no Focus Group.....	18

Lista de Abreviaturas

AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
ESIC	ESCOLA SECUNDÁRIA INÊS DE CASTRO
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IPP	INTRODUÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO

Introdução

Nunca como hoje a ciência e a tecnologia tiveram uma relevância tão importante, condicionando e moldando os mais diversos aspetos nas nossas vidas (Rudolph e Horibe, 2015). Neste contexto, é essencial que os cidadãos possam ser capazes de entender os fatos científicos mais relevantes e a forma como o conhecimento científico, a tecnologia e a sociedade se relacionam (Celik, 2014).

A educação em ciência deve ser encarada como uma componente essencial na aprendizagem desde a idade pré-escolar, sendo decisiva para a formação de cidadãos responsáveis, participativos e bem inseridos na comunidade (Comissão Europeia, 2015). Não existindo grandes dúvidas quanto à sua importância, vários estudos têm demonstrado, contudo, que a aprendizagem das ciências, em particular nas disciplinas de física e de química, se debate com problemas como a falta de interesse e desmotivação por parte dos alunos (Hofstein et al., 2009; Stuckey et al., 2013). Perante este fato, é fundamental que os professores possuam não só o conhecimento, mas que sejam capazes de definir estratégias que evidenciem a relevância da ciência e ajudem e motivem os alunos envolverem-se mais diretamente no processo de aprendizagem (Hofstein et al., 2009).

A disciplina de físico-química, de acordo com as orientações oficiais estabelecidas pelo Ministério da Educação, deve ter como propósito o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, procurando despertar o interesse pela ciência, bem como a curiosidade acerca do mundo em seu redor (Aprendizagens Essenciais (AE), 2018). Ainda segundo as referidas diretrizes, é importante que no trabalho desenvolvido com os alunos, a Física e a Química sejam adequadamente contextualizadas, por forma a serem entendidas como assuntos relevantes pelos alunos, tornando-os mais motivados para a aprendizagem (AE, 2018).

Inserido na unidade curricular Iniciação à Prática Profissional (IPP) do 2º ano do plano de estudos do Mestrado em Ensino de Física e de Química do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), que decorreu ao longo do ano letivo 2022/2023 na Escola Secundária Inês de Castro (ESIC), em Vila Nova de Gaia, o presente trabalho procurou avaliar, através de um ensaio de investigação realizado nas aulas ministradas na ESIC, se a utilização da história da química e, em particular da vida e obra de Antoine Lavoisier, pode constituir-se como uma estratégia adequada para o ensino das reações químicas, contribuindo

para uma maior motivação e um melhor entendimento dos conteúdos por parte dos alunos de química do 8º ano.

No capítulo 1 do presente relatório, apresenta-se uma descrição sucinta do Dossier de Estágio, atendendo a que o presente trabalho se realizou no contexto da IPP, na qual se faz referência aos aspetos gerais mais relevantes.

No capítulo 2 correspondente ao Enquadramento Teórico procurou-se aprofundar os principais conceitos em que se apoiou o trabalho, nomeadamente, a relação entre a literacia científica e cidadania, passando logo depois para o ensino da química como ferramenta para entender o mundo, à importância da história no ensino das ciências que embora muitas vezes não seja valorizada nem desenvolvida em aula poderá constituir uma eficiente ferramenta motivacional. Foi igualmente abordada neste capítulo a vida de Antoine Lavoisier, bem como a sua contribuição para o nascimento da química moderna e, em particular, na Lei da Conservação da Massa nas Reações Químicas.

No capítulo 3 apresenta-se o Enquadramento Didático-Curricular, tendo como base as AE.

O capítulo 4 descreve a Prática em Terreno Escolar e Ensaio de Investigação, que se apoia numa aula em que foi utilizada a História da Química, mais especificamente a história da vida de Lavoisier para contextualizar a verificação da Lei da conservação da massa nas reações químicas. Primeiramente faz-se a descrição desta aula e de seguida é descrito o método utilizado para a recolha de dados, passando pela descrição dos participantes e terminando no tratamento de dados e discussão.

1. Dossier de estágio: apresentação sintética

O dossier de estágio que corresponde a um resumo do trabalho realizado durante o ano letivo 2022/2023 no decorrer da Prática de Ensino Supervisionada (PES), pode ser consultado em: [Dossier Estágio - https://sigarra.up.pt/fcup/](https://sigarra.up.pt/fcup/) (ver estrutura na Fig. 1).

1. Enquadramento geral	3
1.1 Caracterização da Escola.....	3
1.2 Caracterização das Turmas	5
2. Componente letiva.....	6
2.1 Química 8º ano.....	6
2.1.1 Enquadramento didático-curricular.....	6
2.1.2 Planos de aula	6
2.1.3 Material didático.....	10
2.2 Física 8º ano	25
2.2.1 Enquadramento didático-curricular.....	25
2.2.2 Planos de aula	25
2.2.3 Material didático.....	29
2.3 Física 11º ano	39
2.3.1 Enquadramento didático-curricular.....	39
2.3.2 Planos de aula	39
2.3.3 Material didático.....	44
2.4 Química 11º ano.....	57
2.4.1 Enquadramento didático-curricular.....	57
2.4.2 Planos de aula	58
2.4.3 Material didático.....	61
3. Áreas disciplinares não curriculares.....	82
3.1 Projeto “O Espaço vai à escola”	82
3.2 Competições nacionais de Ciência 2023 - PmatE	83
4. Reflexão autocrítica	84

Figura 1 - Estrutura do Dossier de Estágio

Este documento, começa por fazer o enquadramento do estágio, apresentando a orientadora cooperante, Professora Dulce Peixoto e os orientadores da FCUP, Professor Doutor João Paiva e Professor Doutor Paulo Simeão, caracterizando de seguida o estabelecimento de ensino em que ocorreu a PES, Escola Secundária Inês de Castro (ESIC) e as respetivas turmas da Professora Dulce Peixoto.

De seguida é feita uma descrição das aulas lecionadas no decorrer da PES, organizadas pelo respetivo ano de escolaridade e por componente didática.

Esta descrição começa pelo enquadramento didático-curricular, tendo como base de apoio as AE e passa de seguida para os planos de aula com o respetivo material didático de apoio. De seguinte é apresentado um resumo das áreas disciplinares não curriculares desenvolvidas pela estagiária e termina com uma reflexão autocrítica do trabalho desenvolvido durante o ano letivo na ESIC.

2. Enquadramento teórico

2.1. Literacia científica e cidadania

A literacia científica é crucial para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária (Paiva et al. 2016). Os cidadãos com pouca literacia a nível científico ficam claramente em desvantagem perante os outros, uma vez que esta condição afeta a sua capacidade de tomar decisões informadas sobre aspetos relevantes das suas vidas e pode levar a um maior desinteresse pelos processos de participação cívica e democrática (Eilks e Hofstein., 2015; Suerden e Çaglıyor, 2016; Georgiou e Kyza, 2023).

Multifacetada, por natureza, a literacia científica não diz apenas respeito ao domínio dos conceitos e princípios científicos, mas igualmente ao entendimento das aplicações concretas desse conhecimento, ao desenvolvimento do pensamento crítico, à capacidade de distinguir o que é e não é ciência e à tomada de decisão informada (Schwartz et al., 2006; Comissão Europeia, 2015; Yacoubian, 2018; Valladares, 2021).

A crescente negação do conhecimento científico sobre questões que afetam a Humanidade à escala mundial, como as alterações climáticas ou a pandemia Covid-19, por parte de cidadãos e atores políticos, aliada à profusão de notícias falsas e à partilha de fontes de informação não fidedignas, acarreta consequências dramáticas e deve servir de estímulo para reiterar o compromisso global com a literacia científica (Valladares, 2021). Os professores têm e continuarão a ter um papel fulcral a desempenhar nesta luta contra a desinformação (Osborne e Pimentel, 2022).

2.2. Ensino da química – ferramenta para entender o mundo

O ensino da química, contribuindo em particular para a literacia em química, tem grande importância na literacia científica dos cidadãos (Schwartz, 2006; Celik, 2014).

A química está presente em muitas facetas do nosso quotidiano, tendo marcado de forma indelével o mundo tal como o conhecemos atualmente (Gilbert e Treagust, 2009; Lehn, 2011; Brown et al., 2002). A sua compreensão dá-nos a oportunidade de conhecer em concreto o papel absolutamente crucial que teve em toda uma série de descobertas e avanços tecnológicos, em campos tão díspares quanto, por exemplo, a farmacologia, a agricultura, a eletrónica ou a energia (Lehn, 2011; Gomollón-Bel e García-Martínez, 2021), bem como avaliar e refletir sobre os riscos inerentes a questões tão prementes quanto as alterações climáticas ou a poluição, e entender o seu papel na transição para um mundo mais sustentável (Georgiou e Kyza, 2023).

Para além de ser essencial para entender o mundo, pode ser importante para muitos alunos em termos académicos e profissionais. Aqui, é importante ressaltar que a aprendizagem da química não é apenas interessante para os alunos que pretendem orientar a sua formação e futuras carreiras profissionais no âmbito da disciplina, em áreas como as da engenharia química ou da investigação e do ensino em química. Um bom conhecimento da química transcende em muito o mero campo da disciplina, sendo fundamental para que quem eventualmente decida enveredar por outras carreiras, como a biologia, a geologia, a medicina ou a engenharia de materiais (Eilks et al., 2013).

Apesar de importante, é bom ter em conta que a química pode ser uma disciplina difícil de aprender para alguns alunos, tornando o seu ensino desafiante para os professores (Cigdemoglu et al., 2017; Boesdorfer, 2019). A química não é apresentada numa única perspetiva, como referem De Jong e Tabet (2015), mas antes sob três diferentes prismas interligados: macroscópico (e.g. substâncias, fenómenos), microscópico (e.g. moléculas, átomos, iões) e simbólico (equações, fórmulas, diagramas). Nem sempre é fácil para os alunos “saltar” mentalmente entre estes vários planos (Boesdorfer, 2019; Childs et al. 2015; De Jong e Tabet, 2015). Outra questão que pode contribuir para aumentar as dificuldades de aprendizagem da química, e a consequente desmotivação dos alunos, prende-se com o facto de as abordagens tradicionais seguidas pelos professores para o ensino de química geralmente se concentrarem na comunicação de conhecimento conceptual e compreensão de conceitos abstratos, que apesar de essenciais tendem a não relacionar os conteúdos abordados com aplicações concretas e de uma forma dissociada do mundo real (Kenney, 2021).

2.3. A História no ensino das Ciências como estratégia didática

A procura de estratégias de ensino eficientes, que motivem e fomentem aprendizagens significativas em ciências, representa um desafio constante para professores e educadores.

A utilização da história no ensino das ciências pode contribuir para a melhor compreensão dos conteúdos por parte dos alunos (Rudge e Howe, 2004; Matthews, 2014; Olsen et al. 2015). A partilha de aspetos relevantes da vida dos cientistas, bem como a conjuntura social que envolveu as suas descobertas, permite humanizar a ciência e torná-la mais acessível e compreensível (Matthews, 2015). Como salientam Solbes e Traver (2003), esta estratégia pode contribuir igualmente para melhorar a atmosfera na sala de aula e para aumentar o interesse dos alunos pelos conteúdos

abordados. A exploração criativa de episódios históricos proporciona um conjunto de novas ideias e oportunidades de aprendizagem (Scheffel et al., 2009; Berg, 2014; (Milanovic e Trivic, 2022).

Embora a consciência da importância da história na educação científica tenha aumentado nas últimas décadas, ainda há uma resistência significativa dos criadores dos currículos e dos professores de ciências à sua implementação (Milanovic e Trivic, 2022). De acordo com estes autores, a principal razão apontada para esta resistência é o pouco tempo disponível, pelo que prevalece uma tendência para dedicar tempo à consideração de conceitos científicos determinados pelo currículo sem a sua consideração no âmbito da história e filosofia das ciências, referindo igualmente que outro obstáculo adicional para professores, especialmente quando os programas de formação inicial de professores não envolvem tais temáticas (Milanovic e Trivic, 2022).

2.4. Antoine Lavoisier, uma personagem histórica complexa e fascinante

Antoine Lavoisier ocupou um papel de altíssimo destaque na história da química - comparável a Newton na física ou a Darwin na biologia (Gerlac, 1961). Nasceu em Paris em 1743, inserido num contexto socioeconómico muito favorável. Tal condição permitiu-lhe frequentar, na adolescência, o colégio Nazarin, na altura um dos mais reputados de Paris, onde teve a possibilidade de adquirir formação no campo das Letras, em paralelo com uma sólida educação científica (Costa, 1990).

Desde cedo manifestou um especial interesse pelo entendimento do mundo material e, em particular, pela química, embora tivesse acabado por se formar em Direito, sobretudo por pressão familiar (Páez, 2013). A fortuna pessoal permitiu-lhe adquirir uma quota na Ferme Générale (Fazenda Geral), uma instituição privada com cerca de 60 sócios, subcontratada pelo Reino para efetuar a cobrança de impostos. Esta posição, por sua vez, assegurou-lhe um aumento significativo da sua riqueza, que utilizou para financiar a sua paixão pela química e instalar um laboratório com os mais avançados instrumentos da altura (Páez, 2013; Bell, 2005).

Viria mais tarde a casar com Marie-Anne Paulze, uma mulher singular, que, contrariamente ao que se passava na altura com a generalidade das senhoras da alta burguesia parisiense, cedo procurou outros objetivos para a sua vida, para além da gestão doméstica, aprofundando os seus conhecimentos de Inglês e Latim e

aprendendo os fundamentos da química, ao mesmo que tempo que desenvolvia a sua vocação artística no campo da pintura (Costa, 2011). Marie-Anne assume um papel de grande relevo na carreira científica do seu marido, promovendo reuniões e encontros com outros cientistas e analisando e traduzindo documentos científicos escritos noutras línguas, bem como ilustrando as principais obras publicadas por Antoine Lavoisier (Beretta, 2019; Costa, 2011; Bell, 2005).



Figura 2 - Retrato de Antoine Lavoisier e sua mulher da autoria de Jacques-Louis David (fonte: <https://www.metmuseum.org/>)

A vida de Lavoisier não se cingiu exclusivamente à investigação pura e ao seu trabalho na cobrança de impostos (Bell, 2005). Em total sintonia com o Iluminismo que marcou a sua época, Lavoisier procurou aplicar o método científico e o conhecimento à resolução dos problemas reais com que se deparava a sociedade do seu tempo, assim como à reforma e à modernização dos serviços e das instituições públicas (Beretta, 2019). Com interesses multifacetados, levou a cabo projetos com impacto direto na sociedade, em áreas tão diversas quanto o estudo de formas mais eficientes de iluminação pública, a reforma das condições sanitárias das prisões de Paris, ou a investigação de métodos para purificar a água do Rio Sena para consumo público (Beretta, 2019).

Em 1788, um ano antes da Revolução francesa, acumulava cinco cargos no Reino, que iam desde a Administração das Pólvoras e Salitres a um cargo de direção no banco estatal (Bell, 2005). Numa primeira fase, a Revolução não trouxe problemas a Lavoisier, tendo este inclusivamente assumido um papel de grande relevo na comissão de pesos

e medidas que resultou na introdução em França do sistema métrico decimal (Beretta, 2019). Contudo, a radicalização do processo revolucionário e a intensificação da perseguição a cidadãos que tivessem ocupado posições de poder no Antigo Regime, levou a que em 1794 Lavoisier fosse condenado à morte e guilhotinado juntamente com outros 26 elementos da Ferme Générale (Bell, 2005).

2.5. Lavoisier e o nascimento da química moderna

Quando Lavoisier, no início da década de 1760, se iniciou no estudo da química esta permanecia muito assente nos conceitos propostos pelos filósofos Gregos, ligeiramente modificados na Idade Média pelos alquimistas (ACS, 1999). A química baseava-se, então, num conjunto de princípios e conceções dogmáticas que, por força da tradição, permaneciam incontestáveis pela maioria, mesmo diante de contradições experimentais evidentes (Beretta, 2019).

A química de Georg Ernst Stahl era o estado da arte nessa altura, em particular, a teoria do flogisto – entendido como a matéria e o princípio do fogo (Bell, 2005). Entendia-se que os materiais inflamáveis, como a madeira ou o carvão, eram ricos em flogisto. Embora hoje se saiba que o fogo se apaga na ausência de oxigénio, Stahl acreditava que isto acontecia quando os materiais perdiam o seu flogisto para a atmosfera (Eilks et. al, 2013). Para além da combustão, a teoria era usada igualmente para processos como a oxidação, entendida como uma versão mais lenta dos processos de combustão (Paéz, 2013).

A teoria do flogisto explicaria igualmente o crescimento das plantas, uma vez que, de acordo com esta, as plantas reabsorveriam o flogisto da atmosfera, sendo esta a forma como o mesmo se incorporava na madeira (Bell, 2005). Apesar de errada, a teoria do flogisto fornecia explicação para uma série de fenómenos, sendo aceite por grande parte da comunidade científica da altura (Bell, 2005; Wisniak, 2004).



Figura 3 - O casal Lavoisier no decorrer de uma experiência. Relevo de Louis-Ernest Barrias (fonte: <https://www.sciencephoto.com/>)

A teoria apresentava, contudo, várias fragilidades. Assentava, tal como outras na altura, mais numa fé cega do que propriamente capacidade de compreensão (Paéz, 2013). Era difícil explicar, por exemplo, a razão pela qual os metais depois de calcinados aumentavam de peso, se, como propunha Sthal, o flogisto se libertava (Bensaude et al., 1992). Com base em experiências com enxofre e fósforo em recipientes fechados, Lavoisier demonstrou que o ganho de massa que se obtinha nas substâncias queimadas era correspondido por uma perda equivalente na massa de ar utilizada na combustão, estabelecendo-se a partir deste ponto a aplicabilidade do princípio da conservação da massa às reações químicas (Wisniak, 2004). Lavoisier participa da reforma da nomenclatura, publicando pouco depois o Tratado Elementar da Química, um marco absolutamente relevante na história desta ciência, com o objetivo de iniciar futuros químicos, mostrando-lhes uma nova química, analítica e sistemática e fazendo, assim, um corte com o passado (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

2.6. Reações Químicas e a Lei da Conservação da massa

A lei da conservação da massa – “A matéria não se cria nem se destrói, apenas se transforma” – é uma das leis fundamentais da química, e a sua proposta por Lavoisier foi um marco revolucionário na história da ciência (Sterner et al., 2010, Barocio et al., 2021).

Se contabilizarmos todos os reagentes e produtos numa reação química, a massa total será a mesma em qualquer ponto no tempo em qualquer sistema fechado (Sterner,

2010). Numa reação química, a soma das massas dos reagentes deverá ser igual aos produtos de reação (Barocio et al., 2021).

Na base da compreensão das reações químicas e da química no geral está a lei da conservação da massa (Cachapuz e Paixão, 2000; Ozmen e Ayas, 2003). A completa compreensão da lei da conservação da massa por parte dos alunos é crucial para o domínio da química e, como tal, de forma recorrente, estará presente na disciplina, tanto no ensino básico, como no ensino secundário (Cachapuz e Paixão, 2000).

Nem sempre os alunos conseguem prever ou explicar as variações de massa nas equações químicas, demonstrando que a lei da conservação da massa nem sempre é totalmente compreendida (Ozmen e Ayas, 2003; Milanovic e Trivic, 2017).

O ensino desta matéria tem por norma em aula uma abordagem tradicional incentivando a aprendizagem de conceitos e processos científicos isolados, sendo o tema normalmente abordado com um foco nos procedimentos mínimos necessários para a resolução de exercícios que se relacionam com o acerto das equações químicas, o que não corresponde necessariamente a uma aprendizagem efetiva do conteúdo abordado (Cachapuz e Paixão, 2000). É essencial que se continuem a desenvolver novas estratégias, capazes de contribuir de forma efetiva para assegurar o correto entendimento destes conteúdos (Ozmen e Ayas, 2003).

3. Enquadramento didático-curricular

Segundo as AE estabelecidas para a disciplina de Físico-química, a primeira abordagem às reações químicas é feita no 7º ano do ensino básico, no domínio Materiais e subdomínio Transformações Físicas e Químicas.

É, no entanto, no 8º ano do ensino básico, que as AE da componente de Química da disciplina de FQ, se baseiam totalmente no domínio Reações Químicas, incumbindo assim o aluno a compreender e aprofundar este domínio, dividido em três subdomínios, Explicação e Representação das Reações Químicas, Tipos de Reações Químicas e Velocidade das Reações Químicas.

O trabalho realizado insere-se no subdomínio “Explicação e Representação das reações Químicas, que se inicia com a natureza corpuscular da matéria e termina com a Lei da Conservação da Massa aplicada à escrita e à leitura das equações químicas, momento em que os alunos deverão conseguir, segundo as AE, verificar, através de uma atividade

experimental, a Lei da Conservação da Massa, aplicando-a à escrita ou à leitura de equações químicas simples, sendo dadas as fórmulas químicas ou os nomes das substâncias envolvidas.

O que se propõe neste trabalho é uma abordagem à Lei da Conservação da massa, tendo como ponto de partida a contextualização histórica e social da primeira verificação desta lei por Antoine Lavoisier e conseqüentemente o seu significado e importância ao nível da química, evidenciando a importância desta lei e da teoria geral das reações químicas, cuja compreensão, do ponto de vista científico é indispensável para a compreensão da química como um todo (Cachapuz e Paixão, 2000), sendo que, nos restantes anos de escolaridade, tanto no ensino básico como no secundário, será necessária a sua aplicação direta ou indireta.

As AE da disciplina de Físico-Química A do 11º ano do ensino secundário, na componente de Química são aprofundadas novamente no tema reações químicas, dividindo-se nos domínios Equilíbrio Químico, e Reações em sistemas aquosos e destacando-se novamente a extrema importância da aplicação e compreensão desta Lei no desenvolvimento de ambos os domínios.

4. Prática em terreno escolar e ensaio de investigação

4.1. Descrição da aula

A aula teve início com a visualização do seguinte vídeo sobre Lavoisier: [AL - vídeo 2023](#), tendo sido os alunos previamente avisados de que após a visualização seriam convidados a escrever no quadro uma frase que lhes tivesse despertado a atenção ou suscitado algum tipo de interesse ou dúvida, com o objetivo em primeiro lugar cativar a atenção dos alunos durante a visualização do vídeo, em segundo lugar dar início a um debate entre os alunos e o professor de modo a explorar os temas descritos na planificação (anexo 1).

Esta aula cujo objetivo corresponde a uma introdução à Lei da Conservação da Massa, teve como base uma abordagem do ponto de vista histórico e social da vida de Lavoisier.

A aula decorreu de um modo fluido e pretendeu responder de um modo natural e colaborativo à curiosidade dos alunos, sendo guiada pelo professor de modo a seguir o guião da atividade descrito na planificação.

O guião da atividade teve início com a abordagem à parte final do vídeo, que corresponde à execução de Lavoisier na guilhotina e que acabou por chocar os alunos provocando admiração e cativando-os a entrar no tema.

De seguida foi solicitado aos alunos que escrevessem no quadro as frases que escreveram no seu caderno durante a visualização do vídeo, após o que cada aluno foi convidado a comentar a sua escolha, lançando o debate sobre o tema. Durante a aula foram utilizadas imagens como material didático de apoio.

Durante a aula os alunos tiveram acesso ao Tratado Elementar da Química (volumes I e II), que folhearam no sentido de enquadrar um dos temas descrito na planificação.

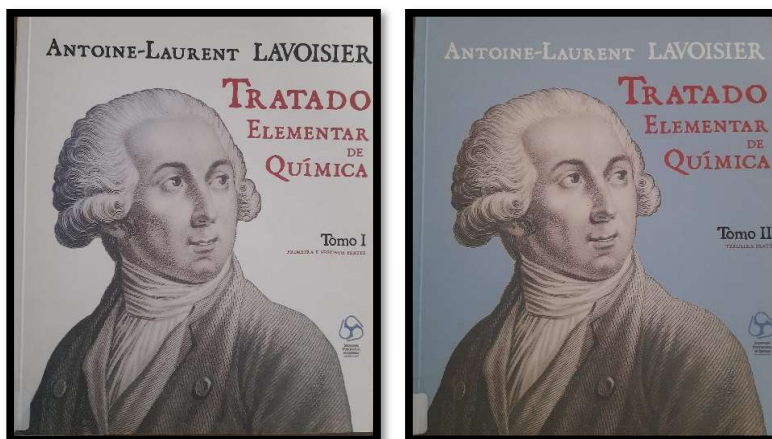


Figura 4 - Tratado Elementar da Química

O momento final da aula foi reservado para consolidação de conhecimentos com especial ênfase na Lei da Conservação da Massa.

4.2. Descrição do método

No dia seguinte à aula descrita no ponto 4.1, foram realizadas aos alunos entrevistas semiestruturadas pelo método *Focus Group*.

Segundo R.A.Krueger e M A Casey,

“As entrevistas *Focus Group* têm tipicamente cinco características ou recursos. Estas características estão relacionadas com os ingredientes do *Focus Group*: (1) um pequeno grupo de pessoas, que (2) possui determinadas características, (3) dá origem a resultados qualitativos (4) numa discussão focada (5) para ajudar a entender um tópico com interesse...”

Este método de recolha de dados foi desenvolvido e aplicado em 1941, em programas de rádio por Robert King Merton, apelidado pela comunidade científica como “pai” do *Focus Group*, sendo que, a partir dos anos 80 o *Focus Group*, começou a ser utilizado com mais frequência como método de investigação nas ciências sociais (Galego e Gomes, 2005).

Tem como ponto de partida entrevistas de grupo, numa atmosfera relativamente informal, nas quais o investigador/moderador faz perguntas ao grupo de participantes sobre um tema específico a ser investigado. O investigador tem um papel essencial, uma vez que para além de elaborar o guião das entrevistas modera e facilita a discussão entre os participantes para que de uma forma espontânea, estes transmitam as suas opiniões acerca do tema a ser investigado (Parker e Tritter, 2006).

O guião das entrevistas deve ser usado pelo moderador/investigador na categorização das entrevistas, sendo importante que seja o moderador a analisar os resultados, uma vez que tem uma noção tanto das expressões faciais como do tom de voz dos participantes (Galego e Gomes, 2005).

Esta metodologia tem várias aplicações, em diversas áreas bastante distintas, tais como marketing comercial, marketing político, sociologia, antropologia, psicologia, ciências da saúde e educação.

Segundo Silva e Veloso (2014), a implementação do método *Focus Group* passa por quatro etapas:

1 - Planeamento, em que foram definidos os objetivos, participantes, o tamanho do grupo e o número dos grupos.

Os alunos foram divididos em dois grupos, o primeiro grupo com quatro alunos e o segundo grupo com oito alunos. A entrevista foi realizada na sala de laboratório, em que os alunos foram distribuídos à volta de uma mesa num ambiente confortável e descontraído.

2 - Preparação. Nesta fase foram definidos o guião da entrevista e a sua estrutura.

3 – Moderação. A entrevista foi realizada na sala de laboratório. Houve o cuidado de assegurar que todos os elementos do grupo tivessem oportunidade de participar.

Os testemunhos foram gravados e foram tomadas notas de campo sobre as entrevistas.

4– Os dados foram categorizados, de acordo com a questões colocadas durante as entrevistas e os dados obtidos através da resposta dos alunos.

Por fim foi elaborada uma nuvem de palavras a partir das respostas dadas pelos alunos (fig. 5), com a ferramenta online wordclouds.com

4.3. Caracterização dos participantes

Na realização deste estudo participou uma turma do 8º ano da ESIC, em Vila Nova de Gaia.

Embora a turma fosse constituída por 20 alunos, aquando da realização das entrevistas, faltaram à aula 8 alunos, pelo que as entrevistas foram realizadas a 12 alunos. Estes alunos foram divididos em dois grupos, de acordo com o turno laboratorial a que pertenciam. O primeiro grupo foi constituído por quatro alunos, dois do sexo feminino e dois do sexo masculino e o segundo grupo formado por oito alunos, quatro do sexo feminino e quatro do sexo masculino.

A amostra de alunos é bastante heterogénia. É constituída por igual número de alunos do sexo masculino e do sexo feminino e as suas idades variam entre os 13 e os 15 anos. As qualificações individuais referentes ao ano letivo anterior (7º ano) estão representadas na tabela I, os alunos foram aprovados na totalidade, embora as notas tenham variado entre o 3 e o 5.

4.4. Guião das entrevistas

O guião das entrevistas (ver anexo II), foi organizado em três partes.

A primeira parte inclui informação a prestar aos participantes sobre o ensaio de investigação, o anonimato das entrevistas e o facto de as respostas não terem qualquer influência nas avaliações. Esta parte inclui ainda um levantamento indireto de dados que pretende caracterizar os participantes, nomeadamente em relação ao género e à idade.

Na segunda parte as questões foram desenvolvidas com o objetivo de quantificar o gosto de cada aluno relativamente à química, assim como obter dados de caráter qualitativo no que se refere à sua relação afetiva com a disciplina.

As questões desenvolvidas na terceira parte do guião pretendem avaliar o interesse dos alunos relativamente à abordagem em aula da história das ciências, a motivação gerada pela aula lecionada sobre a vida de Lavoisier, assim como a compreensão dos alunos relativamente à Lei da Conservação da Massa.

4.5. Resultados e discussão

No grupo de 12 entrevistados (6 do sexo feminino e 6 do sexo masculino), observa-se que em relação ao “gosto pela química” (ver Tab. 1), os alunos quantificaram o seu gosto pela química com uma nota de 1 a 5. Verifica-se pela tabela I que apenas uma aluna em doze deu uma nota abaixo de 3. Sendo que todos os outros alunos afirmam gostar da disciplina.

Grupo	Entrevistado	Grupo	Idade	Género	Nota ano anterior	Gosto pela Química (de 1 a 5)
Grupo 1	1	1	13	F	4	3
	2	1	14	M	4	5
	3	1	13	F	5	4
	4	1	13	M	3	4
Grupo 2	5	2	13	F	3	4
	6	2	12	F	3	1
	7	2	15	M	4	3
	8	2	13	F	5	4
	9	2	12	M	4	5
	10	2	13	F	3	3
	11	2	13	M	4	5
	12	2	13	M	3	5

Tabela 1 - Identificação dos entrevistados e respetiva relação afetiva com a química

Na mesma questão, contudo, os rapazes atribuíram em média um valor superior (média de 4.50 contra média de 3.16 nas alunas), ainda que em média tenham registado notas mais baixas à disciplina no ano anterior que as raparigas da amostra (3.66 contra 3.83).

Embora o tamanho reduzido da amostra não permita que se faça uma análise mais profunda no presente trabalho, os resultados indicam uma diferença, ainda que ligeira, entre rapazes e raparigas no que se refere ao gosto pela química. Vários autores observaram uma menor preferência e apetência pela química por parte das alunas (Miller, 2006; Gong et. Al, 2023; Avargil et al., 2020), o que muitas vezes se reflete nas escolhas futuras dos alunos e está na origem de desequilíbrios entre géneros nas diferentes carreiras científicas e profissões.

Relativamente ao teor das opiniões dadas pelos alunos e alunas (ver Tab. 2), quanto ao que mais gostam na química, as respostas variaram bastante, sendo que três alunos se referiram a experiências e um aluno ao laboratório, pelo que se considera que quatro alunos demonstram preferência pelas aulas laboratoriais, dois alunos disseram que não gostam de escrever nas aulas de química e a mesma aluna que tinha dito não gostar da disciplina reforçou que não gostava de nada na química.

Quanto ao interesse na aula a resposta foi unânime, os alunos gostaram da aula, que destacaram como uma aula diferente das habituais. Quando questionados pelo moderador sobre a razão pela qual tinham gostado, destacaram vários motivos (e.g. “Aspetos históricos da vida de Lavoisier”, “Aula diferente”, “Gostei do vídeo”).

Em relação à compreensão da Lei de Lavoisier, os alunos tanto num grupo como no outro demoraram muito tempo a responder, pareceu que por medo de darem a resposta errada. Após a primeira resposta foram dadas outras, sendo que três alunos disseram não saber e cinco alunos não responderam, pelo que relativamente à Lei de Lavoisier, na sua maioria não a conseguiram enunciar, o que pode ter acontecido porque seria necessária mais uma aula para consolidar conhecimentos (o que realmente veio a acontecer na aula seguinte).

Categoria	Grupo 1	Grupo 2
O que gosto mais na Química	-Gosto do laboratório -Não gosto quando não percebo nada -Gosto dos Astros -Não gosto das moléculas, porque é muito difícil.	-Gostava de não ter de escrever -Gosto mais das experiências. -Gosto menos de escrever. -Não há nada de divertido. Tudo chato. -As experiências são giras e divertidas. -Sim as experiências. A aula passa mais depressa.
	Comentários: Pequenos risos, troca de olhares, cumplicidade	Comentários: Pequenos risos, troca de olhares, cumplicidade, apreensão
Importância da Química	-Muito importante, para saber como o mundo funciona -É importante -Não sei	-Não é importante. Não vou estudar nada que tenha a ver com a química -Sim, eu também não -É importante porque ajuda a perceber como funcionam as coisas do dia a dia -É importante saber que a matéria é constituída por átomos e moléculas -Não serve para nada -Nunca é demais saber
Interesse na aula	-Achei a aula interessante -Porque é importante saber como os cientistas trabalhavam antigamente e como se chegou a lei de Lavosier -Gostei do vídeo e da história da vida dele. Parecia um filme.	-Sim muito interessante -Porque foi diferente ficámos a saber como se vivia nessa altura -Fiquei triste de saber como Lavoisier morreu -Gosto de ver como as descobertas foram feitas. Não é só falar das leis. -Sim. Eu gostei do vídeo e de ver os livros com os desenhos feitos pela mulher do Lavoisier.
Compreensão da Lei de Lavoisier	-Tem a ver com a massa. A massa é a mesma no início e no fim da reação. -Não sei -Sim se a massa se conserva tem a mesma quantidade de reagente -Não sei	-A massa é a mesma no início e no fim de uma reação a massa inicial e a final. -Sim a massa é igual -Não sei
Motivação – contributo da estratégia	-Aqui agora sim porque fiquei a saber como é que Lavoisier trabalhava e vivia nessa altura -E como eram os laboratórios -Sim e como é que ele morreu injustamente -Não sei gostei do vídeo -Gosto mais assim sim eu também	-Sim é melhor que ler só a lei no livro então porque percebo melhor se souber como aconteceu -Porque a aula acaba mais depressa parece uma história -Não temos de escrever tanto -Sim nestas aulas não temos de escrever tanto -Não é só saber as leis. É importante saber como foram descobertas esta aula foi diferente. Gostei mais

Tabela 2 - Resultados por categoria

referido estudo foi substancialmente maior e as conclusões tiradas a partir da comparação com turmas em cujas aulas não tinham sido incluídos aspetos históricos, que funcionaram como grupos de controlo. Já Milanovic e Trivic, igualmente com uma amostra muito maior, abrangendo anos diferentes, e igualmente com grupos de controlo, verificaram uma grande variabilidade quantos aos efeitos da inclusão da história da ciência, quer individualmente quer nas diferentes faixas etárias. Ressalta-se, contudo, que neste estudo as autoras destacaram a pouca motivação dos alunos para o envolvimento no estudo, contrariamente ao que aconteceu neste trabalho.

Conclusões e Considerações finais

O ensaio de investigação, ainda que se tenha tratado de um estudo piloto parece indicar que a inclusão da história da química pode trazer benefícios ao professor e aos alunos, facilitando por um lado o processo de ensino, e por outro o de aprendizagem. Contudo, é necessária a devida cautela no se refere à análise dos resultados obtidos. A amostra reduzida de alunos, bem como o facto de o estudo ter incluído apenas uma aula dificultam bastante a análise dos resultados.

Estamos conscientes, a par da questão de investigação em si e de algumas limitações de partida, que o nosso trabalho contemplava uma dificuldade adicional: é que sendo inequívoco, do ponto de vista da didática, a utilidade das incisões históricas no ensino da química, sabe-se da dificuldade de motivação nos alunos para as questões da história. Apesar de tudo, sublinhando aqui e ali alguns assuntos mais pitorescos das nuances históricas, conseguimos alguns resultados capazes de entreabrir portas motivacionais por via da história da ciência.

A intervenção serviu, sem dúvida, para prender os alunos ao tema construindo uma ponte para as aulas que se seguiram.

Reflexão Autocrítica e Projetos Futuros

Como referido anteriormente, assume-se que este trabalho apresenta algumas fragilidades metodológicas.

Em primeiro lugar, esta é uma amostra que não é representativa dos estudantes nacionais, assumindo-se, bem entendido, como uma amostra de conveniência.

Em segundo lugar o uso de *focus groups* inscreve-se num método útil e eficaz, mas com alguns pontos fracos. Realça-se o facto de ser um método sujeito à interferência do moderador e à dispersão do grupo durante a entrevista, o que poderá influenciar os dados recolhidos. E na realidade embora de uma forma geral os participantes tenham contribuído e tenha havido cuidado durante a moderação para que não houvesse autoexclusão, sentiu-se alguma retração por parte de alguns elementos. Este facto pode revelar a existência de algum constrangimento que tenha resultado em respostas menos sinceras ou completas.

No dia das entrevistas, imprevisivelmente faltaram à aula oito dos vinte alunos, levando a que o primeiro grupo de entrevistados fosse constituído apenas por quatro alunos e o segundo por oito alunos. Embora o primeiro grupo seja muito pequeno esta parece não ser uma questão muito problemática, uma vez que, segundo Krueger e Casey,(2014) embora os grupos sejam em norma constituídos por 5 a 8 entrevistados, o seu número pode variar entre 4 e 12, sendo relevante que o tamanho do grupo permita por um lado que todas as pessoas tenham oportunidade de partilhar a sua opinião e por outro que as opiniões tenham diversidade suficiente.

Em projetos futuros poderia ser interessante introduzir multidisciplinaridade a este tema que tem potencial para ser articulado com as disciplinas de história, educação artística e cidadania. A título de exemplo, poderia pensar-se num desafio de bandas desenhadas ou numa peça de teatro envolvendo Lavoisier e a Revolução Francesa.

Este estudo serviu, sem dúvida, para tomar consciência de que a contextualização histórica dos conteúdos curriculares a abordar, contribui para a motivação dos alunos e de que utilizarei esta estratégia, sempre que possível, na minha vida profissional como professora.

Referências Bibliográficas

AE - Aprendizagens Essenciais de Físico-Química (2018). Direção Geral da Educação

Amado, J.(2014). Manual de Investigação Qualitativa em Educação. Imprensa da Universidade de Coimbra

Avargil, S., Kohen, Z., & Dori, Y. J. (2020). Trends and perceptions of choosing chemistry as a major and a career. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 668-684.

Ayas, A., Özmen, H., & Çalik, M. (2010). STUDENTS' CONCEPTIONS OF THE PARTICULATE NATURE OF MATTER AT SECONDARY AND TERTIARY LEVEL. *International journal of science and mathematics education*, 8, 165-184.

Bell, M. S. (2005). *Lavoisier in the Year One: The Birth of a New Science in an Age of Revolution*. WW Norton & Company.

Bensaude-Vincent, B. & Stengers. (1992). *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget

Beretta, M. (2019). Lavoisier and the French Chemical Heritage at the Musée Centennial of the Paris World Exhibition (1900). *Behind the Exhibit*, 2.

Berg, K. (2014). Teaching chemistry for all its worth: the interaction between facts, ideas, and language in Lavoisier's and Priestley's chemistry practice: the case of the study of the composition of air. *Science & Education*, 23, 2045-2068.

Boesdorfer, S. B. (2019). Growing Teachers and Improving Chemistry Learning: How Best Practices in Chemistry Teacher Education Can Enhance Chemistry Education. In *Best practices in chemistry teacher education* (pp. 1-6). American Chemical Society.

Barocio, Y. R., Obaya Valdivia, A. E., & Vargas-Rodriguez, Y. M. (2021). ICT: Didactic Strategy Using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and Its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education. *Online Submission*, 10(2), 56-67.

Brown, T. L., LeMay, H. E., & Bursten, B. E. (2002). *Chemistry: the central science*. Pearson Educación.

Cachapuz, A. Paixão, M.F. (2000). Mass Conservation in Chemical Reactions: the development of an innovative teaching strategy based on the history and philosophy of science. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 201-215

Celik, S. (2014). Chemical literacy levels of science and mathematics teacher candidates. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(1), 1-15.

Childs, P. E., Hayes, S. M., & O'dwyer, A. (2015). Chemistry and everyday life: Relating secondary school chemistry to the current and future lives of students. In *Relevant chemistry education* (pp. 33-54). Brill.

Cigdemoglu, C., Arslan, H. O., & Çam, A. (2017). Argumentation to foster pre-service science teachers' knowledge, competency, and attitude on the domains of chemical literacy of acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 288-303.

Comissão Europeia, Directorate-General for Research and Innovation, (2015). *Science education for responsible citizenship: report to the European Commission of the expert group on science education*, Publications Office.

da Costa, P. F. (1990). Manifesto para uma Nova Química. *Journal for the History of Science*, 23, 435-460.

De Jong, O., & Taber, K. S. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. *Handbook of research on science education*, 631-652.

Direção Geral da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais de Físico-Química 8º ano*.

Eilks, I., Rauch, F., Ralle, B., & Hofstein, A. (2013). How to allocate the chemistry curriculum between science and society. In *Teaching chemistry—A studybook* (pp. 1-36). Brill.

Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). (2015). *Relevant chemistry education: From theory to practice*. Springer.

Frailich, M., Kesner, M., & Hofstein, A. (2009). Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(3), 289-310.

Galego, C., & Gomes, A. (2005). Emancipação, rutura e inovação: o “focus group” como instrumento de investigação. *Revista Lusófona de Educação*, 5(5).

Georgiou, Y., & Kyza, E. A. (2023). Fostering Chemistry Students’ Scientific Literacy for Responsible Citizenship through Socio-Scientific Inquiry-Based Learning (SSIBL). *Sustainability*, 15(8), 6442.

Gong, X., Bergey, B. W., Jin, Y., Mao, K., & Cheng, Y. (2023). Gender differences in high school students’ perceived values and costs of learning chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 203-216.

Guerlac, H. (1961). Lavoisier--the crucial year: the background and origin of his first experiments on combustion in 1772.

Gilbert, J. K. (2009). Multiple representations in chemical education (Vol. 4, pp. 1-8). D. F. Treagust (Ed.). Dordrecht: Springer.

Gomollón-Bel, F., & García-Martínez, J. (2022). Emerging chemistry technologies for a better world. *Nature Chemistry*, 14(2), 113-114.

Kortam, N., Basheer, A., Drawshe, H., Drawshe, S., & Hugerat, M. (2020). The Historical Story behind the Discovery: How Does It Affect Students’ Attitude towards the Scientific Endeavor?. *Creative Education*, 11(8), 1243-1260.

Krueger, R. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage publications.

Lehn, J.M. (2011). *Chemistry: the science and art of matter*. UNESCO Courier.

Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science*. Routledge.

Milanovic, V. D., & Trivic, D. D. (2017). History of chemistry as a part of assessment of students’ understanding of the law of conservation of mass. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5), 780.

Milanovic, V. D., & Trivic, D. D. (2022). Chemistry teachers’ views on the nature of science and history and philosophy of science. *Journal of Education for Teaching*, 48(1), 57-71.

Miller, P. H., Slawinski Blessing, J., & Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students’ views about science. *International journal of science education*, 28(4), 363-381.

Olsson, K. A., Balgopal, M. M., & Levinger, N. E. (2015). How did we get here? Teaching chemistry with a historical perspective. *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1773-1776

Osborne, J., & Pimentel, D. (2022). Science, misinformation, and the role of education. *Science*, 378(6617), 246-248.

Paez, A. M. (2013). La química moderna, Lavoisier: la revolución está en el aire. *National Geographic*

Paiva, J., Morais, C., & Moreira, L. (2016). Multimedia In Science Teaching: Pedagogy Designs And Research Options In The Portuguese Education Between 2010-2014. In *Edulearn16 Proceedings* (Pp. 7690-7698).

Parker, A., & Tritter, J. (2006). Focus group method and methodology: current practice and recent debate. *International Journal of Research & Method in Education*, 29(1), 23-37.

Pearson, P. D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and science: Each in the service of the other. *science*, 328(5977), 459-463.

Rudolph, J. L., & Horibe, S. (2016). What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805-820.

Rudge, D. W., & Howe, E. M. (2004). Incorporating history into the science classroom. *The Science Teacher*, 71(9), 52.

Scheffel, L., Brockmeier, W., & Parchmann, I. (2009). Historical material in macro-micro thinking: Conceptual change in chemistry education and the history of chemistry. In *Multiple representations in chemical education*, 215-250.

Schwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). Chemical literacy: What does this mean to scientists and school teachers?. *Journal of Chemical Education*, 83(10), 1557.

Silva, I. S., Veloso, A. L., & Keating, J. B. (2014). Focus group: Considerações teóricas e metodológicas. *Revista Lusófona de Educação*, (26), 175-189. Solbes, J., & Traver, M. (2003). Against a negative image of science: history of science and the teaching of physics and chemistry. *Science & Education*, 12, 703-717.

Sterner, R. W., Small, G. E. & Hood, J. M. (2011) The Conservation of Mass. *Nature Education Knowledge* 3(10):20

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

Süerdem, A., & Çağlıyor, S. (2016). The effects of scientific literacy on participation to political decision making. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 26, p. 01064). EDP Sciences.

Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557-587.

Wisniak, J. (2004). Phlogiston: The rise and fall of a theory.

Yacoubian, H. A. (2018) Scientific literacy for democratic decision-making, *International Journal of Science Education*, 40:3, 308-327, DOI: 10.1080/09500693.2017.1420266

[Antoine Lavoisier and the Origin of Modern Chemistry | AMS OpenMind - YouTube.](#)

Acedido em <https://www.youtube.com/watch?v=55yJPs-R1w>, em 26 de junho de 2023

Anexos

Anexo 1

Plano de Aula Físico-Química - 8º ano – Aula 15/11/2022

Disciplina:		Física e Química – Componente de Química		Ano:	8º
Contextualização	Domínio: Reações químicas Subdomínio: Explicação e representação de reações químicas			Duração:	50 min
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> Lei da conservação da massa 				
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Introdução à lei da conservação da massa do ponto de vista histórico e social da vida de Lavoisier 				
Recursos	Recursos Digitais		Outros Recursos		
	<ul style="list-style-type: none"> Videoprojector Computador Quadro 		<ul style="list-style-type: none"> Tratado Elementar de Química: Tomo I Tratado Elementar de Química: Tomo II 		
Guião da Atividade	Tempo	Descrição			
	1 (5')	<ul style="list-style-type: none"> Chamada e sumário 			
	2(10')	<ul style="list-style-type: none"> Avisar os alunos que irão visualizar um vídeo sobre Lavoisier e o início da química e que durante a sua visualização deverão escrever no seu caderno uma frase ou um nome que considerem importante sobre o vídeo. Visualização do vídeo: <u>AL-Vídeo</u> 			
	3 (25')	<ul style="list-style-type: none"> Partir do final do vídeo sobre a execução de Lavoisier e perguntar o que acharam do vídeo que acabaram de ver 			

- Chamar alguns alunos ao quadro e pedir-lhes para escrever a frase que acharam importante e que anotaram no caderno durante a visualização do vídeo
- Iniciar com os alunos uma conversa sobre a vida de Lavoisier, partindo da exploração em conjunto das frases escritas e caso seja necessário acrescentar outras que sejam relevantes de modo a ir de encontro à história da vida de Lavoisier e aos seguintes pontos:
 - i. Antes da química moderna
 - ii. Antoine-Laurent Lavoisier – chamado Pai da Química Moderna
 - iii. O casamento de Lavoisier com Marie Anne Paulze. Mostrar o retrato de Lavoisier e da sua mulher com um dos seus aparelhos de recolha de gás, pintado a óleo por Jacques Louis David. Questionar os alunos sobre as diferenças que encontrariam numa foto que fosse tirada atualmente no mesmo contexto.
 - iv. Teoria do flogisto
 - v. Reações de combustão
 - vi. Teoria do oxigénio
 - vii. Experiências com diamantes
 - viii. A lei da conservação da massa
 - ix. O primeiro livro de química do mundo: Tratado Elemental da Química- Passar pelos alunos o livro escrito por Lavoisier. Pedir aos alunos que vejam as figuras dos instrumentos utilizados por Lavoisier no laboratório e ilustrados pela sua mulher Marie Anne.
 - x. O contexto histórico das descobertas científicas e a importância da partilha do conhecimento
 - xi. O constante aperfeiçoamento do conhecimento científico
 - xii. A relação de proximidade entre a ciência, a sociedade e a tecnologia
 - xiii. Antoine Lavoisier o cobrador de impostos
 - xiv. A revolução francesa
 - xv. A condenação de Lavoisier por conspiração contra o povo, a anulação do seu julgamento e a declaração da sua inocência após um ano da sua morte
 - xvi. O comentário do matemático Lagrange após a morte de Lavoisier: “Bastou um instante para lhe cortar a cabeça, mas provavelmente não chegarão cem anos para produzir outra assim”

	4 (10')	Momento de consolidação dos conhecimentos adquiridos, incidindo na lei da conservação da massa.
Instrumentos de Avaliação	Observação direta dos alunos, com incidência nos seguintes pontos: comportamento/concentração, participação e pertinência das intervenções.	

Lúisa Silveira

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

Faculdade de Ciências da Universidade do

Anexo 2



Guião de Entrevista semiestruturada a alunos do 8º ano da Escola Secundária Inês de Castro em Vila Nova de Gaia

Serão realizadas entrevistas presenciais em grupo a alunos do 8º ano da Escola Secundária Inês de Castro em Vila Nova de Gaia, no âmbito de um trabalho de investigação inserido no mestrado de ensino de física e química do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário sobre a inclusão da história de Lavoisier no ensino da lei da conservação da massa.

Parte A

Apurar indiretamente a idade e o género de cada um dos alunos entrevistados

Explicar aos alunos entrevistados que esta entrevista será realizada no âmbito de um trabalho de investigação.

Mencionar que as respostas não têm qualquer influência na nota da disciplina e que o que se pretende são respostas e opiniões sinceras.

Referir que as entrevistas são anónimas.

Explicar que os dados obtidos são confidenciais.

Agradecer a colaboração.

Parte B

- 1- Classifiquem de 1 a 5 o quanto gostam de química
- 2- O que acham mais divertido e interessante na disciplina de química?
- 3- O que acham menos divertido na disciplina de química?
- 4- Acham importante a aprendizagem de química para a vossa vida no dia-a-dia e para a vossa vida futura?

Parte C

- 1- Em que medida acharam a aula sobre a história da vida de Lavoisier interessante?
- 2- Como enunciariam a Lei de Lavoisier?

- 3- O que significa a massa conservar-se numa transformação química?
- 4- Se a massa se conserva significa que no final da reação tenho a mesma massa de reagentes?
- 5- Acharam a aula sobre a história da vida de Lavoisier importante para compreenderem a Lei da Conservação da massa?
- 6- Acham importante fazer referências nas aulas de Físico-Química aos aspetos históricos da ciência? Porquê?
- 7- Querem dizer algo mais sobre estas aulas, em comparação com as aulas habituais de Físico-Química?

