Feedback e Aprendizagem: O papel das Tarefas de Avaliação Formativa no estudo da Ligação Química no 10.º ano de escolaridade

Natália Sofia Moreira Dias
Mestrado em Ensino da Física e da Química no 3.ºciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025

Feedback e Aprendizagem: O papel das Tarefas de Avaliação Formativa no estudo da Ligação Química no 10.º ano de escolaridade

Natália Sofia Moreira Dias

Relatório de Estágio realizado no âmbito Mestrado em Ensino da Física e da Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

2025

Orientador(a)
Carla Morais, Professora Auxiliar, com Agregação
Unidade de Ensino das Ciências (UEC), FCUP

Aos que diariamente inspiram mentes ávidas por conhecimento.

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi muito prazeroso, mas também doloroso, e não teria sido possível sem o apoio e a dedicação de pessoas muito especiais, a quem gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, ao Bruno, meu marido, e à minha filha Leonor, por todo o amor e incentivo incondicional. Obrigada por terem sido o meu o porto seguro, ajudando-me a encontrar tempo para me dedicar a este mestrado e por me oferecerem sempre palavras motivadoras, especialmente nos momentos em que a motivação desvanecia, ou eclipsava. O vosso apoio foi essencial para que eu nunca desistisse.

Aos meus familiares, que sempre estiveram presentes com palavras de encorajamento e gestos de carinho, agradeço do fundo do coração por compreenderem a minha ausência em tantos momentos e por celebrarem comigo cada pequena conquista ao longo desta jornada.

Um agradecimento muito especial à Marlene, minha colega de estágio e companheira incansável nesta caminhada. A tua presença foi mais do que um suporte: foste o meu pilar, sempre pronta a ouvir, a partilhar ideias e a trazer novas perspetivas. A tua ajuda foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho, e a tua amizade tornou esta experiência inesquecível. Sem ti, o caminho teria sido muito mais difícil.

À Professora Carla Morais, a minha orientadora da Faculdade de Ciências, deixo o meu profundo agradecimento. O seu acompanhamento foi essencial em todas as fases deste trabalho. Obrigada pelas ideias valiosas, pelas orientações precisas e pelo constante incentivo para seguir em frente. A sua sabedoria e paciência guiaram-me em cada passo e deram-me a confiança necessária para concluir este projeto.

Não posso deixar de agradecer à minha orientadora da escola de Valongo, a professora Graça Assis, por me ter guiado nos tempos letivos para aplicação das Tarefas de Avaliação Formativa aos alunos, contribuindo de forma crucial para a minha aprendizagem e evolução na planificação e concretização de aulas. O seu apoio e orientação foram fundamentais para que eu pudesse crescer e compreender os desafios e as recompensas de ser docente.

A todos vós, o meu eterno obrigada.

Resumo

A ligação química é um dos temas centrais no ensino da Química, essencial para compreender a estrutura da matéria e a diversidade das substâncias. De uma forma geral, os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem deste conteúdo, sendo necessário encontrar estratégias didáticas para minimizar essas dificuldades. O presente estudo, de natureza mista, teve como objetivos investigar o efeito da utilização de Tarefas de Avaliação Formativa (TAF), acompanhadas de feedback formativo verbal e escrito, na aprendizagem do tema curricular "Ligação Química" no 10.º ano e compreender de que forma estas práticas promovem o envolvimento, a motivação e a autorregulação da aprendizagem por parte dos alunos. Participaram no estudo 24 alunos do 10.º ano. Como instrumentos de recolha de dados foram usadas as TAF com as respostas dos alunos, o diário de bordo da professora e as entrevistas semiestruturadas realizadas aos alunos. Os resultados obtidos demonstraram que a integração contínua e personalizada do feedback se revelou fundamental para orientar a melhoria da aprendizagem dos alunos, enquanto a utilização de TAF de autoavaliação ajudou os alunos a desenvolverem uma maior consciência sobre o seu próprio processo de aprendizagem. Verificou-se ainda um aumento da motivação e envolvimento, com alunos a referirem que as TAF dinamizaram as aulas, aumentaram o seu interesse e mostraram que é possível ensinar e avaliar, de forma diferente, com base em metodologias ativas. De notar também as dificuldades sentidas pela professora em fornecer feedback formativo frequente, assim como na elaboração de feedback adequado e diferenciado, quer verbal quer escrito, para todos os alunos. Desta investigação resultam alguns indicadores que sugerem a exigência e relevância de promover abordagens ativas na prática docente. Entre essas abordagens, destaca-se a utilização de TAF acompanhadas de feedback formativo, que incentivem a revisão das aprendizagens e estimulem o pensamento crítico dos alunos. Estes dados mostram que é possível ensinar e avaliar de forma mais eficaz, centrando a ação pedagógica no desenvolvimento de competências essenciais no ensino da Química.

Palavras-chave: Ligação Química, Grupos funcionais, Tarefas de Avaliação Formativa, Feedback Formativo, Ensino secundário, 10º.ano

Abstract

Chemical bonding is one of the central themes in Chemistry curriculum, essential for understanding the structure of matter and the diversity of substances. In general, students face difficulties in learning this content, making it necessary to find didactic strategies to minimize these challenges. The present study, of a mixed-method nature, aimed to investigate the effect of using Formative Assessment Tasks (FAT), accompanied by both verbal and written formative feedback, on the learning of the curricular theme “Chemical Bonding” in the 10th grade, and to understand how these practices promote student engagement, motivation, and self-regulation of learning. The study involved 24 students from the 10th grade. Data collection instruments included the FAT with students’ responses, the teacher's field notes, and semi-structured interviews conducted with the students. The results showed that the continuous and personalized integration of feedback proved to be essential in guiding the improvement of student learning, while the use of self-assessment FAT helped students develop greater awareness of their own learning processes. An increase in motivation and engagement was also observed, with students reporting that the FAT made the lessons more dynamic, increased their interest, and demonstrated that it is possible to teach and assess differently, based on active methodologies. It is also important to note the difficulties experienced by the teacher in providing frequent formative feedback, as well as in preparing appropriate and differentiated feedback, both verbal and written, for all students. This investigation highlights several indicators that suggest the demand for and relevance of promoting active approaches in teaching practice. Such approaches include the use of FAT accompanied by formative feedback, which encourage the review of learning and stimulate students’ critical thinking. These findings show that it is possible to teach and assess more effectively, focusing on the development of essential competencies in Chemistry education.

Keywords: Chemical bonding, Functional groups, Formative Assessment Tasks, Formative Feedback, Secondary education, 10th grade

Índice

Lista de Tabelas vi
Lista de Gráficos vii
Lista de Figuras viii
Lista de Abreviaturas ix
Introdução 1
1. Dossier de Estágio: Apresentação Sintética 2
2. Enquadramento Teórico 2
2.1. Enquadramento científico do tema Ligação Química 2
2.2. Enquadramento de investigação educacional do tema Ligação Química 5
3. Enquadramento Didático-Curricular 8
4. Ensaio Investigativo em Educação em Química 9
4.1. Objetivos do estudo 9
4.2. Caraterização do estudo e metodologia usada 9
4.3. Descrição dos participantes 9
4.4. Descrição das estratégias de intervenção adotadas na investigação e do material desenvolvido 10
4.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados 13
4.6. Considerações sobre a recolha e o tratamento dos dados 14
4.6.1. Análise das TAF 15
4.6.2. Análise das questões do teste de avaliação sumativa 16
4.6.3. Análise do diário de bordo da professora 16
4.6.4. Análise das entrevistas 16
5. Apresentação e Discussão dos resultados 17
5.1. TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída 17
5.2. TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados 18
5.3. TAF: Do Punho a Cinco Dedos - Hidrocarbonetos Saturados 19
5.4. TAF: Caça ao Intruso - CFC 19

5.5. TAF: Do Punho a Cinco Dedos - CFC 19
5.6. TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula 20
5.7. TAF: Tirar do saco - Casa 22
5.8. TAF: Boletins de Voto - Sala de Aula 23
5.9. TAF: Boletins de Voto - Casa 23
5.10. Questões do teste de avaliação sumativa 23
5.11. Diário de bordo da professora 24
5.11.1. Considerações gerais 24
5.11.2. Qualidade do feedback 25
5.11.3. Perceção da professora sobre o processo de feedback 27
5.12. Entrevistas efetuadas aos alunos 27
5.13. Discussão dos Resultados 30
6. Conclusões e Implicações da Investigação 31
6.1. Conclusões e Considerações Finais 31
6.2. Significância da Investigação e Implicações para a Educação em Química e em Ciências 32
7. Reflexão Autocritica e Projetos Futuros 32
Referências Bibliográficas 34
Anexos 37

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classes de compostos orgânicos: grupos funcionais, prefixos e sufixos. 5
Tabela 2 - TAF realizadas na investigação e respetivos objetivos. 10
Tabela 3 - Distribuição de tarefas associadas à recolha de dados. 14
Tabela 4 - Tabela adaptada com base nos critérios para avaliar os Bilhetes à Saída apresentada no livro "50 Técnicas de Avaliação Formativa". (Lopes & Silva, 2020, pág.55) 15
Tabela 5 - Categorias e subcategorias para análise das entrevistas. 17

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Análise dos Bilhetes à entrada. 18
Gráfico 2 - Desempenho dos alunos nos Bilhetes à saída. 18
Gráfico 3 - Análise das respostas à "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados". 18
Gráfico 4 - Análise das respostas à "TAF: Caça ao Intruso - CFC". 19
Gráfico 5 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C1- Identificação de todos os grupos funcionais. 20
Gráfico 6 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C2- Identificação correta dos diferentes grupos funcionais assinalados. 21
Gráfico 7 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C3 - Grupo(s) funcional(funcionais) que o aluno demonstrou ter mais dificuldade em identificar". 21
Gráfico 8 - Análise dos critérios C1 e C2 para a "TAF: Tirar do Saco - Casa" 22
Gráfico 9 - Análise da "TAF: Tirar do saco - Casa". 22
Gráfico 10 - Análise da questão 1.1. 24
Gráfico 11 - Análise das questões 1.2 e 1.3. 24

Lista de Figuras

Figura 1- Exemplo do Bilhete à Entrada e Bilhete à Saída entregue aos alunos. 11
Figura 2 - “TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados” (a), e "TAF: Caça ao Intruso - CFC" (b) com a respetiva autoavaliação sobre o grau de confiança dada à resposta anterior. 12
Figura 3 - Descrição do significado de cada uma das imagens usadas na “TAF: Do punho a cinco dedos”. 12
Figura 4 - “TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula” (a) e “TAF: Boletins de Voto” (b), com a descrição do significado de cada cartão. 13
Figura 5 - Exemplo do Bilhete à entrada que os alunos devolveram e o respetivo feedback a verde escrito pela professora. 25
Figura 6 - Exemplo do Bilhete à saída que os alunos devolveram e o respetivo feedback a verde escrito pela professora. 25
Figura 7 - Exemplo de uma TAF onde o aluno respondeu corretamente ao que foi pedido no exercício e com a devida justificação (a) e exemplo de uma TAF com o feedback a pedir que justificasse e feedback da correção efetuada. 26
Figura 8 - Exemplo dos diferentes feedbacks escritos dado aos alunos. 26

Lista de Abreviaturas

AEV	AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE VALONGO
CCFA	CONNECTED CHEMISTRY AS FORMATIVE ASSESSMENT
CFC	CLOROFLUORCARBONETOS
DGE	DIREÇÃO - GERAL DA EDUCAÇÃO
EE	ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO
ESV	ESCOLA SECUNDÁRIA DE VALONGO
FAT	FORMATIVE ASSESSMENT TASKS
FACT	FORMATIVE ASSESSMENT CLASSROOM TECHNIQUES
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IPP	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL, INCLUINDO A PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
MEFQ	MESTRADO EM ENSINO DA FÍSICA E DA QUÍMICA NO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO ENSINO SECUNDÁRIO
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
TAF	TAREFAS DE AVALIAÇÃO FORMATIVA

Introdução

A presente introdução tem como função enquadrar o trabalho realizado durante a Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (IPP), em particular, apresentar a investigação realizada no âmbito do relatório de estágio.

No âmbito da unidade curricular de IPP, do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (MEFQ), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), foi realizado um estágio pedagógico na Escola Secundária de Valongo (ESV). No decorrer do estágio foram lecionadas várias aulas na disciplina de Física e Química quer no 9.°ano quer no 10.°ano, todas elas supervisionadas pela Professora Orientadora Cooperante da ESV.

A investigação presente neste relatório de estágio enquadra-se na componente de Química do 10.º ano, no tema curricular "Ligação química", centrando-se, em particular nos hidrocarbonetos, hidrocarbonetos halogenados e as principais classes de compostos orgânicos e os respetivos grupos funcionais. A escolha deste tema justifica-se pelo seu caráter fundamental no ensino da Química e pela dificuldade dos alunos em compreender os conceitos envolvidos, nomeadamente a natureza das ligações, as propriedades das substâncias e a representação simbólica das estruturas químicas (Widart *et al*.,2024). Face a estas dificuldades, verificou-se que seria pertinente explorar estratégias pedagógicas centradas no aluno, como a utilização de Tarefas de Avaliação Formativa (TAF) acompanhadas de feedback formativo, com o intuito de apoiar a aprendizagem, fomentar a autorregulação e aumentar o envolvimento dos alunos.

Definiu-se como objetivo principal de investigação, conhecer a eficácia das TAF e do feedback formativo verbal e escrito, no processo de ensino e aprendizagem, indagando o seu contributo para a compreensão do desempenho dos alunos e para a reflexão pedagógica do professor.

Este relatório de estágio é composto por uma introdução, sete capítulos principais, referências bibliográficas e anexos. No capítulo um apresenta-se de forma sintética o dossier de estágio, composto por planos de aula, fichas de trabalho e atividades extracurriculares. No segundo capítulo faz-se o enquadramento teórico, dividido entre o enquadramento científico do tema "Ligação Química" e a revisão da literatura educacional relevante. O capítulo quatro, dedicado ao ensaio investigativo, aborda os objetivos, metodologia, participantes, estratégias de intervenção e de recolha e análise de dados. O capítulo cinco, apresenta e discute os resultados alcançados na

investigação, confrontando-os com os resultados de estudos semelhantes publicados na literatura. No sexto capítulo, são formuladas as conclusões e implicações para a educação em Ciências e em Química. No sétimo capítulo, efetuou-se uma reflexão autocrítica sobre o percurso realizado e apontam-se possíveis desenvolvimentos futuros. O relatório termina com as referências e os anexos que complementam e documentam a investigação realizada.

1. Dossier de Estágio: Apresentação Sintética

O dossier de estágio[1] foi realizado no âmbito da unidade curricular de IPP, integrada na componente da PES, do MEFQ, da FCUP. Esta componente decorreu na Escola Secundária de Valongo (ESV), no ano letivo 2024/2025. O núcleo de estágio foi constituído por mim, pela minha colega estagiária Marlene Arezes e pela orientadora cooperante Dra. Maria da Graça Assis docente nessa escola e responsável pelo acompanhamento da nossa prática letiva. No decorrer do estágio, a Professora Doutora Carla Morais e o Professor Doutor Paulo Simeão, docentes da FCUP, assistiram a duas aulas cada um, respetivamente, das componentes de Química e de Física, com a duração de 90 minutos cada, do 9.º e 10.ºanos de escolaridade.

O dossier de estágio está dividido em sete capítulos, onde se inclui uma breve caracterização da escola e das turmas em que as aulas foram lecionadas, todos os recursos desenvolvidos para as regências, nomeadamente os planos de aula, diapositivos e fichas de trabalho. Adicionalmente, também integram o dossier de estágio os instrumentos de avaliação elaborados, a sua correção e respetivos critérios de classificação, bem como as reuniões assistidas, as atividades extracurriculares desenvolvidas, as visitas de estudo, a Semana Aberta da ESV e o Open Day (Mostra Formativa do AEV).

O dossier de estágio termina com a apresentação de uma reflexão autocrítica sobre o trabalho efetuado ao longo da Prática de Ensino Supervisionada.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Enquadramento científico do tema Ligação Química

Neste subcapítulo, apresenta-se o conceito de ligação química e distinguem-se os principais tipos de ligação entre átomos: iónica, covalente e metálica. Dá-se especial

[1] O dossier de estágio pode ser consultado na seguinte hiperligação: https://sigarra.up.pt/fcup/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=700660&pv_cod=55LdraWeaFaF

incidência à ligação covalente, abordando-se as suas caraterísticas fundamentais. Por fim, introduzem-se os hidrocarbonetos, os hidrocarbonetos halogenados e as principais classes de compostos orgânicos e os respetivos grupos funcionais.

A ligação química desempenha um papel central em todo o currículo da Química. Ideias sobre ligação química são essenciais para inferir sobre relações de estrutura e função, bem como para estabelecer conexões com outros temas (Hunter *et al.*, 2022). O conceito de ligação química é essencial para compreender a formação de moléculas e compostos, bem como para interpretar fenómenos físicos e químicos a nível atómico e molecular.

"A ligação química é a ligação entre átomos. Quando uma ligação química se forma entre dois átomos, o arranjo resultante dos dois núcleos e os seus eletrões têm uma energia menor do que a energia total dos átomos separados" (Atkins & Jones, 2013). A energia libertada nesse processo é uma medida da força de ligação, o que justifica a tendência natural dos átomos para se ligarem.

As ligações químicas podem ser classificadas em três tipos principais: iónicas, covalentes e metálicas. "Se a energia mais baixa puder ser alcançada pela transferência completa de um ou mais eletrões de cada átomo de um elemento para os de outro, formam-se iões e o composto é mantido unido pela atração electroestática entre eles. Essa atração é chamada de ligação iónica" (Atkins & Jones, 2013).

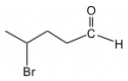
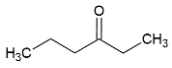
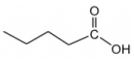
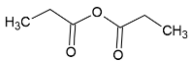
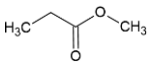
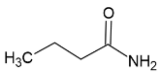
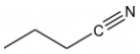
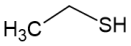
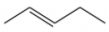
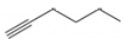
Na ligação metálica, os átomos do metal cedem os seus eletrões de valência. Um grande número de catiões é mantido unido por um mar de eletrões livres, conferindo propriedades típicas como condutividade e maleabilidade ao metal (Brown *et al.*, 2015).

A ligação covalente é, contudo, o tipo de ligação mais relevante no contexto das moléculas orgânicas. Esta ocorre através da partilha de pares de eletrões entre dois átomos, permitindo a formação de estruturas moleculares estáveis. Nesta ligação, cada eletrão partilhado é atraído pelos núcleos de ambos os átomos, e apenas os eletrões de valência participam neste emparelhamento. Este tipo de ligação foi inicialmente proposto por Gilbert Lewis no início do século XX, marcando um ponto de viragem na compreensão da formação de moléculas (Chang & Goldsby, 2013). A Teoria da Ligação de Valência contribuiu significativamente para a compreensão da ligação covalente ao introduzir o conceito de hibridação das orbitais atómicas e a formação de orbitais moleculares, fornecendo uma explicação robusta para a geometria das moléculas e a polaridade das ligações.

O carbono é um elemento central na química orgânica, distinguindo-se pela sua tetravalência, ou seja, a capacidade de formar quatro ligações covalentes. A sua configuração eletrónica no estado fundamental, $1s^2 2s^2 2p^2$, permite a redistribuição de eletrões entre as orbitais 2s e 2p, originando quatro orbitais híbridas sp^3 equivalentes (Vollhardt, 2013). Esta hibridação favorece uma disposição tetraédrica das orbitais, com ângulos de 109,5°, minimizando a repulsão eletrónica e conferindo estabilidade à molécula. Como resultado, o carbono pode estabelecer quatro ligações C-H equivalentes, como no caso do metano (CH_4), e formar uma enorme variedade de compostos orgânicos, sendo essa versatilidade estruturante para esta área da química (Carey & Giuliano, 2014). Os hidrocarbonetos constituem a primeira grande classe de compostos orgânicos a ser estudada. São compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogénio e organizam-se em cadeias abertas ou cíclicas, podendo ser saturados (alcanos) ou insaturados (alcenos e alcinos). De particular relevância são os hidrocarbonetos halogenados, resultantes da substituição de um ou mais átomos de hidrogénio por átomos de halogéneo (fluor, cloro, bromo ou iodo). Estes compostos são importantes tanto do ponto de vista industrial como ambiental. Os clorofluorocarbonetos (CFC), em particular, são derivados voláteis de metano e etano em combinação com elementos halogenados como o cloro e o flúor (Kim *et al.*, 2011). Estes compostos são amplamente utilizados como propelentes e refrigerantes, contudo, a sua libertação para a atmosfera tem tido impacto na destruição da camada de ozono. Na estratosfera, os CFC, sofrem fotólise, os átomos de cloro são libertados sob a forma de radicais livres, participando numa série de reações (ciclo catalítico do ClO). Estas reações ocorrem em cadeia e um único átomo de cloro pode destruir milhares de moléculas de ozono (Burkholder *et al.*, 2015).

Para além dos compostos halogenados, existem outras classes de compostos orgânicos, tais como os álcoois, os ácidos carboxílicos, as cetonas, os aldeídos e as aminas (Tabela 1). Estas classes de compostos orgânicos resultam da substituição de um ou mais átomos de hidrogénio dos hidrocarbonetos por grupos característicos de determinada classe ou grupos funcionais. Estes grupos conferem propriedades físico-químicas específicas às moléculas, influenciando solubilidade, polaridade, acidez, entre outros aspetos (Perez-Rivero *et al.*, 2019).

Tabela 1 - Classes de compostos orgânicos: grupos funcionais, prefixos e sufixos.

Grupo Funcional	Prefixo	Sufixo	Exemplos	Nome do exemplo
Álcoois	hidroxi	-ol		3-metil-2-butanol
Aldeídos	oxo	-al -carbaldeído		4-bromo-pentanal
Cetonas	oxo	-ona		3-hexanona
Ácidos Carboxílicos	carboxi	ácido…-oico		ácido pentanoico
Aminas	amino	amina		butilamina
Anidridos	----	anidrido… óico		anidrido propanoico
Ésteres	R-oxicarbonil	-(o)ato de R - carboxilato de R		propanoato de metilo
Amidas	carbamoíl	- amida - carboxamida		butanamida
Nitrilos	ciano	- nitrilo - carbonitrilo		butanonitrilo
Tiós	mercapto	-tiol		etanotiol
Alcenos	enil	- eno		2-penteno
Alcinos	inil	-ino		1-hexino

2.2. Enquadramento de investigação educacional do tema Ligação Química

Ao longo deste relatório de estágio, o tema em estudo foi o papel da avaliação formativa e feedback no estudo da Ligação Química no 10.º ano de escolaridade. Desta forma, neste breve enquadramento apresentam-se algumas considerações sobre a importância da avaliação formativa e do feedback, bem como estudos relacionados com o ensino da ligação química.

A avaliação formativa, também designada por avaliação para a aprendizagem, identifica as necessidades individuais de aprendizagem dos alunos e fornece instruções ajustadas para as satisfazer. O necessário feedback associado à avaliação formativa deve ser dado num momento em que os alunos ainda possam utilizá-lo para melhorar a sua aprendizagem. Black e William (2009, p.8) afirmaram que " - a avaliação formativa pode ser conceptualizada com base em cinco estratégias chave, dessas cinco destaca-

se a importância de tarefas de aprendizagem que revelem evidências da compreensão dos alunos, assim como fornecer feedback que ajude os alunos a progredir e tornarem-se agentes da sua própria aprendizagem".

Neste contexto, o feedback formativo pode ser definido como "informação comunicada ao aluno com o intuito de modificar o seu pensamento ou comportamento com o propósito de promover a aprendizagem" (Andersson & Palm, 2017, p.93). Evidencia-se, assim, a natureza intencional do feedback formativo, que assume um papel orientador no processo de aprendizagem, centrando-se no desenvolvimento contínuo do aluno em vez de se limitar à obtenção de resultados finais. Ao proporcionar ao aluno informações específicas sobre o seu desempenho, o feedback fomenta a reflexão, a monitorização do progresso e a tomada de decisões informadas, contribuindo para o desenvolvimento de competências de autorregulação da aprendizagem (Granberg *et al.*, 2021).

Babincáková e seus colaboradores (2020) avaliaram o impacto da aplicação sistemática de Formative assessment Classroom Techniques (FACT) em 10 aulas de Química, com alunos do 7.º ano. A investigação, de natureza quantitativa, envolveu um grupo experimental (n=105) e um grupo de controlo (n=97), e utilizou um teste final baseado na taxonomia de Bloom. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas a favor do grupo experimental, tanto em conhecimentos básicos como em capacidades cognitivas de ordem superior. Os alunos manifestaram ainda uma atitude positiva face à utilização de FACT, reconhecendo o seu contributo para a aprendizagem. Num estudo mais recente, Babincáková et al. (2023) realizaram um estudo, com professores e alunos na Eslováquia, centrado na implementação de técnicas de avaliação formativa designadas por - FACT, em aulas de química do ensino secundário. Este estudo consistia numa investigação qualitativa e baseou-se em entrevistas a cinco professores que se voluntariaram para um programa de desenvolvimento profissional, com duração de dois anos. Os resultados demostraram que o uso de FACT, como mapas concetuais, cartões de saída e tabelas K-W-L ("Kow" (Saber), "Want to know" (Querer saber) e "Learned" (Aprendido)), promoveu o envolvimento dos alunos, permitiu a identificação das suas dificuldades, fomentou a autoavaliação e aumentou a motivação para aprender. Estes resultados foram mais evidenciados quando os professores aplicaram as FACT de forma regular e com feedback.

A pedagogia Connected Chemistry as Formative Assessment (CCFA) desenvolvida por Park e seus colaboradores (2016), integra modelos computacionais, avaliação formativa e feedback para promover a progressão na aprendizagem. Este modelo foi concebido para ajudar os alunos a interligar os domínios macroscópicos, submicroscópicos e

simbólico da Química. Neste estudo, os professores aplicaram testes formativos baseados em simulações, que permitiam adaptar as atividades de ensino às necessidades dos alunos. Os resultados deste estudo revelaram que este tipo de abordagem promoveu uma compreensão mais efetiva dos conceitos de matéria e energia, bem como um raciocínio químico mais estruturado, reforçando a importância de incorporar ferramentas tecnológicas nas tarefas de avaliação formativa.

Adicionalmente, Abel e Sevian (2020) analisaram, durante um ano, práticas de avaliação formativa de treze professores, de diferentes escolas dos Estados Unidos da América, através de portfólios pedagógicos. Este estudo teve como objetivo compreender de que forma as tarefas de avaliação formativa (TAF) eram planeadas e aplicadas, e como os docentes interpretavam e davam feedback às respostas dos alunos. Verificou-se que os professores mais eficazes na utilização de TAF não se limitavam a avaliar a acuidade das respostas, mas sim identificar padrões de raciocínio, conceções alternativas e formas de pensar dos alunos. Este tipo de abordagem, centrada no feedback, revelou-se essencial para o pensamento químico mostrando que a qualidade da avaliação formativa está intimamente ligada à intencionalidade pedagógica e à capacidade de reflexão dos docentes.

Os estudos analisados também evidenciam um conjunto de dificuldades sentidas pelos professores na sua implementação. Uma das mais recorrentes relaciona-se com a forma como é fornecido o feedback aos alunos, principalmente em turmas muito grandes (Halai *et al*., 2022). Em muitos casos, a dificuldade é dar um feedback personalizado que guie individualmente os alunos no seu estudo (Hattie & Timperley, 2007) e que esclareça as conceções alternativas mobilizadas pelos alunos. Esta limitação compromete a utilidade do feedback como instrumento de regulação das aprendizagens e dificulta a identificação de estratégias pedagógicas ajustadas às necessidades reais dos alunos (Hopfenbeck et al., 2023). Por outro lado, os alunos usam explicações descritivas ou relacionais, raramente alcançando níveis de raciocínio mais complexos, como o causal, que são fundamentais para a compreensão de conceitos como a ligação química.

No que se refere ao ensino da ligação química, Perez-Rivero e os seus colaboradores (2019) realizaram um estudo com alunos do ensino secundário, centrado no ensino dos grupos funcionais, no qual compararam o ensino expositivo com uma estratégia didática baseada em produtos de uso comum no dia a dia e ferramentas digitais interativas. O grupo experimental foi exposto a atividades com recurso à ferramenta didática *SMART Notebook* e a conteúdos ligados ao quotidiano, como medicamentos e

alimentos. Os resultados demostraram uma melhoria nas aprendizagens, com os alunos a revelarem maior motivação e desenvoltura em aplicar os conhecimentos adquiridos. Santos e Siqueira (2022) desenvolveram uma oficina temática sobre chás e infusões com plantas medicinais, em que alunos do ensino secundário identificaram grupos funcionais através de experiências práticas e saber popular, revelando avanços nos conhecimentos científicos e maior envolvimento com os conteúdos.

Os estudos referidos apresentam indicadores favoráveis sobre a eficácia de abordagens interativas e contextualizadas associadas à avaliação formativa, sobretudo quando os conteúdos exigem abstração e capacidade de visualização, como na ligação química.

3. Enquadramento Didático-Curricular

O tema curricular "Ligação Química", com enfoque nos hidrocarbonetos, classe dos compostos orgânicos e respetivas classes funcionais, enquadra-se nas "Aprendizagens essenciais do 10.º ano da disciplina de Física e química A", no domínio "Propriedades e Transformações da Matéria" e no subdomínio "Ligação química" (DGE,2018a). As aprendizagens essenciais incluídas nesta investigação são: "Distinguir hidrocarbonetos saturados de insaturados" e "Identificar, com base em informação selecionada, grupos funcionais (álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e aminas) em moléculas orgânicas, biomoléculas e fármacos, a partir das suas fórmulas de estrutura" (DGE, 2018a, p.10). Em Portugal, o currículo é em espiral, ou seja, os mesmos conteúdos surgem em diferentes anos de escolaridade, com diferentes graus de aprofundamento, alguns conceitos relacionados com o tema curricular "Ligação Química" foram abordados em anos de escolaridade anteriores ao 10.º ano. Assim, nas "Aprendizagens essenciais de 9.º ano da disciplina de Físico-Química" foram lecionados os tipos de ligação química, no domínio "Classificação dos materiais" subdomínio "Ligação Química" nomeadamente na aprendizagem essencial "Identificar os vários tipos de ligação química e relacioná-los com certas classes de materiais: substâncias moleculares e covalentes (diamante, grafite e grafeno, compostos iónicos e metais". Ainda no 9.º ano a outra aprendizagem essencial lecionada foi "Identificar hidrocarbonetos saturados e insaturados simples, atendendo ao número de átomos e ligações envolvidas" (DGE, 2018b, p.10).

As estratégias didáticas utilizadas para a lecionação deste tema, contribuem para o desenvolvimento de competências como a autonomia, o pensamento crítico e a comunicação, referidas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (DGE, 2017).

4. Ensaio Investigativo em Educação em Química

4.1. Objetivos do estudo

A presente investigação, realizada no âmbito da IPP, pretendeu analisar o efeito das TAF na aprendizagem dos conteúdos da ligação química. Como foi indicado anteriormente, este estudo teve como objetivo principal investigar o impacto da utilização de TAF com feedback formativo na aprendizagem do tema ligação Química no 10.º ano. Paralelamente, procurou compreender de que forma estas práticas influenciam o envolvimento, a motivação e a autorregulação da aprendizagem por parte dos alunos. Examinou-se como o feedback fornecido pelo professor influenciou a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos. A investigação incluiu ainda a perceção do professor sobre o processo de feedback e a sua reflexão sobre as práticas de ensino, identificando pontos fortes e áreas a melhorar.

4.2. Caraterização do estudo e metodologia usada

Neste relatório de estágio está presente a metodologia de investigação estudo de caso. O estudo de caso é frequentemente referido como a metodologia que permite "estudar o objeto (caso) no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (qualitativas e quantitativas) e enquadra-se numa lógica de construção de conhecimento, incorporando a subjetividade do investigador." (Sá *et* al, 2007)

Quanto à natureza, este estudo de caso, classifica-se como misto, uma vez que o investigador combinou "sistemas de categorias prévias com categorias que ele próprio cria indutivamente a partir dos dados, numa mistura dos dois procedimentos anteriores." (Amado, 2014, p.314)

4.3. Descrição dos participantes

Os participantes desta investigação pertenciam a uma turma de 10.°ano, do Curso de Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária de Valongo. Esta turma era constituída por 24 alunos, sendo 14 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos. Durante a recolha de dados, dois alunos faltaram à segunda aula onde foram aplicadas as Tarefas de Avaliação Formativa, pelo que se considera 24 alunos na primeira aula de aplicação das TAF e 22 na segunda aula. A turma selecionada corresponde a uma amostra de conveniência, dado que era a única turma de 10.°ano lecionada pela professora cooperante.

4.4. Descrição das estratégias de intervenção adotadas na investigação e do material desenvolvido

Para lecionar o tema curricular “Ligação Química”, com enfoque nos hidrocarbonetos, classe dos compostos orgânicos e respetivos grupos funcionais, no 10.°ano, foram alocadas quatro aulas, com a duração de 45 minutos cada.

Os materiais didáticos utilizados, descritos na Tabela 2, foram adaptações das Tarefas de Avaliação Formativa (TAF) existentes no livro: “50 técnicas de Avaliação Formativa”. (Lopes & Silva, 2020) e podem ser consultadas no anexo 1 do presente trabalho.

Tabela 2 - TAF realizadas na investigação e respetivos objetivos.

TAF Aplicadas	Objetivo
Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída	Verificar os conhecimentos prévios e avaliar a aprendizagem após a aula.
Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados	Identificar o composto que não pertence ao conjunto, aplicando a fórmula geral dos alcanos.
Caça ao Intruso - CFC	Reconhecer compostos que não são CFC, com base na estrutura química.
Do Punho a Cinco Dedos - Hidrocarbonetos Saturados	Autoavaliar o grau de confiança na resposta dada e refletir sobre o próprio desempenho.
Do Punho a cinco dedos - CFC	
Tirar do Saco - Sala de Aula	Identificar grupos funcionais em biomoléculas/fármacos.
Tirar do Saco - Casa	Aplicar o conhecimento adquirido sobre os grupos funcionais em contexto autónomo.
Boletins de Voto - Sala de Aula	Autoavaliar a compreensão e o grau de dificuldade sentido.
Boletins de Voto - Casa	

Na primeira aula, de 90 minutos, explicou-se em que consistiam as TAF, que serviriam para auxiliar os alunos a esclarecerem as dúvidas que fossem surgindo através de um constante feedback verbal e/ou por escrito da professora e dos alunos. De seguida, foi aplicada a “TAF: Bilhetes à entrada e Bilhetes à saída” (figura 1), com o objetivo de diagnosticar conhecimentos e verificar se o tema tinha sido abordado no 9.º ano, bem como avaliar os adquiridos após a lecionação. Cada bilhete tem três questões, permitindo avaliar a evolução da compreensão dos alunos ao longo da aula.



Figura 1- Exemplo do "Bilhete à Entrada" e "Bilhete à Saída" entregue aos alunos.

Iniciou-se a aula com uma pequena introdução do tema, informando os alunos de que seriam lecionadas as estruturas de moléculas orgânicas e biológicas. Foi destacado que os seres vivos, bem como muitos materiais do quotidiano, são constituídos por compostos orgânicos que por sua vez possuem átomos de carbono e hidrogénio. Para ilustrar essa ideia, mostrou-se uma imagem com diversos exemplos de compostos orgânicos presentes no nosso dia a dia (combustíveis fósseis, detergentes, cosméticos, alimentos e fármacos), com o objetivo de evidenciar a sua relevância para a Química. Explicou-se ainda que o ramo da Química que estuda os compostos de carbono designa-se por Química Orgânica. A aula continuou com a lecionação sobre os hidrocarbonetos, nomenclatura dos alcanos, hidrocarbonetos halogenados e outros compostos orgânicos (grupos funcionais).

No final da explicação da nomenclatura dos alcanos, foi aplicada a "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados ", onde através da aplicação da fórmula geral dos alcanos, os alunos teriam de identificar qual dos quatro compostos não era um hidrocarboneto saturado. No final da lecionação do que eram os Hidrocarbonetos halogenados e dos clorofluorcarbonetos, foi aplicada a "TAF: Caça ao intruso - CFC" na identificação do halo-alcano que não era um CFC. Para os alunos autoavaliarem o seu desempenho uma nova TAF foi aplicada, foi aplicada a "TAF: Do Punho a Cinco Dedos."

As "TAF: Caça ao Intruso" - Hidrocarbonetos Saturados" e "TAF: Caça ao Intruso - CFC" foram elaboradas para aferir se a aprendizagem sobre os hidrocarbonetos, mais precisamente, a nomenclatura dos alcanos (figura 2 (a)), e sobre os hidrocarbonetos halogenados (figura 2 (b)) foi concretizada.

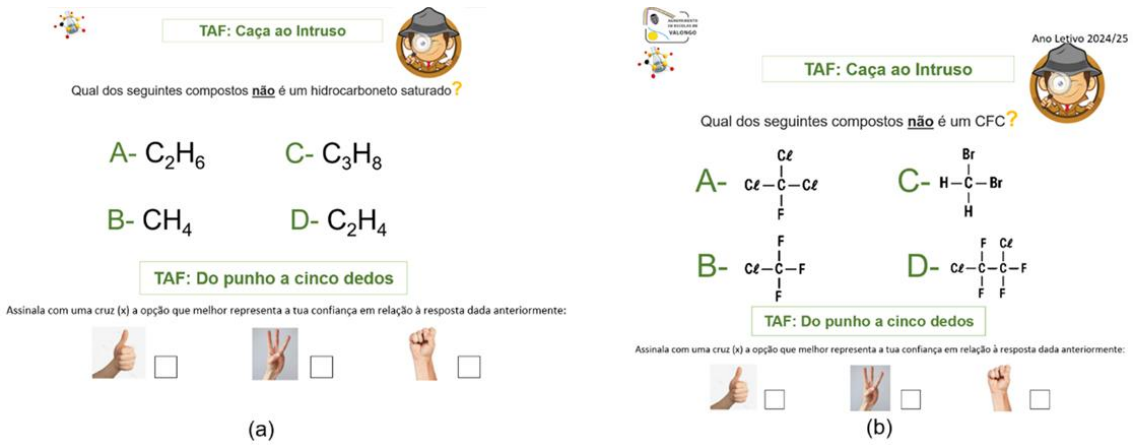


Figura 2 - "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados" (a), e "TAF: Caça ao Intruso - CFC" (b) com a respetiva autoavaliação sobre o grau de confiança dada à resposta anterior.

Para os alunos se autoavaliarem no desempenho, em cada uma das "TAF: Caça ao intruso", foi aplicada a "TAF: Do Punho a Cinco Dedos" (figura 3), apresentando-se o PowerPoint com o significado de cada símbolo utilizado. A aula foi finalizada com a entrega do "Bilhete à Saída", da "TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída".

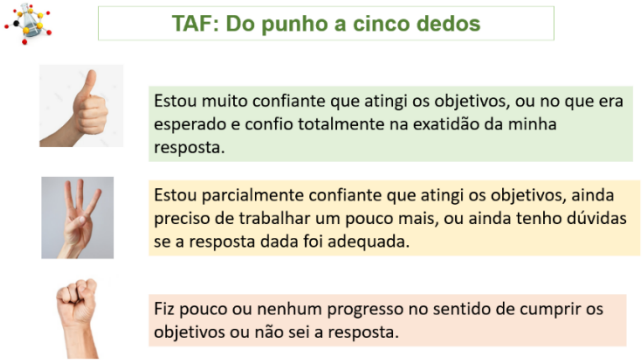


Figura 3 - Descrição do significado de cada uma das imagens usadas na "TAF: Do punho a cinco dedos".

Na segunda aula, também de 90 minutos, iniciou-se com a aplicação da "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" visando perceber a capacidade dos alunos para identificarem os diferentes grupos funcionais e as respetivas classes de compostos orgânicos. Estas TAF possuíam um grau de dificuldade maior do que as anteriores e a sua aplicação decorreu em duas partes. Na primeira parte, oito cartões com diferentes biomoléculas/fármacos foram colocados dentro de um saco, sendo depois retirados aleatoriamente por oito alunos. Alguns cartões apresentavam mais do que um grupo funcional, enquanto outros, por serem mais simples ou por não conterem múltiplos grupos distintos, tinham o mesmo grupo funcional mais do que uma vez, em posições diferentes (figura 4 (a)). No final os alunos fizeram a sua autoavaliação com uma nova TAF, a "TAF: Boletins de Voto - Sala de Aula" (figura 4 (b)).



Figura 4 - "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" (a) e "TAF: Boletins de Voto" (b), com a descrição do significado de cada cartão.

Por fim recolheram-se as "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" com a respetiva autoavaliação e fez-se a correção juntamente com os alunos, explicando novamente como identificar cada grupo funcional. Seguidamente, colocaram-se 24 cartões todos diferentes, dos utilizados na tarefa anterior, e cada aluno retirou um cartão, para levar para casa, e que visava identificar os grupos funcionais e a respetiva classe dos compostos orgânicos. A entrega desta TAF designada "TAF: Tirar do Saco - Casa", ficou agendada para a aula seguinte.

No final da aula entregou-se as TAF realizadas na aula anterior ("TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída", a "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados", "TAF: Caça ao Intruso - CFC" e as TAF de autoavaliação "TAF: Do punho a Cinco dedos") com o feedback da professora. Toda a interação entre a professora e os alunos foi registada no Diário de Bordo da professora.

Na aula seguinte entregou-se as "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" já com o feedback apropriado para cada aluno e recolheu-se a que foi feita em casa. No final das aulas até à data do teste, fez-se a constante ação de recolha, escrita de feedback e/ou feedback verbal com os alunos, o que se estendeu por uma semana.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Como já foi descrito anteriormente, neste trabalho utilizaram-se as tarefas de avaliação formativa e contínua, complementadas com feedback verbal e escrito, tendo-se para isso desenvolvido diferentes TAF a partir das existentes no livro: "50 técnicas de Avaliação Formativa". (Lopes &Silva, 2020)

Para além das próprias TAF desenvolvidas e implementadas nas aulas, um outro instrumento de recolha de dados utilizado foi o diário de bordo da professora, no qual foram registadas as observações durante as aulas, reflexões sobre o processo de feedback e as reações observadas nos alunos, tendo assim informação detalhada sobre a prática pedagógica e a investigação que foi realizada.

Com o objetivo de conhecer a opinião dos alunos relativamente ao modo como as TAF foram aplicadas, utilizou-se a técnica de inquérito por entrevista semiestruturada.

Para a realização das entrevistas semiestruturadas, elaborou-se um guião, anexo 2, que continha nove questões.

Uma vez que os alunos eram menores de idade, foi necessário enviar para os Encarregados de Educação um termo de consentimento, anexo 3, solicitando a sua autorização relativamente à participação dos seus educandos nas entrevistas. Aos alunos, em sala de aula, apresentou-se também um termo de assentimento, anexo 4, para os mesmos assentirem com a sua participação na recolha de dados por entrevista.

4.6. Considerações sobre a recolha e o tratamento dos dados

A tabela 3 apresenta a sequência temporal de lecionação e de recolha de dados.

Tabela 3 - Distribuição de tarefas associadas à recolha de dados.

<table>
<tr><th>7 janeiro (aula 1 e 2)</th><th>8 janeiro (aula 3 e 4)</th><th>Durante as aulas</th><th>15 janeiro</th><th>22- 29 maio</th></tr>
<tr><td>TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída - Parte I</td><td>TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula</td><td rowspan="6">Entrega das TAF Tirar do saco aula e casa com o feedback da professora.
Recolha das TAF para verificação se o feedback ajudou a corrigir os erros cometidos.</td><td rowspan="6">Teste de avaliação Sumativo com três questões com os conteúdos das TAF.</td><td rowspan="6">Entrevistas presenciais aos alunos.</td></tr>
<tr><td>Lecionação do conteúdo “Estrutura de moléculas orgânicas e biológicas”</td><td>TAF: Boletins de Voto</td></tr>
<tr><td>TAF: Caça ao Intruso- Hidrocarbonetos Saturados e TAF: Caça ao intruso - CFC</td><td>TAF: Tirar do Saco - Casa</td></tr>
<tr><td>TAF: Do punho a cinco dedos</td><td rowspan="2">Entrega das TAF realizadas na aula anterior com feedback escrito fornecido pela professora.</td></tr>
<tr><td>TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída - Parte II</td></tr>
</table>

Para tratamento dos dados, recorreu-se à análise estatística descritiva e à análise de conteúdo.

4.6.1. Análise das TAF

A implementação de todas as TAF foi feita em sala de aula à exceção da "TAF: Tirar do Saco - Casa", na qual os alunos identificaram os grupos funcionais e as respetivas classes de compostos orgânicos de um fármaco/biomolécula em casa.

A análise da "TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída", foi efetuada separadamente, analisando a qualidade das respostas da parte I dos Bilhetes à Entrada de acordo com os seguintes critérios:

- A1- Os hidrocarbonetos foram abordados no 9.°ano.
- A2 - Preenchimento das questões colocadas a partir da contextualização inicial

Para se efetuar a análise da parte II dos "Bilhetes à Saída" elaborou-se uma tabela que possibilitou classificar as respostas obtidas de acordo com um nível de desempenho. Nos diferentes níveis analisou-se a forma como os alunos evoluíram na aquisição de conceitos sobre os hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos, assim como o uso da linguagem científica. Analisou-se também a clareza, a organização, o empenho e detalhe das expostas dadas.

Tabela 4 - Tabela adaptada com base nos critérios para avaliar os Bilhetes à Saída apresentada no livro "50 Técnicas de Avaliação Formativa". (Lopes & Silva, 2020, pág.55)

Nível	Clareza e Organização	Empenho e Detalhe	Aquisição de conceitos/linguagem científica
1	O Bilhete à Saída é entregue em branco ou é ilegível.	O aluno não tenta responder ou escreve apenas "não sei".	O aluno não demonstra compreensão dos conceitos e não utiliza vocabulário científico.
2	O Bilhete à Saída é difícil de entender ou pouco claro.	O aluno tenta responder de forma superficial.	O aluno mostra alguma compreensão, mas com uso incorreto ou limitado da linguagem científica.
3	O Bilhete à Saída é organizado e fácil de entender.	O aluno responde com clareza, tentando justificar e dar exemplos diferentes.	O aluno utiliza corretamente termos científicos e revela boa compreensão dos conceitos abordados.

As "TAF: Caça ao Intruso" foram analisadas tendo em conta os seguintes critérios:

- B1 - Resolução correta do exercício.
- B2 - Justificação da opção escolhida.
- B3 - O feedback dado pela professora levou o aluno a justificar adequadamente a resposta dada.

Para promover a autoavaliação do desempenho dos alunos na referida "TAF: Caça ao Intruso" foi usada a "TAF: Do Punho a Cinco Dedos". Neste âmbito, utilizou-se um instrumento visual de autorregulação e autoavaliação formativa em que os alunos

indicaram o seu grau de confiança em relação ao cumprimento dos objetivos colocados na resolução da questão, utilizando sinais com os dedos. As respostas dadas pelos alunos foram contabilizadas de acordo com as opções apresentadas na figura 3.

A "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" foi analisada através dos seguintes critérios:

- C1 - Identificação de todos os grupos funcionais.
- C2 - Identificação correta dos diferentes grupos funcionais assinalados.
- C3 - Grupo(s) funcional(funcionais) que o aluno demonstrou ter mais dificuldade em identificar.

Para promover a autoavaliação do desempenho dos alunos na referida "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" foi usada a "TAF: Boletins de Voto". Assim, utilizou-se um instrumento visual de autorregulação e autoavaliação formativa. Cada categoria de cor era constituída por duas partes, a primeira estava relacionada com a compreensão do exercício e a segunda com o grau de dificuldade que os alunos sentiram em identificar o grupo funcional. As respostas dadas pelos alunos foram contabilizadas de acordo com as opções apresentadas na figura 4 (b).

A "TAF: Tirar do Saco - Casa" foi analisada usando as mesmas categorias C1 a C3 que foram usadas para se analisar a "TAF: Tirar do Saco- Sala de Aula".

4.6.2. Análise das questões do teste de avaliação sumativa

Considerou-se também para análise o desempenho dos alunos nas três primeiras questões aplicadas no teste de avaliação sumativa (anexo 5), que estavam relacionadas com os hidrocarbonetos, classes de compostos orgânicos e grupos funcionais, tendo-se contabilizando as respostas corretas.

4.6.3. Análise do diário de bordo da professora

Adicionalmente, a análise das observações e do feedback, com base no diário de bordo da professora, seguiu uma abordagem descritiva e reflexiva, com base nos registos feitos em sala de aula e nos materiais produzidos durante a aplicação das TAF. Consideraram-se os comportamentos dos alunos, as reações às tarefas, o tipo de dúvidas colocadas e a forma como feedback (verbal e escrito) foi recebido e utilizado.

4.6.4. Análise das entrevistas

Por fim, a análise das entrevistas seguiu uma abordagem categorial, entendida como um processo de discussão e análise que contempla uma amplitude de informações que precisam ser organizadas de modo reflexivo e coerente, promovendo intersecções

claras na busca de respostas para os objetivos propostos (Valle & Ferreira, 2024). Aplicou-se, portanto, uma análise de conteúdo, iniciando-se pela leitura integral das transcrições, seguida da definição de categorias, apresentadas na tabela 5, e posteriormente rotulou-se excertos das entrevistas de acordo com essa classificação. As questões colocadas aos alunos abordaram o conhecimento prévio sobre o que é uma TAF, a utilidade destas na compreensão dos conteúdos do tema curricular e o impacto do feedback recebido. Procurou-se ainda perceber se o feedback recebido pelos alunos ajudou na correção de erros, se a ordem do feedback (verbal antes do escrito) foi relevante, e se as TAF influenciaram os métodos de estudo, a motivação e o envolvimento dos alunos. Por fim, questionou-se o interesse em realizar mais TAF nas aulas de Química e recolheram-se sugestões de melhoria.

Tabela 5 - Categorias e subcategorias para análise das entrevistas.

Categoria	Subcategoria	Descrição
1. Perceção inicial	1.1 Conhecimento prévio e primeiras impressões	Exploração do contacto prévio com TAF e impressões iniciais.
2. Compreensão dos conteúdos	2.1 Clareza e aprofundamento conceptual	Como as TAF ajudaram a compreender conceitos químicos.
3. Papel do feedback	3.1 Clareza, utilidade e momento do feedback	Perceção da utilidade e momento do feedback (verbal e escrito).
	3.2 Correção de erros e dificuldades	Impacto do feedback na superação de dificuldades.
4. Estratégias de aprendizagem	4.1 Mudanças nos métodos de estudo	Adaptação dos métodos de estudo após a implementação das TAF.
	4.2 Envolvimento com o conteúdo	Grau de envolvimento e interesse pelas atividades.
5. Motivação e envolvimento	5.1 Interesse e comparação com métodos tradicionais	Motivação gerada pelas TAF e comparação com outras práticas.
	5.2 Realizar mais aulas de Química com TAF	Motivos para que se usem mais TAF nas aulas.
6. Sugestões de melhoria	6.1 Continuidade e propostas de melhoria	Sugestões para melhorar ou expandir a metodologia.

5. Apresentação e Discussão dos resultados

5.1. TAF: Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída

A análise das respostas dadas nos “Bilhetes à Entrada” revelou que em 24 alunos, apenas um é que indicou que os hidrocarbonetos foram lecionados no ano anterior, e apenas 10 alunos aproveitaram a contextualização inicial para retirar informação para responder às questões colocadas inicialmente (gráfico 1). Aplicando os critérios da Tabela 4, no ponto 4.6, para avaliar os “Bilhetes à Saída”, verificou-se que a maioria dos alunos (16) se posicionou no nível 3 que indica que o Bilhete à Saída era organizado e

fácil de entender, que o aluno respondeu com clareza e que utilizou corretamente termos científicos revelando boa compreensão dos conceitos abordados (gráfico 2).

Gráfico 1 - Análise dos Bilhetes à entrada.

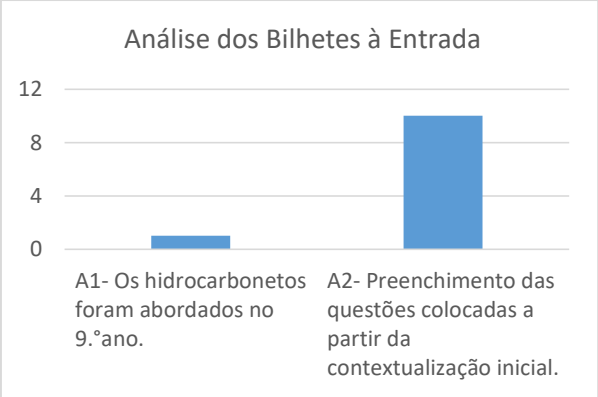
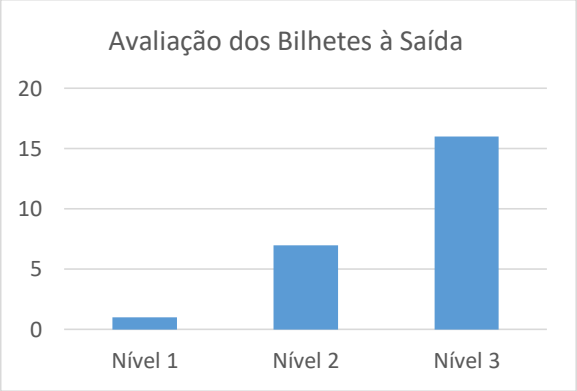


Gráfico 2 - Desempenho dos alunos nos Bilhetes à saída.

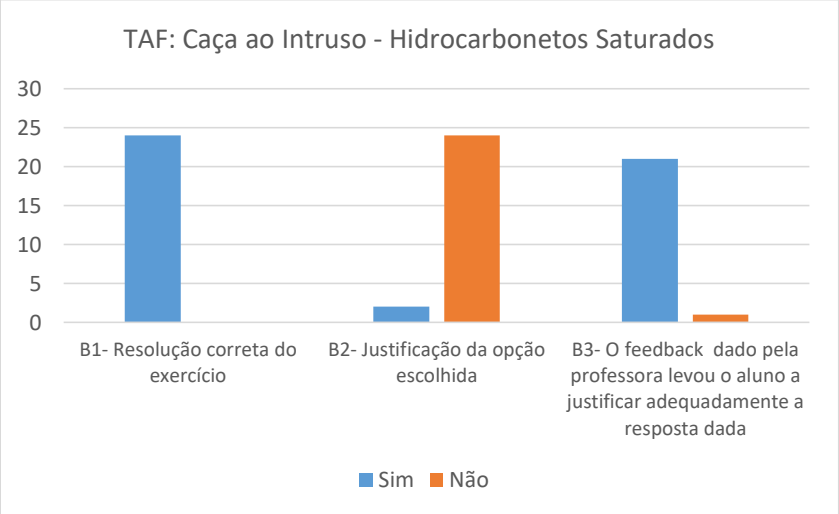


5.2. TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados

A análise da "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados" pautou-se pela aplicação dos critérios já apresentados no subcapítulo 4.6.

De acordo com as respostas dadas, verificou-se que todos os 24 alunos perceberam o que era para fazer no exercício pois resolveram-no corretamente. Contudo, apenas dois alunos é que colocaram a devida justificação (aplicação da fórmula geral dos alcanos). Após feedback verbal e escrito, fornecido pela professora, verificou-se que 21 alunos já foram capazes de entregar a TAF justificada adequadamente.

Gráfico 3 - Análise das respostas à "TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados".



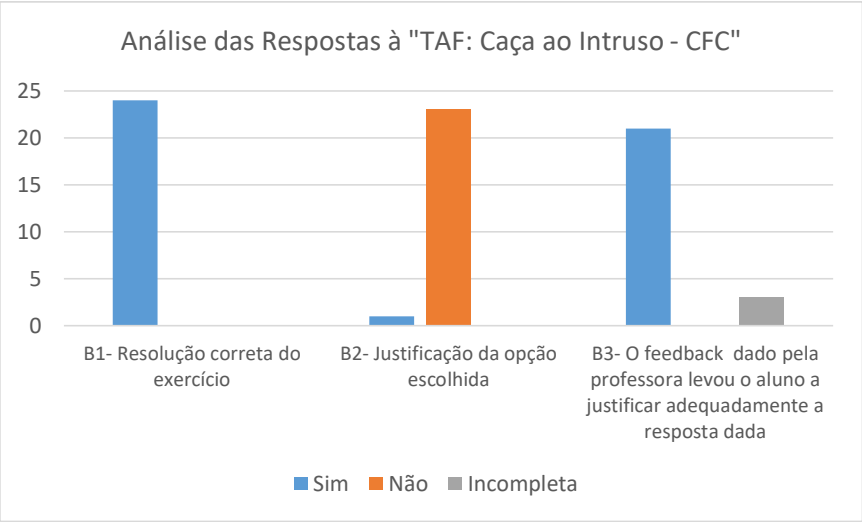
5.3. TAF: Do Punho a Cinco Dedos - Hidrocarbonetos Saturados

A análise da "TAF: Do Punho a Cinco Dedos", que foi uma TAF de autoavaliação dos alunos sobre a resolução do exercício, revelou que 22 alunos assinalaram a opção de que estavam muito confiantes que atingiram os objetivos e confiavam totalmente na exatidão da sua resposta, havendo apenas dois que assinalaram que estavam parcialmente confiantes que atingiram os objetivos, e que ainda precisavam de trabalhar um pouco mais, ou ainda tinham dúvidas se a resposta dada foi adequada.

5.4. TAF: Caça ao Intruso - CFC

A segunda "TAF: Caça ao Intruso - CFC" também foi analisada através da aplicação dos critérios já apresentados no subcapítulo 4.6. Pela análise do gráfico concluiu-se que todos os alunos responderam corretamente, mas apenas um aluno deu uma justificação de como resolveu a questão. Após o feedback da professora 21 alunos conseguiram dar uma justificação mais robusta e 3 alunos tiveram as respostas incompletas, onde só indicaram que eram derivados de hidrocarbonetos (metano ou etano) que tinham os hidrogénios substituídos ou por cloro ou por flúor, não indicando que eram substituídos por ambos.

Gráfico 4 - Análise das respostas à "TAF: Caça ao Intruso - CFC".



5.5. TAF: Do Punho a Cinco Dedos - CFC

Na autoavaliação da "TAF: Caça ao Intruso - CFC", pela aplicação da TAF: Do punho a cinco dedos, verificou-se que todos os alunos assinalaram a opção de que compreenderam o exercício e tinham confiança elevada na resposta assinalada, à

exceção de um aluno. Aquando da entrega desta TAF a esse aluno, para explicar o feedback, percecionou-se que a dificuldade estava em ainda não ter percebido que os CFC são halo-alcanos com fluor e cloro na sua constituição.

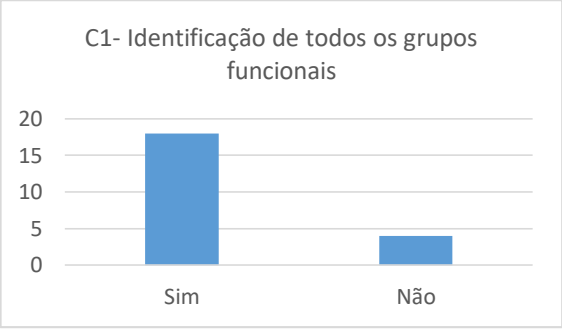
5.6. TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula

Verificou-se inicialmente que os alunos consideraram as "TAF: Caça ao Intruso" muito acessíveis, então aumentou-se o grau de dificuldade procurando moléculas que pusessem os alunos a pensar mais um pouco na identificação dos grupos funcionais. Este ajuste foi feito da primeira aula de aplicação das TAF, para a que se aplicou esta TAF. Nesta TAF os alunos tentaram mais confirmar respostas entre eles e já não estavam tão certos na identificação dos grupos funcionais. À medida que se analisou as diferentes biomoléculas ou fármacos, deu-se pequenas ajudas para identificarem corretamente os grupos, tal como: o que estava rodeado representava sempre grupos funcionais diferentes e que podiam ter mais do que um grupo funcional diferente em cada exemplo.

Os alunos foram mais competitivos e queriam ter o máximo de respostas corretas. Foi permitido consultar o livro e deu-se sempre feedback verbal que os ajudasse a identificar os grupos corretamente.

A análise das respostas dos alunos de acordo com os critérios C1, apresentados em 4.6, permitiu concluir que em 22 alunos[2], apenas quatro não identificaram todos os grupos funcionais assinalados (gráfico 5).

Gráfico 5 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C1- Identificação de todos os grupos funcionais.

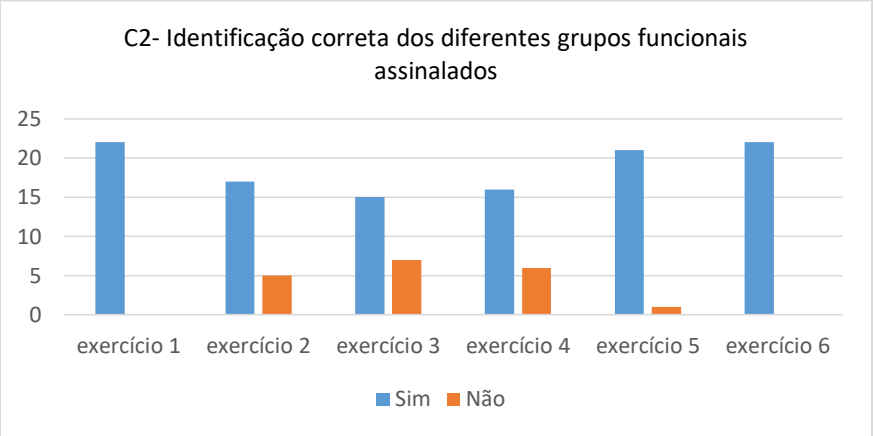


Entre os grupos funcionais que os alunos identificaram em cada exercício da "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", houve casos em que a resposta não foi a correta. Então, pela

[2] Como referido no ponto 4.3. Descrição dos participantes, na segunda aula de aplicação das TAF dois alunos estiveram ausentes. Assim, o número apresentado corresponde apenas aos alunos que efetivamente participaram nessa aula e responderam às TAF propostas.

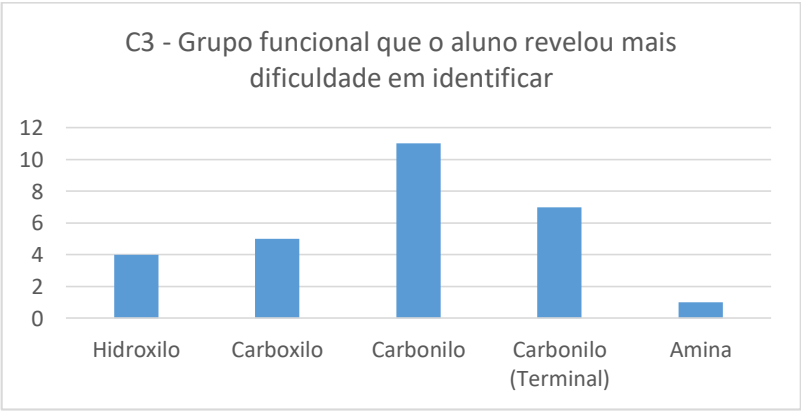
análise do critério C2, foi possível verificar que os exercícios 2, 3, 4 e 5 continham grupos funcionais onde os alunos revelaram ter mais dificuldade em identificar corretamente. Contudo houve 8 alunos que identificaram todos os grupos e identificaram-nos corretamente.

Gráfico 6 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C2- Identificação correta dos diferentes grupos funcionais assinalados.



De acordo com o critério C3 - Grupo(s) funcional(funcionais) que o aluno demonstrou ter mais dificuldade em identificar, verificou-se que os exercícios com os grupos funcionais amina e hidroxilo foram os que os alunos melhor identificaram, manifestando mais dificuldade em distinguir o grupo carbonilo das cetonas do grupo carbonilo (terminal) dos aldeídos (gráfico 7).

Gráfico 7 - Análise das respostas à "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula", de acordo com o critério "C3 - Grupo(s) funcional(funcionais) que o aluno demonstrou ter mais dificuldade em identificar".



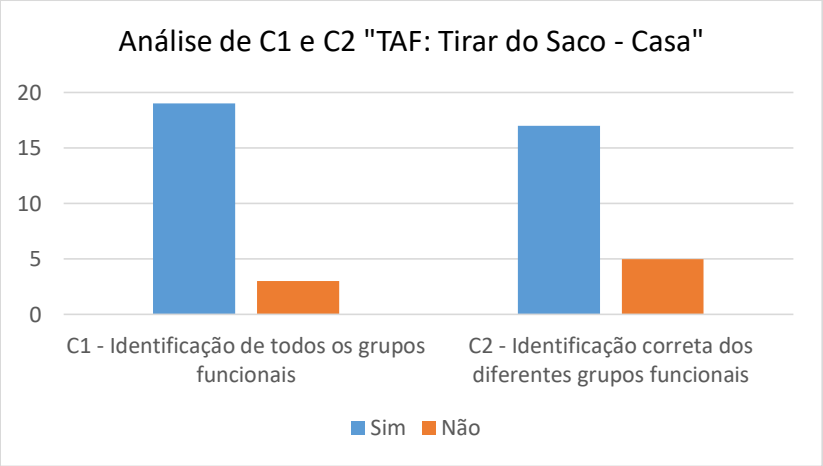
Pela análise das respostas dadas na entrega final da "TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula" verificou-se que o feedback verbal e escrito fornecido aos alunos contribuiu para a correta identificação dos grupos funcionais, uma vez que os exercícios estavam todos corretamente identificados.

5.7. TAF: Tirar do saco - Casa

Nesta TAF analisaram-se os critérios de C1 e C2 em conjunto, uma vez que os alunos levaram um cartão com uma molécula, para efetuarem, da mesma forma que fizeram em aula, a identificação de todos os grupos funcionais e paralelamente se os identificaram corretamente.

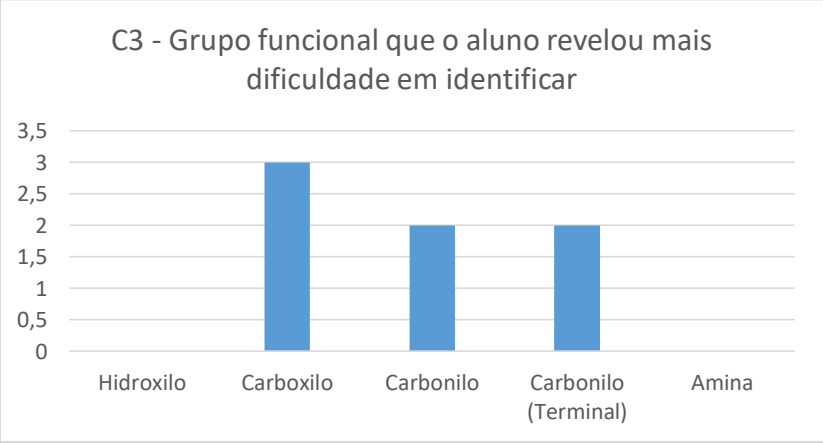
Verificou-se que houve três alunos que não identificaram todos os grupos funcionais e respetivas classes de compostos orgânicos assinalados, e 19 identificaram. Adicionalmente, verificou-se que cinco alunos não identificaram corretamente os grupos funcionais assinalados no cartão (gráfico 8).

Gráfico 8 - Análise dos critérios C1 e C2 para a "TAF: Tirar do Saco - Casa"



A análise do critério C3 mostrou que os grupos funcionais que os alunos tiveram mais dificuldade em identificar foram o carboxilo, seguido do grupo carbonilo das cetonas e o grupo carbonilo (terminal) dos aldeídos.

Gráfico 9 - Análise da "TAF: Tirar do saco - Casa".



Foi fornecido feedback verbal e escrito aos alunos que não identificaram corretamente os grupos funcionais, e quando devolveram novamente a TAF, já apresentaram o exercício corretamente resolvido.

5.8. TAF: Boletins de Voto - Sala de Aula

Os resultados desta TAF de autoavaliação demonstraram que para a primeira parte da divisão das categorias de cor (compreensão do exercício), 21 dos 22 alunos, já tinham entendido como era para realizar o exercício. Para a segunda parte da divisão das categorias de cor (grau de dificuldade que os alunos sentiram em identificar o grupo funcional), quatro alunos assinalaram que sentiram alguma dificuldade em realizar a identificação dos grupos funcionais da molécula que lhes saiu no cartão.

O feedback inicial em relação a quem manifestou ter sentido alguma dificuldade foi saber qual o grupo funcional que poderia estar a causar essa insegurança. Primeiro deu-se feedback verbal e depois colocou-se um feedback escrito que os ajudasse a identificar de forma eficaz o grupo funcional que manifestaram ter dificuldade em identificar.

5.9. TAF: Boletins de Voto - Casa

Pela análise desta TAF verificou-se que em 22 alunos, apenas quatro manifestaram ter sentido dificuldade em identificar os grupos funcionais. Após entrega do feedback escrito, antecedido de feedback verbal, os alunos entregaram os grupos funcionais corretamente identificados.

5.10. Questões do teste de avaliação sumativa

A análise das questões 1.1, 1.2 e 1.3 do teste de avaliação sumativa estavam relacionados com os hidrocarbonetos, classes de compostos orgânicos e grupos funcionais. De acordo com os resultados obtidos, dos 24 alunos 18 identificaram corretamente os grupos funcionais da questão 1.1 (gráfico 10) e 22 alunos assinalaram corretamente as classes dos compostos orgânicos na questão 1.2. Os resultados da questão 1.3 (gráfico11) revelou que a nomenclatura dos hidrocarbonetos terá que ser mais trabalhada pois apenas 14 alunos identificaram corretamente o nome do alcano representado pelo composto orgânico D da questão 1.1.

Gráfico 10 - Análise da questão 1.1.

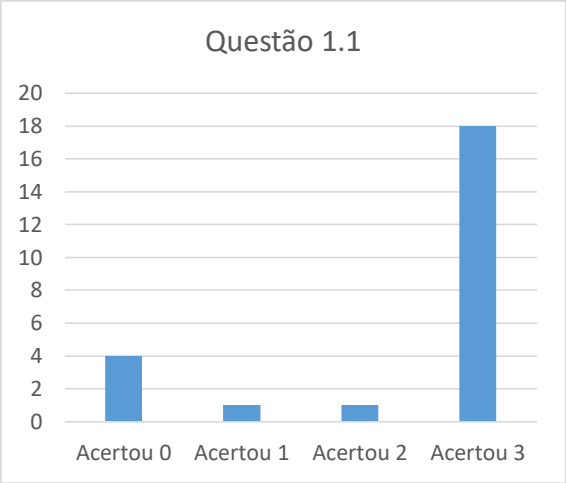
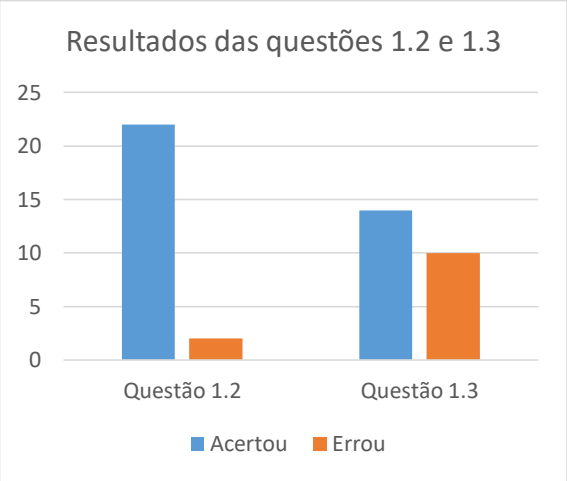


Gráfico 11 - Análise das questões 1.2 e 1.3.



Estes resultados podem ser vistos como um indicador positivo decorrente da experiência educativa de aplicação das TAF e respetivo feedback.

5.11. Diário de bordo da professora

5.11.1. Considerações gerais

Durante as aulas em que foram aplicadas as TAF, os alunos demonstraram pontualidade e curiosidade inicial, sobretudo após a explicação do que eram estas tarefas e qual o seu propósito. Uma das primeiras questões colocadas foi se a atividade teria impacto na nota, o que gerou alguma inquietação inicial. Após se esclarecer que o objetivo era apoiar a aprendizagem e não classificar, a turma reagiu de forma mais positiva e mostrou-se interessada.

Apesar do entusiasmo manifestado, quando as TAF foram distribuídas, notou-se uma quebra no ritmo: alguns alunos hesitaram em começar demonstrando pouca vontade de trabalhar individualmente. Foi evidente uma tendência para procurar ajuda imediata ou tentar resolver os exercícios em conjunto, antes de refletirem por si próprios. Vários alunos revelaram necessidade constante de validação do raciocínio por parte da professora antes de registarem a resposta, o que denota alguma insegurança. O ambiente na sala foi algo ruidoso durante a aplicação das TAF devido às frequentes trocas de ideias entre os alunos. Embora por vezes disperso, o envolvimento estava presente. Entre todas as tarefas aplicadas, a “TAF: Tirar do Saco” destacou-se como a mais bem recebida. A dinâmica mais interativa despertou o interesse geral e gerou um

ambiente mais animado e competitivo, com todos os alunos a quererem participar ativamente na atividade.

5.11.2. Qualidade do feedback

Na "TAF: Bilhetes à entrada e Bilhetes à Saída" deu-se feedback verbal seguido de feedback escrito individual no dia seguinte, correspondendo ao texto escrito a verde, (o texto a preto corresponde às respostas dos alunos). O feedback foi dado no sentido de orientar os alunos sobre os conceitos que teriam de revisitar (figura 5).



Figura 5 - Exemplo do Bilhete à entrada que os alunos devolveram e o respetivo feedback a verde escrito pela professora.

O feedback dado (a verde) nos Bilhetes à Saída pretendeu dar a conhecer aos alunos se evoluíram na compreensão de conceitos. Foi um feedback individual, que permitiu manter interação entre professor e aluno (figura 6).

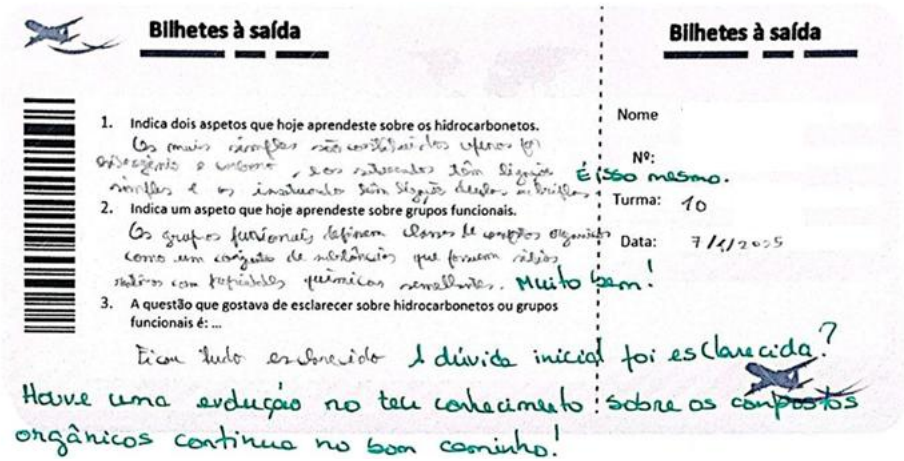


Figura 6 - Exemplo do Bilhete à saída que os alunos devolveram e o respetivo feedback a verde escrito pela professora.

Apresentam-se dois exemplos de feedbacks escritos na “TAF: Caça ao Intruso - Hidrocarbonetos Saturados”, uma resolvida com a justificação inicial pedida, contendo apenas o primeiro feedback assinalado a verde e outra sem a justificação, contendo o primeiro feedback a verde e o segundo a cor-de-rosa. O feedback a verde foi igual para todos os alunos, uma vez que só dois alunos é que justificaram a resposta (figura 7) (anexo 6).

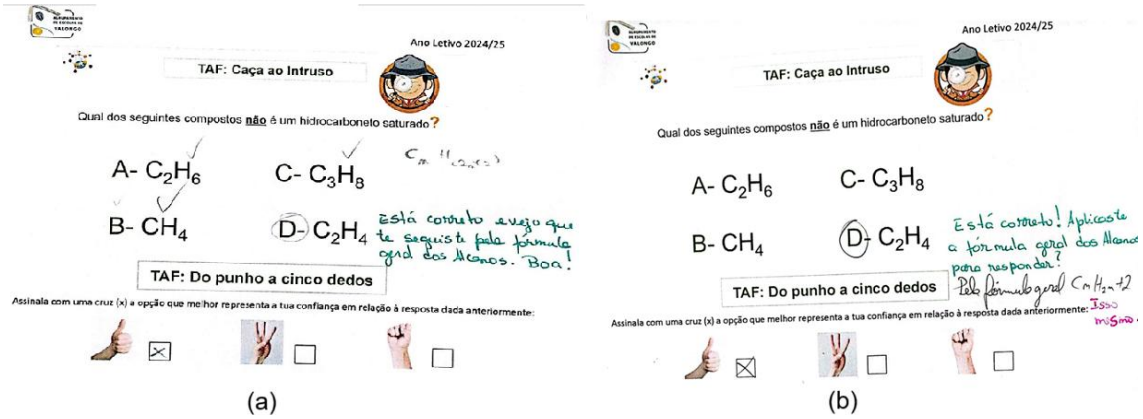


Figura 7 - Exemplo de uma TAF onde o aluno respondeu corretamente ao que foi pedido no exercício e com a devida justificação (a) e exemplo de uma TAF com o feedback a pedir que justificasse e feedback da correção efetuada.

A análise do feedback dado na “TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula” e “Tirar do Saco - Casa” já foi mais personalizado e dirigido às dúvidas em específico de cada aluno (figura 8). Também foi possível verificar que o feedback escrito tem maior efetividade se for complementado com feedback verbal. O primeiro feedback dado aos alunos foi escrito a verde e após entrega da TAF para os alunos refletirem e corrigirem o que foi pedido deu-se o feedback final a cor-de-rosa e entregou-se definitivamente as TAF aos alunos.

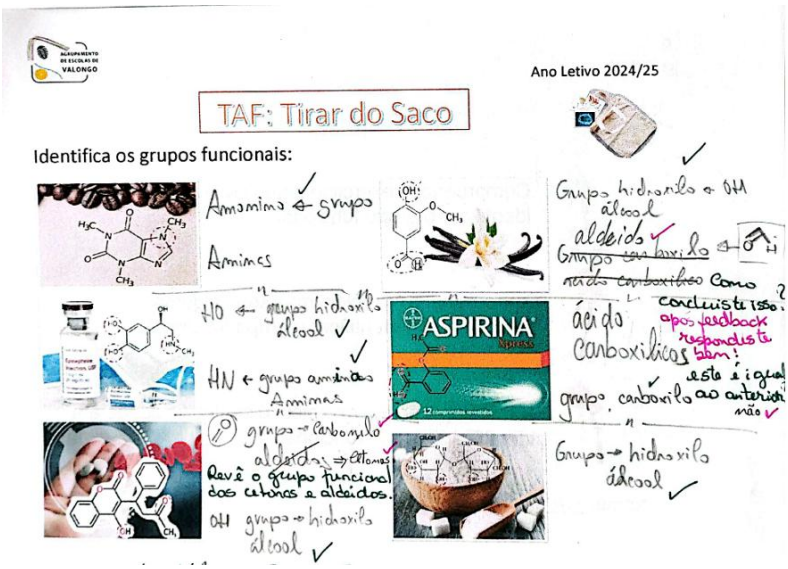


Figura 8 - Exemplo dos diferentes feedbacks escritos dado aos alunos.

A julgar pelos resultados obtidos, acreditou-se que o feedback dado poderá ter contribuído para os alunos corrigirem os seus erros na resolução das TAF.

5.11.3. Perceção da professora sobre o processo de feedback

A implementação das TAF permitiu observar com maior profundidade o papel do feedback na aprendizagem e refletir sobre a estratégia de ensino adotada. Verificou-se que, em contexto de sala de aula, a aplicação de feedback individualizado a todos os alunos foi desafiante. Contudo o feedback verbal demostrou ser particularmente eficaz pela sua natureza imediata, permitindo esclarecer dúvidas no momento, promover o envolvimento dos alunos e ajustar estratégias cognitivas. A professora também percecionou que os alunos manifestaram preferência por receber primeiro o feedback verbal, seguido da leitura do feedback escrito, uma vez que eles indicaram que o feedback verbal os ajudou a perceber o escrito quando revisitavam as TAF, e também ajudou a refletir sobre os erros cometidos e a compreender melhor as orientações fornecidas. De igual forma, a produção de feedback escrito individualizado revelou-se uma tarefa exigente. A correção das TAF fora do tempo letivo e a elaboração de feedback adequado e diferenciado implicaram um investimento de tempo significativo, colocando em evidência da dificuldade deste processo para a professora. Se o professor tivesse muitas turmas, seria complicado preparar o feedback individualizado a todos os alunos. Um dos aspetos a melhorar seria entregar o feedback com mais tempo e tentar aprofundar a riqueza de um feedback ainda mais individualizado.

5.12. Entrevistas efetuadas aos alunos

Fora do horário letivo, foram realizadas as entrevistas semiestruturadas, em que participaram seis alunos que se voluntariaram, três alunos do sexo masculino e três alunas do sexo feminino. Todas as entrevistas foram feitas presencialmente, e individualmente a cada aluno(a). Depois procedeu-se à gravação das mesmas, para servirem de auxílio à exata transcrição (anexo 7) do que os alunos disseram.

Efetua-se de seguida, uma breve descrição de cada categoria e subcategoria de acordo com a tabela 5, e apresentam-se excertos ilustrativos das entrevistas.

1. Perceção inicial

Nesta categoria pretende-se verificar se os alunos já tinham efetuado uma TAF.

1.1 Conhecimento prévio e primeiras impressões

Todos os alunos mencionaram que não tinham conhecimento prévio sobre as TAF, tendo-as encarado como uma metodologia nova e interessante.

> A5: "Antes da aula não conhecia o conceito de TAF, mas descobri que é uma ferramenta poderosa para aprender de forma mais consciente."

2. Compreensão dos conteúdos

O objetivo desta categoria é inferir como as TAF ajudaram a compreender conceitos lecionados nomeadamente relacionados com a identificação dos grupos funcionais.

2.1. Clareza e aprofundamento conceptual

Os alunos manifestaram que as TAF facilitaram a compreensão dos conteúdos, ajudando a consolidar aprendizagens e a tornar os conceitos mais claros.

> A5: "As TAF ajudaram-me a perceber os conteúdos de forma mais clara e prática, tornando a aprendizagem mais significativa."

3. Papel do feedback

Nesta categoria destacou-se os momentos em que foi dado o feedback verbal e o escrito e como este ajudou os alunos a superar as dificuldades sentidas na resolução das TAF.

3.1. Clareza, utilidade e momento do feedback

O feedback verbal antes do escrito foi valorizado pelos alunos, por permitir o esclarecimento imediato de dúvidas e facilitar a compreensão.

> A5: "O feedback verbal foi importante porque me permitiu esclarecer dúvidas de imediato…"

3.2 Correção de erros e dificuldades

Os alunos reconheceram que o feedback foi essencial para corrigirem erros específicos e superarem dificuldades.

> A4: "Acho que sim, porque eu tive alguma dificuldade no grupo dos álcoois e as chamadas de atenção e as anotações que a professora foi dando ao longo da aula ajudaram a compreender melhor."

4. Estratégias de aprendizagem

Nesta categoria aferiu-se se houve mudanças ou adaptações dos métodos de estudo após a implementação das TAF, e apurou-se o grau de envolvimento e o interesse pelas atividades efetuadas.

4.1 Mudanças nos métodos de estudo

Após as TAF, vários alunos passaram a estudar de forma mais ativa, utilizando estratégias como anotar e simplificar a informação.

> A3: "Os grupos funcionais e as classes sim, e basicamente vou ao livro ver, vejo a classe, escrevo simplificadamente, escrevo só o nome do grupo e depois o nome da classe e leio várias vezes, até… eu antes simplesmente lia o livro não escrevia nada e isso não ajudava nada. Só ler o livro realmente não ajuda."

> A5: "Depois das TAF passei a estudar de forma mais ativa e focada na compreensão e não apenas na memorização"

Contudo, um aluno afirmou que as TAF não o levaram a alterar a forma de estudo.

4.2 Envolvimento com o conteúdo

De uma forma geral, os alunos consideraram que a aplicação das TAF geraram maior envolvimento com os conteúdos, especialmente por serem dinâmicas e visuais.

> A1: "É mais intuitivo e deixa-nos com mais vontade de aprender."

> A4: "Não eram uma forma de estudo de só ler, também tinha a parte interativa."

5. Motivação e envolvimento

Através desta categoria aferiu-se a motivação gerada pelas TAF face a outras metodologias e recolheu-se informação sobre a continuidade de uso das TAF nas aulas.

5.1 Interesse e comparação com métodos tradicionais

Os alunos mostraram-se mais motivados com as TAF, especialmente por serem diferentes das aulas tradicionais e por incluírem exemplos do quotidiano.

> A3: "É uma aula mais divertida. As TAF tornam as aulas mais, como é que eu posso dizer? Foram mais dinâmicas, divertidas e isso dá mais interesse ao aluno para tentar se envolver mais no conteúdo."

> A5: "As TAF aumentaram a minha motivação, porque senti que estava realmente a aprender e a evoluir."

No entanto houve um aluno que mencionou que as TAF não influenciaram.

5.2. Realizar mais aulas de química com TAF

Todos os alunos manifestaram vontade de ver a realização de mais TAF nas aulas de química, indicando que são tarefas que os ajudaram a aprender.

> A1: “Sim como já disse, acho que é mais intuitivo e deixa-nos com mais curiosidade, com mais vontade de aprender.”
>
> A5: “Gostaria que houvesse mais TAF porque ajudam mais a aprender sem medo de errar.”

6. Sugestões de melhoria

Nesta última categoria apresentam-se as sugestões para melhorar ou expandir a metodologia usada de acordo com a perspetiva dos alunos.

6.1 Continuidade e propostas de melhoria

Os alunos mostraram interesse em continuar com as TAF e sugeriram melhorias, como incluir tecnologia, dando como exemplo o *Kahoot*, também referiram em incluir maior contextualização, pois viram as biomoléculas/fármacos e a sua aplicabilidade foi-lhes explicada de forma superficial.

> A1: “Talvez juntar um bocadinho do digital, nós atualmente somos muito digitais e de *Kahoot* nós gostamos imenso, porque somos um bocado competitivos e depois gostamos de saber quem é que ganhou isso…e até gasta menos papel… mas também gostei de como a professora fez.”
>
> A5: “Talvez as TAF pudessem incluir situações mais do quotidiano e sugestões mais personalizadas no feedback.”

5.13. Discussão dos Resultados

A presente investigação mostrou que a implementação de práticas de avaliação formativa bem planeadas e aplicadas de forma intencional, revelaram-se uma estratégia eficaz para transformar momentos avaliativos em oportunidades de aprendizagem significativa. Os estudos de Babincáková *et al.* (2020, 2023) destacam os efeitos positivos da aplicação sistemática de FACT na melhoria do desempenho dos alunos e no desenvolvimento de capacidades cognitivas de ordem superior. Tal evidência é confirmada pelos dados obtidos nas “TAF: Caça ao Intruso – Hidrocarbonetos Saturados” e “TAF: caça ao Intruso – CFC”, nas quais os alunos, após receberem feedback escrito e verbal, foram capazes de reformular as suas justificações com mais rigor, demonstrando progressão na compreensão de conceitos. Esta evolução poderá ser um indicador do potencial das TAF para promover uma aprendizagem orientada, significativa e centrada nas dificuldades reais dos alunos.

Em relação ao feedback, a literatura evidencia que este deve ser assertivo, oportuno, claro e individualizado, com o objetivo de guiar os alunos na superação das suas

dificuldades. Os resultados obtidos corroboram esta perspetiva: os alunos mostraram-se mais recetivos quando o feedback verbal antecedeu o feedback escrito, utilizando esse momento de interação para consolidar a compreensão e corrigir os erros de forma mais eficaz. Esta observação está em consonância com o que é referido por Abell e Sevian (2020), que sublinham a importância da intencionalidade pedagógica e da reflexão docente no processo de feedback ativo. Contudo, também foram identificadas dificuldades semelhantes às registadas na literatura, sobretudo no que diz respeito à produção de feedback individualizado. A elaboração de comentários específicos para cada aluno revelou-se uma tarefa exigente e demorada, especialmente quando as respostas dos alunos apresentavam erros semelhantes, o que levou à repetição de observações. Esta limitação foi reconhecida na investigação educacional como uns dos principais obstáculos à eficácia da avaliação formativa em contextos com muitos alunos como é referido por Halai *et al*. (2022).

Ao nível de raciocínio químico, também se verificou a tendência descrita nos estudos de referência de Park e seus colaboradores (2016), onde muitos alunos continuaram a apresentar raciocínios descritivos ou relacionais, demonstrando dificuldades especialmente na diferenciação entre grupos funcionais com estruturas semelhantes, como os grupos carbonilo dos aldeídos e cetonas. Ainda assim, o uso das TAF possibilitou que os alunos revissem as suas respostas e, com o feedback, as corrigissem. Importa considerar também, uma leitura mais interpretativa dos dados, com base na perceção das dinâmicas de sala de aula. Foi notório que os alunos apreciaram as TAF mais interativas e que exigiam mais autonomia, como a “TAF: Tirar do Saco - Sala de Aula”, o que está de acordo com os estudos de Perez-Rivero *et al.* (2019) que apontam para a eficácia de abordagens contextualizadas e com ligação ao quotidiano, também referenciado nos estudos de Santos e Siqueira (2022). Além disso, observou-se que os alunos, quando confrontados com tarefas semelhantes às que já tinham realizado, mostraram-se mais confiantes e conscientes das suas dificuldades. Este aspeto aponta para uma aprendizagem progressiva e cumulativa, onde o feedback assume um papel de orientação e reforço.

6. Conclusões e Implicações da Investigação

6.1. Conclusões e Considerações Finais

Este estudo permitiu compreender o efeito das TAF no desempenho dos alunos do 10.º ano no estudo da Ligação Química, focando-se em particular na influência do feedback,

verbal e escrito, na compreensão dos conteúdos e no desenvolvimento da autorregulação e autoavaliação. Em relação ao efeito das TAF no desempenho dos alunos relativamente à compreensão dos conteúdos abordados, os resultados relevam-se positivos na identificação e diferenciação de grupos funcionais e classes de compostos orgânicos. A maioria dos alunos demonstrou bons indicadores de desempenho nas TAF aplicadas e na ficha de avaliação sumativa. Esses resultados indicam que o feedback estruturado permitiu aos alunos identificar erros e reformular os seus raciocínios com maior eficácia. As TAF terão contribuído para facilitar o desenvolvimento da autorregulação, especialmente através das tarefas de autoavaliação, como a "Do Punho a Cinco Dedos" e os "Boletins de Voto". A evolução nas respostas dos alunos após a aplicação do feedback corrobora a sua eficácia no apoio à aprendizagem. No que diz respeito à opinião dos alunos, nas entrevistas, estes indicaram que as TAF, não só ajudaram a consolidar os conhecimentos, como também promoveram maior motivação, envolvimento e clareza na aprendizagem de conteúdos teóricos complexos. Por fim esta investigação também mostrou a importância da sequência de feedback (verbal antes do escrito), o que permitiu esclarecer dúvidas de imediato e preparou os alunos para uma reflexão mais aprofundada e individualizada.

6.2. Significância da Investigação e Implicações para a Educação em Química e em Ciências

A presente investigação evidenciou que a implementação de práticas de avaliação formativa planeadas de forma intencional, constitui uma estratégia eficaz para promover aprendizagens significativas no ensino da Química. A aplicação de TAF e o constante feedback é transversal, e poderá ser uma estratégia que pode ser aplicada a outras áreas da ciência. Embora o uso das TAF não seja muito utilizado nas aulas de Química, quer no ensino básico, quer no ensino secundário, estas podem ser uma ferramenta pedagógica com um grande potencial quando aliadas a um feedback formativo e constante. Esta conjugação permite fomentar aprendizagens mais profundas, duradouras e centradas no aluno, contribuindo assim para uma prática docente mais reflexiva, inclusiva e eficaz no contexto do ensino das ciências.

7. Reflexão Autocritica e Projetos Futuros

A realização do IPP constituiu, para mim, uma oportunidade de crescimento pessoal e profissional, permitindo consolidar conhecimentos sobre avaliação formativa e

aprofundar a reflexão sobre práticas pedagógicas centradas no aluno. Relativamente à componente de investigação, pôde-se verificar que as “TAF: Tirar do Saco” incutiram uma forte motivação e envolvimento dos alunos na aula, e que as TAF de autoavaliação permitiram evidenciar a sua autorregulação, nomeadamente na perceção da própria evolução na aprendizagem dos conteúdos.

Também se verificaram limitações, onde o maior desafio foi a dificuldade em gerir o tempo para fornecer feedback individualizado e em construir tarefas com diferentes graus de dificuldade. Reconhece-se, assim a necessidade de desenvolver estratégias que permitam articular melhor o feedback verbal e escrito de forma eficaz, tais como aplicar as TAF de forma mais espaçada durante a lecionação dos conteúdos.

Desta forma, como projeto futuro, seria pertinente alargar esta investigação a outras turmas e níveis de ensino de modo a verificar a consistência dos efeitos da aplicação de TAF e do feedback formativo em contextos mais amplos e diversificados. Adicionalmente, poderia ser explorada a criação de recursos digitais interativos que integrem TAF com feedback automático e personalizado, possibilitando um acompanhamento mais imediato e sustentável da aprendizagem. Também reconheço o potencial de envolver os alunos na construção de questões para colocar nas TAF, promovendo competências de autorregulação e pensamento crítico uma vez que ao serem corrigidas pelo professor permitiria identificar o cerne de algumas dúvidas existentes.

Referências Bibliográficas

Abell, T., & Sevian, H. (2020). Analyzing Chemistry Teachers' Formative Assessment Practices Using Formative Assessment Portfolio Chapters. *Journal of Chemical Education*, *97*, 4255-4267. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00361

Andersson, C., & Palm, T. (2017). The impact of formative assessment on student achievement: A study of the effects of changes to classroom practice. *Learning and Instruction, 49*, 92–102. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.006

Amado, J. (2014). *Manual de Investigação Qualitativa em Educação (2ª edição)*. http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2

Atkins, P., Jones, L. & Laverman, L. (2013). *Chemical Principles: The Quest for Insight* (6th ed.). W.H. Freeman and Company.

Babinčáková, M., Ganojová, M., Sotáková, I., & Bernard, P. (2020). Influence of formative assessment classroom techniques (FACTs) on student's outcomes in Chemistry at Secondary School. *Journal of Baltic Science Education*, 19 (1), 36 - 49. https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.36

Babinčáková, M., Ganajová, M., & Bernard, P. (2023). Introduction of Formative Assessment Classroom Techniques (FACTs) to School Chemistry Teaching: Teachers' Attitudes, Beliefs, and Experiences. *Journal of Chemical Education*, *100*(9), 3276-3290. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00591

Black, P. & Wiliam, D. (2009). Developing the Theory of Formative Assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. 21 (1), 5-31. https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. (2015). *Química: a ciência central* (13ª ed.). Pearson Education

Burkholder, J. B., Cox, R. A. & Ravishankara, A. R. (2015). Atmospheric Degradation of Ozone Depleting Substances, Their Substitutes, and Related Species. *Chemical Reviews.* 115(10), 3704-3759. https://doi.org/10.1021/cr5006759

Carey, F. A., & Giuliano, R. M. (2014). *Organic Chemistry* (9th ed.) McGraw-Hill.

Chang, R. & Goldsby, K. A. (2013). Chemistry (11th ed.), McGraw-Hill.

DGE - Direção-Geral da Educação (DGE). (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/p erfil_dos_alunos.pdf

DGE - Direção-Geral da Educação (2018a). Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 10.º ano. Ensino secundário. Física e Química A. Direção-Geral da Educação. Disponível em: 10_fq_a.pdf

DGE – Direção-Geral da Educação (2018b). Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 9.º ano. Ensino Básico. Física e Química. Direção-Geral da Educação. Disponível em: fisico-quimica_3c_9a.pdf

Granberg, C., Palm, T., & Palmberg, B. (2021). A case study of a formative assessment practice and the effects on students' self-regulated learning (SRL). *Studies in Educational Evaluation, 68*, 100955. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100955

Halai, A., Sarungi, V. & Hopfenbeck, T. N. (2022). Teachers' perspectives and practice of assessment for learning in classrooms in Tanzania. *International Encyclopedia Educ*ation, 13(4), 63-72. https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.09039-4.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, *77*, 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Hopfenbeck, T. N., Zhang, Z., Sun, S. Z., Robertson, P., & McGrane, J. A. (2023). Challenges and opportunities for classroom-based formative assessment and AI: a perspective article [Perspective]. *Frontiers in Education*, *Volume 8.* https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2023.1270700

Hunter, K. H., Rodriguez, J.-M. G. & Becker, N. M. (2022). A Review of Research on the Teaching and Learning of Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2451-2464. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c0003

Lopes, J. P. & Silva, H. S. (2020). 50 Técnicas de Avaliação Formativa. p.55, 2ª edição, Pactor.

Kim, K.-H., Shon, Z.-H., Nguyen, H. T. & Jeon, E.-C. (2011) A review of major chlorofluorocarbons and their halocarbon alternatives in the air, Atmospheric Environment 45, 1369-1382. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.12.029

Park, M., Liu, X., & Waight, N. (2017). Development of the Connected Chemistry as Formative Assessment Pedagogy for High School Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, *94*. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00299

Perez-Rivero M. G., Valdivia A. E. O., Giamatteo L., Montaño-Osorio, C. & Vargas-Rodríguez Y. M. (2019). Didactic Strategy for Learning and Teaching of Functional Groups in High School Chemistry. *Science Education International*. 30(2), 85-91. https://doi.org/10.33828/sei.v30.i2.1

Sá, L., Francisco, C., & Queiroz, S. (2007). Estudos de caso em química. *Quimica Nova - QUIM NOVA*, *30*. https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300039

Santos, V. S., & Siqueira, R. M. (2022). Chás e infusões no ensino de química: Uma oficina temática para o ensino de funções orgânicas. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED*, *3* (7), 1-26.

Valle, P. R., & Ferreira, J. (2025). ANÁLISE DE CONTEÚDO NA PERSPECTIVA DE BARDIN: CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A PESQUISA QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO. *Educação em Revista*, *41*. https://doi.org/10.1590/0102-469849377

Vollhardt, P., Schore, N. (2013). Química Orgânica: Estrutura e função. 6ª edição. Bookman

Widarti, H. R., Nuriyanti, D., Sari, M. E. F., Wiyarsi, A., Yatimah, S., & Rokhim, D. A. (2024). *Identification of learning difficulties and misconceptions of chemical bonding material: A review*. *Ecletica Química*, *49*, e1508. https://doi.org/10.26850/1678-4618.eq.v49.2024.e1508

Anexos

Os anexos encontram-se disponíveis na hiperligação:

https://drive.google.com/drive/folders/1idRP7Dqn7nG1ZrG6FzM2PB9UbYii0MOv?usp=sharing

O índice de anexos é o seguinte:

Índice

Anexo 1 - Tarefas de Avaliação Formativa (TAF) aplicadas nas aulas. 2
Anexo 2 - Guião de Entrevista Semiestruturada..... 10
Anexo 3 - Consentimento Informado 11
Anexo 4 - Assentimento Informado..... 12
Anexo 5 - Questões do teste de avaliação sumativa..... 13
Anexo 6 - TAF com o Feedback Formativo 14
Anexo 7 - Transcrições das Entrevistas Semiestruturadas..... 25