

CONTRIBUIÇÕES DE DIFERENTES ABORDAGENS EXPERIMENTAIS NO ENSINO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE DE CONTEÚDOS RELACIONADOS À ELETROQUÍMICA

Contributions of Different Experimental Approaches in the Professional Technical Education of Contents Related to Electrochemistry

Polyana Cabral Tavares [polyanacabral.tavares@gmail.com]

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)

Av. Alberto Lamego, 875 – Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes– RJ, 28013-602

Wagner da Silva Terra [wterra@iff.edu.br]

Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) campus Campos Centro

Rua Dr. Siqueira, 273 – Parque Dom Bosco, Campos dos Goytacazes – RJ, 28010-385

Recebido em: 02/01/2025

Aceito em: 06/01/2026

Resumo

De modo geral, a abordagem tradicional no ensino de Química faz com que a aprendizagem ocorra, predominantemente, por meio de mera memorização mecânica dos conteúdos, tornando a disciplina mais abstrata sob a perspectiva dos alunos. Uma alternativa para minimizar esse quadro e proporcionar uma aprendizagem mais significativa é a utilização de experimentos, que podem ser abordados de diferentes formas, sendo as principais: demonstrativa, descritiva e investigativa. Nesse contexto, o objetivo principal da pesquisa aqui apresentada foi elaborar, aplicar e avaliar esses três tipos de abordagens experimentais em diferentes tipos de experimentos relacionados à eletroquímica. O trabalho foi desenvolvido por meio de um curso extraclasse para alunos de um curso técnico em Química, envolvendo experimentos direcionados à eletroquímica. As aulas ocorreram ao longo de três semanas, com encontros semanais de três horas para cada grupo, os quais vivenciaram três subtemas com abordagens distintas, de modo que todos tiveram contato com todas as formas de experimentação. Os dados foram obtidos por meio de questionários de conteúdo – aplicados antes e uma semana após cada aula, com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios e as aprendizagens consolidadas – e de um questionário de opinião, aplicado ao final do curso, que buscou identificar as percepções dos alunos sobre as diferentes abordagens. A análise qualitativa dos resultados permitiu observar que todas as três abordagens contribuíram para o aprendizado dos discentes, porém a abordagem investigativa se destacou, apresentando melhores resultados. Portanto, acredita-se que essa abordagem apresente maior potencial para promover uma aprendizagem mais significativa aos discentes de um curso profissionalizante.

Palavras-chave: Abordagens experimentais; eletroquímica; aprendizagem significativa.

Abstract

In general, the traditional approach to teaching Chemistry leads to learning occurring predominantly through mere rote memorization of content, making the subject more abstract from the students' perspective. One alternative to minimize this situation and provide more meaningful learning is the use of experiments, which can be approached in different ways, the main ones being: demonstrative, descriptive, and investigative. In this context, the main objective of the research presented here was to develop, apply, and evaluate these three types of experimental approaches on different types of experiments related to electrochemistry. The work was developed through an after-school course for students in a technical Chemistry program, involving experiments focused on

electrochemistry. Classes took place over three weeks, with weekly three-hour meetings for each group, during which they explored three subtopics with different approaches, so that everyone was exposed to all forms of experimentation. Data were collected through content questionnaires—administered before and one week after each class, to assess prior knowledge and consolidated learning—and an opinion survey, administered at the end of the course, which sought to identify students' perceptions of the different approaches. Qualitative analysis of the results revealed that all three approaches contributed to student learning, but the investigative approach stood out, yielding the best results. Therefore, we believe this approach has the greatest potential to promote more meaningful learning for students in a vocational course.

Keywords: Experimental approaches; electrochemistry; meaningful learning.

1 INTRODUÇÃO

O método tradicional de ensino faz com que, na maioria das vezes, a Química seja vista pelos educandos como algo abstrato e, conseqüentemente, eles não tomam conhecimento da importância de compreender essa Ciência. A abordagem puramente teórica, sem relacionar os conteúdos aos conhecimentos prévios dos discentes e ao seu cotidiano, faz com que eles vejam a Química como algo muito distante de sua realidade. Com isso, o processo de ensino e aprendizagem acaba se tornando mais difícil, favorecendo uma aprendizagem meramente mecânica dos conteúdos, pois o conhecimento novo não apresenta significado para o educando por não ser possível associá-lo de forma não-arbitrária à sua estrutura cognitiva (Pelizzari et al., 2002).

Os professores de Química devem procurar formas de proporcionar uma aprendizagem mais significativa e, dessa maneira, possibilitar que os educandos relacionem os conteúdos trabalhados em sala de aula com os fenômenos que ocorrem em seu cotidiano. Segundo Ausubel (2000, p.1), a aprendizagem significativa ocorre quando “[...] o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante [...]”. Desta forma, para que o aprendizado de algo novo tenha significado para o indivíduo, a nova informação deve interagir com um conceito subsunçor relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, levando à modificação de ambos os conceitos (novo e preexistente). Ausubel (2000) também define a aprendizagem mecânica como uma forma de aprendizagem em que a informação nova é armazenada de forma arbitrária e literal, não interagindo com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

A modificação da informação nova e do conceito subsunçor relevante, já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, faz com que a aprendizagem significativa apresente vantagens em relação à aprendizagem memorística ou mecânica. Contudo, Moreira (2006) aponta que Ausubel não estabelece os conceitos de aprendizagem significativa e mecânica como uma dicotomia, apesar da concepção contrária de ambos. Essas duas formas de aprendizagem podem se complementar em determinados momentos do processo educativo, sendo a distinção entre elas estabelecida como um *continuum*.

A inclusão de experimentos nas aulas é uma possibilidade para minimizar a mera memorização mecânica dos conteúdos no Ensino de Química. Isso porque, como aponta Guimarães (2009), o uso de experimentos contribui para uma maior contextualização das aulas, estimulando um ensino que promova mais questionamentos pelos educandos. No entanto, realizar uma aula experimental não garante, necessariamente, a superação da aprendizagem mecânica, mas pode tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente, pois permite que o aluno seja capaz de relacionar teoria e prática. A utilização de metodologias diferenciadas, assim como destacam Pereira et al.

(2023), é uma forma de proporcionar um ensino mais contextualizado com as diferentes realidades dos discentes, tornando-os mais críticos aos assuntos inerentes a disciplina ensinada. Esses autores, endossados por Lira et al. (2024), destacam que a realização de atividades experimentais constitui uma forma de se alcançar esses objetivos de forma significativa, sendo uma das ferramentas didáticas mais utilizadas no Ensino de Química.

Oliveira (2010) definiu algumas possíveis contribuições alcançadas por meio das atividades experimentais, sendo elas: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; estimular a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; fomentar a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; adquirir conceitos científicos; identificar e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da Ciência e o papel do cientista em uma investigação; compreender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; e aprimorar habilidades manipulativas.

Apesar dessas contribuições, algumas críticas e dificuldades são observadas no Ensino de Ciências por meio da experimentação, proporcionando uma busca por outras ferramentas pedagógicas pelos docentes, principalmente novas tecnologias educacionais, como, por exemplo, ferramentas pedagógicas que envolvam Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). Santos & Meneses (2020) destacam a visão simplista do potencial pedagógico dos experimentos realizados nas aulas de Ciências, a dicotomia entre teoria e prática, a falta de materiais e equipamentos adequados, a formação docente inadequada para realização de diferentes abordagens experimentais, e o desinteresse dos discentes, seja durante as aulas ou ao longo das atividades propostas, como sendo os principais entraves para realização dos experimentos em aulas de Ciências.

A prática experimental não se limita a uma única forma de abordagem. Pelo contrário, ela pode assumir diferentes configurações de acordo com os objetivos pedagógicos, o nível de escolaridade dos alunos, os recursos disponíveis e a intencionalidade do professor (Oliveira, 2010). Para trabalhar com atividades experimentais, o professor deve ter conhecimento das diferentes abordagens que podem ser utilizadas e suas respectivas contribuições. De acordo com Oliveira (2010) e Santos e Meneses (2020), as atividades experimentais podem ser classificadas em três abordagens: i) demonstrativa, ii) verificação (também chamada de descritiva) e iii) investigativa, sendo estas tipologias as mais discutidas. Cada uma dessas abordagens apresenta uma finalidade diferente e, consequentemente, contribuições educacionais distintas.

As atividades experimentais demonstrativas são aquelas nas quais o professor realiza o experimento e os alunos apenas observam, podendo ser realizadas no início ou ao fim da explicação de algum conteúdo. No início com a intenção de despertar o interesse do aluno para o assunto que será estudado, ou ao final para exemplificar o que foi estudado. Essa abordagem experimental é uma ótima opção para ser trabalhada quando o professor dispõe de pouco tempo e poucos recursos materiais, pois o experimento é realizado para toda a turma, ao contrário das demais abordagens. No entanto, tal abordagem recebe críticas por se assemelhar ao ensino tradicional, entretanto, é possível incluir ações durante a realização do experimento para minimizar esse aspecto. Por exemplo, o professor pode solicitar que os alunos façam anotações sobre suas observações e tentem explicar os fenômenos observados, além de realizar questionamentos durante a execução do experimento (Araújo & Abib, 2003; Oliveira, 2010).

Na realização dos experimentos descritivos os alunos já possuem uma autonomia maior, quando comparada aos experimentos demonstrativos. Nessa abordagem, o aluno executa o experimento seguindo um roteiro definido pelo professor que, durante a atividade desempenha o papel de monitorar e acompanhar a execução do procedimento, além de corrigir possíveis erros. Por meio desta abordagem, os discentes podem aprender a manusear materiais e equipamentos presentes em diferentes laboratórios das áreas relacionadas às Ciências Naturais. No entanto, esse fato exige

uma maior quantidade de recursos materiais para realização das atividades experimentais descritivas (Oliveira, 2010). Cabe ressaltar que grande parte dos cursos Técnicos Subsequentes e Concomitantes em Química no Brasil utiliza essa abordagem experimental com o intuito de formar mão de obra rápida para o mercado de trabalho, objetivo descrito por diferentes autores, como um dos principais para esse nível educacional (Siqueira, 1999; Matsumoto & Kuwabara, 2005 e Souza et al., 2020).

A atividade experimental investigativa, quando comparada às demais abordagens aqui descritas, proporciona ao aluno um papel mais ativo durante o processo de aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador do processo de ensino e aprendizagem. Um experimento investigativo parte de uma situação-problema e os alunos devem pesquisar e discutir entre si para chegar a uma determinada solução. O professor orienta os discentes e questiona as decisões por eles tomadas, permitindo que reflitam se o caminho escolhido para solucionar o problema está correto ou não. Tal atividade pode ser realizada antes da explicação do conteúdo, mas também pode ser desenvolvida de forma que constitua a própria aula (Oliveira, 2010; Santos & Meneses, 2020). De acordo com Pereira et al. (2023) e Santos e Meneses (2020), as atividades experimentais investigativas proporcionam maior autonomia aos discentes, permitindo que pensem criticamente e formulem soluções para os desafios propostos pelo docente, o que difere de uma experimentação tradicional puramente manipulativa.

O método investigativo exige que os alunos cumpram várias etapas até solucionar o problema, pois devem analisá-lo, levantar hipóteses e, somente então, executar procedimentos. Logo, o experimento investigativo exige uma maior disponibilidade de tempo, que muitas vezes os professores não possuem (Oliveira, 2010). O ensino investigativo se relaciona com as ideias defendidas por Freire (2016), pois para ele, o professor tem o papel de criar possibilidades para que o aluno construa seu próprio conhecimento de forma crítica, estimulando sua capacidade criativa e respeitando os conhecimentos prévios dos educandos.

Todas as abordagens descritas anteriormente possuem pontos positivos e negativos. Apesar da abordagem investigativa ser considerada aquela que pode proporcionar melhores resultados para o processo de ensino e aprendizagem, especialmente em termos de educação científica dos níveis Fundamental e Médio. Apesar disso, as demais abordagens não podem ser descartadas, pois todas são válidas e apresentam objetivos e contribuições diferentes para o processo de ensino e aprendizagem (Oliveira, 2010). Em relação às condições para realização de cada abordagem, a demonstrativa é a mais acessível, considerando a realidade da maioria das escolas públicas brasileiras, onde os recursos materiais são escassos e as turmas possuem uma grande quantidade de alunos (Silva-Júnior & Parreira, 2016).

Para se compreender o tipo de experimentação que mais se aplica a um determinado público-alvo, é necessário analisar as características e objetivos desse curso, de modo que a inserção do procedimento pedagógico mais coerente seja realizada adequadamente. Os cursos técnicos em Química no Brasil desempenham um papel fundamental na formação de profissionais capacitados para atuar no setor industrial, especialmente em áreas como petroquímica, farmacêutica, alimentos e meio ambiente (Siqueira, 1999; Matsumoto & Kuwabara, 2005 e Souza et al., 2020). Esses programas de nível médio visam proporcionar uma formação prática e teórica que atenda às demandas do mercado de trabalho. A formação profissional técnica no Brasil surgiu em 1909 com a criação de 19 escolas de artes e ofício, predecessoras das escolas técnicas federais e estaduais. A origem desse tipo de ensino estava ligada à necessidade de "educar pelo trabalho os órfãos, pobres e desvalidos da sorte, retirando-os das ruas". Essa abordagem moralizadora se alinha à visão da escola como um "aparelho ideológico de Estado" que disciplina e prepara os indivíduos para papéis sociais específicos (Rubega & Pacheco, 2000; Matsumoto & Kuwabara, 2005).

Diante do exposto e da caracterização do perfil do público-alvo dessa pesquisa, este trabalho teve como objetivo principal avaliar as contribuições proporcionadas por três tipos de abordagens

experimentais aos estudantes de um curso técnico (concomitante/subsequente) em Química, de um Instituto Federal de Ensino. De forma mais específica, também se buscou identificar indícios de uma aprendizagem mais significativa por meio de questionários aplicados antes e após a realização dos experimentos. Além disso, também objetivou-se coletar as opiniões dos discentes sobre as diferentes abordagens experimentais vivenciadas pelos alunos do referido curso técnico.

2 METODOLOGIA

A presente seção descreve a metodologia adotada neste estudo, detalhando o público-alvo, os procedimentos, os instrumentos de coleta de dados e as estratégias utilizadas para análise das informações.

2.1 Lócus da pesquisa, escolha do tema e público-alvo

A referida pesquisa foi realizada com alunos do curso Técnico em Química do *campus* Campos Centro do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), o qual se encontra localizado na cidade de Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro. O referido curso apresenta o ingresso de alunos que já concluíram o Ensino Médio, bem como alunos que estão matriculados a partir do segundo ano desse segmento, sendo caracterizado como um curso profissionalizante de nível médio em Química, nos formatos concomitante/subsequente.

Para realização dos experimentos, escolheu-se o tema “Eletroquímica”, com ênfase em três tópicos: Reações Redox, Pilhas e Eletrólise. Esses tópicos foram selecionados pelos seguintes motivos: a grande dificuldade apresentada pelos alunos nesses temas; a ausência de aulas experimentais sobre “Pilha” e “Eletrólise” no referido curso; e a grande aplicabilidade industrial desse tema, visto que é um dos possíveis ambientes de trabalho para egressos do referido curso Técnico em Química (Silva, Lube & Terra, 2021).

O presente trabalho foi aplicado por meio de um conjunto de aulas para alunos regularmente matriculados nos módulos II, III e IV do supracitado Curso Técnico em Química. Ao total 43 discentes participaram da proposta pedagógica elaborada, sendo eles divididos em três grupos, de acordo com suas disponibilidades (Tabela 1). Nas aulas experimentais, os alunos de cada um dos três grupos se dividiram livremente em subgrupos contendo no máximo cinco integrantes, independentemente dos módulos que cursavam, resultando em um total de três subgrupos por laboratório.

Tabela 1 – Quantitativo de alunos de cada módulo presente em cada grupo.

Módulo	Quantitativo de alunos		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
II	5	5	4
III	4	4	4
IV	5	5	7
Total	14	14	15

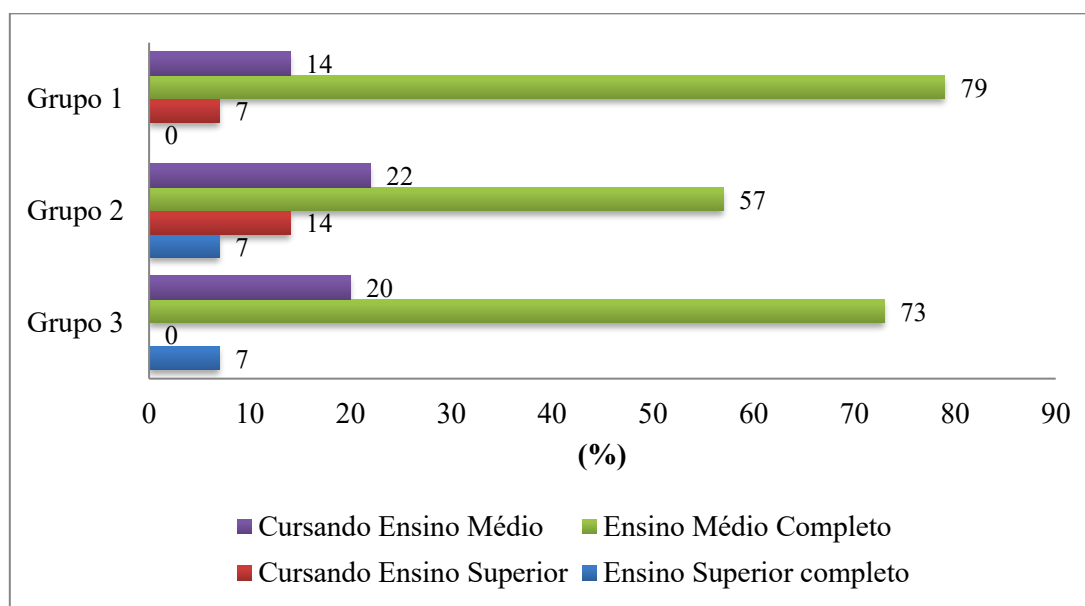
Fonte: Elaboração própria.

Todos os alunos que participaram dessa pesquisa tinham condições de ter algum conhecimento a respeito dos conteúdos abordados ao longo das aulas experimentais. Esse fato se justifica pela presença do conteúdo de Reações Redox na disciplina de Química Geral Aplicada, presente no Módulo I, e dos conteúdos qualitativos de Pilha e Eletrólise, abordados de forma sucinta na disciplina de Química Inorgânica Aplicada, presente no módulo II. No referido curso Técnico, os alunos estudam Eletroquímica de fato no módulo III, na disciplina de Físico-Química II, em que os conteúdos de Pilha e Eletrólise são abordados de forma mais aprofundada, por meio de cálculos e reações químicas. Além disso, a maioria dos alunos já havia concluído o Ensino Médio. Apesar disso, os alunos de cada módulo foram distribuídos de forma mais homogênea possível entre os grupos, levando em consideração o nível de escolaridade e o módulo em que se encontravam no momento de intervenção experimental, resultando na distribuição apresentada na Tabela 1.

Durante o ato da inscrição para participar do curso de curta duração, foram coletadas algumas informações para que fosse possível traçar o perfil dos alunos de cada grupo. Nesse questionário realizado por meio do *Google Forms*, foram coletadas as seguintes informações: nome, matrícula, idade, módulo que estavam cursando, nível de escolaridade e turno disponível para realizar as atividades. Por meio desses dados, pode-se conhecer a faixa etária dos alunos que participaram de todo o desenvolvimento do curso, cuja variação foi de 16 até 38 anos. A faixa etária predominante nos três grupos era de 17 a 19 anos, representando cerca de 70 % em cada grupo. Este fato indica certa similaridade entre os grupos em relação à idade dos discentes.

Também foram coletadas informações sobre a escolaridade dos 43 alunos envolvidos no projeto, sendo observado que a maior parte dos discentes já havia concluído o Ensino Médio (Gráfico 1). Isso demonstra que os grupos possuíam um quantitativo bem próximo em relação à escolaridade, assim como em relação às suas faixas etárias.

Gráfico 1 – Escolaridade dos alunos de cada grupo.



Fonte: Elaboração própria.

A quantidade de alunos em relação ao módulo que estavam cursando no momento da aplicação pode ser observada na Tabela 1. Portanto, tomando como base a idade, o nível de escolaridade e o módulo em que os discentes estavam inseridos, os três grupos apresentaram poucas divergências entre si.

2.2 Elaboração dos experimentos

Para cada um dos três subtemas escolhidos (Reações Redox, Pilhas e Eletrólise), foram realizados experimentos específicos, elaborados por meio de informações contidas em vídeos disponibilizados na plataforma do *YouTube* e a partir de exemplos descritos por Brown et al. (2005) no livro “Química: A Ciência Central”. Todos os experimentos foram adaptados para as três abordagens experimentais, tendo como base a definição de cada uma delas proposta por Oliveira (2010). Os experimentos realizados estão descritos no Quadro 1, de acordo com cada um dos três subtemas escolhidos.

Quadro 1 - Experimentos realizados durante o curso de extensão.

Reações redox	<u>Experimento 1</u>	Bafômetro simples, por meio da reação entre etanol e dicromato de potássio acidificado.
	<u>Experimento 2</u>	Produção de gás hidrogênio, por meio da reação entre hidróxido de sódio e papel alumínio.
	<u>Experimento 3</u>	Produção de fogo, por meio da reação entre permanganato de potássio e ácido sulfúrico, seguido da reação de combustão do etanol.
Pilha	<u>Experimento 1</u>	Pilha de Daniell; Pilha fora das condições-padrão; Pilha de concentração.
	<u>Experimento 2</u>	Pilha de limão.
Eletrólise	<u>Experimento 1</u>	Eletrólise da salmoura e teste de confirmação dos produtos formados.
	<u>Experimento 2</u>	Galvanização de um prego com solução de sulfato de zinco.

Fonte: Elaboração própria.

2.3 Organização e realização das aulas

As aulas foram ministradas durante três semanas consecutivas no *campus* Campos Centro do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), sendo que cada grupo de alunos teve uma aula por semana, com duração de 3 horas cada, totalizando 9 horas de aulas para cada grupo. As aulas foram organizadas de modo que todos os três grupos tivessem contato com as três abordagens experimentais (demonstrativa, descritiva e investigativa). Dessa forma, na primeira semana do curso foram ministradas aulas experimentais sobre Reações Redox para os três grupos, porém com abordagens experimentais distintas. As aulas das duas semanas seguintes ocorreram da mesma forma, sendo que na segunda semana as aulas foram sobre Pilhas e na última sobre Eletrólise. No Quadro 2 é possível observar a divisão das aulas por semana para cada um dos três grupos, indicando que todos os alunos

tiveram acesso aos três subtemas escolhidos e as três abordagens experimentais utilizadas nessa pesquisa.

Quadro 2 - Organização das atividades experimentais, por semana, para cada um dos grupos.

Semana	Atividade experimental realizada			
	Conjunto de experimentos	Tipo de experimentação		
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1 ^a	Reações redox	Demonstrativa	Descritiva	Investigativa
2 ^a	Pilhas	Descritiva	Investigativa	Demonstrativa
3 ^a	Eletrólise	Investigativa	Demonstrativa	Descritiva

Fonte: Elaboração própria

Em todas as aulas os alunos receberam um conjunto de materiais composto por: i) um roteiro elaborado de acordo com cada parte experimental; ii) um resumo do conteúdo a ser trabalhado na aula da semana; e iii) uma tabela com os potenciais padrão de redução de diferentes espécies químicas. No início de cada aula, os alunos eram informados sobre qual abordagem experimental eles utilizariam no dia, de tal modo que compreendessem as principais características de cada uma delas.

As aulas com experimentos demonstrativos foram iniciadas com a explicação do conteúdo e, posteriormente, realização dos experimentos. Para essa abordagem, os alunos receberam um roteiro sucinto somente com os títulos dos experimentos que seriam realizados e espaços reservados para anotações das observações, explicações, reações envolvidas e cálculos, caso necessário. Após a realização de cada experimento pelo docente, os discentes realizavam suas anotações e ao final da prática discutiam os resultados obtidos com o professor da disciplina.

As aulas utilizando experimentos descritivos ocorreram de forma similar às aulas com experimentos demonstrativos, porém além de conter os espaços reservados para anotações, o roteiro entregue aos alunos possuía também os procedimentos detalhados a serem seguidos pelos discentes. Ou seja, após a explicação do conteúdo, os discentes executavam os passos determinados nos roteiros, realizando as anotações dos seus resultados nos espaços específicos para cada experimento.

As aulas experimentais investigativas foram iniciadas com os próprios experimentos selecionados, os quais apresentavam diferentes problemáticas a serem resolvidas pelos estudantes. Com o intuito de solucionar esses questionamentos, os discentes tinham acesso aos resumos dos conteúdos entregues no início da aula, além dos seus conhecimentos prévios sobre as temáticas selecionadas para essa pesquisa. Portanto, durante a aula os discentes deveriam discutir entre si e propor hipóteses para solucionar as problemáticas. Assim como nas outras duas abordagens, os materiais dos experimentos investigativos também continham espaços reservados para anotações das observações, explicações, reações químicas e cálculos envolvidos.

Os roteiros utilizados durante as três abordagens experimentais encontram-se no material suplementar desse manuscrito e podem ser acessados pelo seguinte link https://drive.google.com/open?id=1ZZWzN_NI2AJbOCt-HLO1KSXbGRkT6vms&usp=drive_fs.

2.4 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi realizada por meio de dois tipos de questionários, os quais também se encontram no material suplementar desse manuscrito. O primeiro deles envolvia questões abertas sobre os conteúdos abordados em cada aula, ou seja, foram três questionários, um para cada subtema (Reações Redox, Pilhas e Eletrolise). Já o segundo, denominado Questionário de Opinião, teve por intuito obter as opiniões dos discentes a respeito das abordagens experimentais realizadas.

O primeiro tipo de questionário, denominado de Questionários de Conteúdos, foi respondido pelos discentes em dois momentos: antes de cada aula experimental e uma semana após o encontro realizado. Preferiu-se utilizar um tempo maior para a reaplicação do questionário a fim de evitar reproduções mecânicas das informações aprendidas no decorrer das aulas experimentais. Assim foi possível verificar os conhecimentos prévios a serem trabalhados na aula experimental e quais foram as contribuições das referidas aulas para esses discentes, no intervalo destacado. Com isso, foi possível verificar indícios de aprendizagem do conteúdo ministrado após o intervalo estabelecido. De acordo com Ausubel (2000), um conteúdo aprendido de forma significativa permanece por mais tempo no aparelho cognitivo do educando. No entanto, como se trata de um curso de curta duração, decidiu-se padronizar o período de retestagem para uma semana, a fim de evitar perdas no quantitativo de respondentes dos questionários. Apesar disso, de acordo com a mesma teoria, aprender de forma significativa não indica que o educando não irá esquecer, mas que esse esquecimento demorará mais tempo para ocorrer e, além disso, a reaprendizagem torna-se facilitada (Pellizari et al., 2002).

A análise dos Questionários de Conteúdos foi realizada por meio de uma categorização generalista realizada *a priori*, a saber as categorias estabelecidas foram: Resposta Correta (RC); Resposta Incompleta ou Parcialmente Correta (RI/PC); Resposta Errada (RE) e Resposta em Branco (RB). Para uma melhor análise dos dados, foi realizado um somatório de todas as respostas contidas em cada uma das categorias, sendo o quantitativo total dos Grupos 1 e 2 igual a 70 e do Grupo 3 igual a 75 questões, sendo os resultados dos números de acertos de cada grupo apresentados na forma de valores de porcentagens. Além das porcentagens de cada uma das categorias em cada um dos dois momentos (antes e após a aplicação da proposta pedagógica), também foram apresentadas respostas de alguns alunos que participaram da aplicação do presente trabalho. Cada aluno foi identificado com um código, constituído pela sigla do grupo ao qual pertenceu - G1 (Grupo 1); G2 (Grupo 2) ou G3 (Grupo 3) - seguida de uma letra do alfabeto, para diferenciar aqueles pertencentes a um mesmo grupo. Após categorização das respostas; realizada considerando os conteúdos científicos disponíveis nos livros didáticos de Química, em especial, ao Livro: Química: A Ciência Central por Brown et al. (2005); as respostas das perguntas teóricas foram analisadas individualmente antes e após a realização dos experimentos, sendo verificado ou não um aumento na evolução conceitual das respostas. Durante essa análise foram coletadas informações que sugerem a diferenciação entre conceitos de forma mais clara e significativa e a reconciliação integrativa entre as informações presentes na estrutura cognitiva dos discentes.

O segundo questionário, denominado de Questionário de Opinião, foi composto por perguntas abertas e fechadas, sendo aplicado ao final da última aula experimental, com o objetivo de coletar a opinião dos alunos com relação às abordagens experimentais realizadas. Como os três grupos tiveram contato com as três abordagens, porém em conteúdos diferentes, considerou-se ser possível identificar se eles preferiram determinada abordagem, por si mesma ou devido aos conteúdos/experimentos trabalhados. Além disso, por meio desse questionário, buscou-se conhecer qual das três abordagens contribuiu mais para as suas aprendizagens. O referido questionário foi analisado por meio de uma análise qualitativa dos dados, em que após uma leitura minuciosa das respostas dos discentes, elas foram organizadas e exemplificadas em tabelas e discutidas conforme o referencial teórico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos questionários de conteúdo, aplicados antes e após as aulas sobre Reações Redox, Pilhas e Eletrólise, permitiu identificar como os estudantes compreenderam os principais conceitos trabalhados em cada subtema durante o curso. Já o Questionário de Opinião teve como objetivo coletar a percepção dos discentes sobre as atividades experimentais realizadas, permitindo uma reflexão sobre o impacto que diferentes abordagens experimentais possuem sobre o processo de aprendizagem. Sendo essas análises apresentadas nessa seção desse manuscrito.

3.1 Análise dos questionários sobre os conteúdos trabalhados

3.1.1 Análise do Questionário de Conteúdo sobre Reações Redox

Os dados obtidos dos questionários aplicados antes e após a experimentação podem ser observados na Tabela 2. Cabe ressaltar que todos os alunos que participaram do curso já haviam estudado o conteúdo de Reações Redox de forma teórica durante o curso Técnico em Química. Sendo assim, esse conteúdo, dentre os três abordados nesta pesquisa, foi o que os alunos possuíam mais familiaridade e, possivelmente, maior facilidade, visto que é o conteúdo que demanda menor complexidade conceitual e reduzida dependência de cálculos. Apesar disso, ainda assim, apresenta elevada carga simbólica, envolvendo aspectos macroscópicos e submicroscópicos da matéria, o que torna o aprendizado desse conteúdo um desafio, conforme Albano e Delou (2024) destacam para o Ensino de Química de modo geral. Desse modo, era esperado que os alunos apresentassem desempenho superior nas aulas referentes às Reações Redox.

Tabela 2 – Porcentagens para as categorias do Questionário de Conteúdo antes e após a realização das aulas experimentais sobre Reações Redox.

Identificação do grupo	Abordagem	RC (%)		RI/PC (%)		RE (%)		RB (%)	
		Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Grupo 1	Demonstrativa	32,8	61,4	18,6	20,0	14,3	15,7	34,3	2,8
Grupo 2	Descritiva	32,9	62,9	28,6	17,1	21,4	15,7	17,1	4,3
Grupo 3	Investigativa	50,7	74,7	14,7	18,7	21,3	4,0	13,3	2,6

RC - Resposta Correta; RI/PC - Resposta Incompleta ou Parcialmente Correta; RE - Resposta Errada; RB - Resposta em Branco.
Fonte: Elaboração própria.

Analisando os dados expostos na Tabela 2, pode-se perceber que todos os grupos possuíam um conhecimento prévio acerca do conteúdo abordado, pois alguns conseguiram responder

corretamente as perguntas presentes no questionário aplicado antes das experimentações. Os Grupos 1 e 2, que realizaram os experimentos sobre Reações Redox por meio das abordagens demonstrativa e descritiva, respectivamente, apresentaram resultados semelhantes após a aula. Esse fato indica que ambas as metodologias contribuíram positivamente para a aprendizagem dos estudantes. Contudo, o Grupo 3, que realizou os experimentos de forma investigativa, apresentou um quantitativo de acertos superior aos demais grupos, tanto antes (50,7 %) como após a intervenção realizada (74,7 %). Vale ressaltar que a porcentagem de RC antes da intervenção realizada provavelmente foi o aspecto decisivo para a porcentagem total de acertos do Grupo 3 ser superior à dos demais grupos analisados.

A quantidade de respostas incompletas ou parcialmente corretas apresentou um pequeno aumento nos Grupos 1 e 3, enquanto no Grupo 2 foi identificada uma redução, conforme pode ser observada na Tabela 2. Já as respostas em branco diminuíram significativamente em todos os grupos após a aula experimental, sendo os resultados obtidos semelhantes para todos os grupos. As respostas classificadas como erradas (RE) também reduziram de forma significativa para os três grupos, porém o Grupo 3, que apresentou uma abordagem experimental investigativa, apresentou um resultado mais satisfatório quando comparado aos demais grupos, visto que a porcentagem de RE reduziu significativamente, sendo observado 21,3 %, antes da aula experimental, e apenas 4,0 %, após uma semana da realização da referida aula.

Outro ponto a ser destacado é a evolução conceitual que os alunos de cada grupo apresentaram. Nos três grupos foram observadas respostas mais claras e/ou elaboradas após a intervenção experimental realizada. Considerando as questões teóricas 1 e 5, o Grupo 1 apresentou um total de quatro respostas mais claras e/ou elaboradas após a aula experimental, enquanto os Grupos 2 e 3 apresentaram cinco e oito respostas, respectivamente. Esse aumento evidencia que a intervenção, independentemente da abordagem utilizada, contribuiu para uma melhora qualitativa das respostas. Alguns exemplos de evolução conceitual podem ser observados nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3 – Exemplos de resposta dos alunos para a Questão 1 do questionário sobre Reações Redox que apresentaram maior clareza e/ou elaboração na explicação após a aula experimental.

Questão 1: O que você compreende como reações redox? Explique, com suas palavras, como esta ocorre, detalhadamente.	
Aluno G1B	Resposta Questionário Prévio: <i>“São reações que ocorrem perda de elétrons.”</i>
	Resposta Questionário Após: <i>“Reação na qual uma espécie química recebe elétrons de outra substância fazendo com que a mesma oxide perdendo seus elétrons.”</i>
Aluno G2D	Resposta Questionário Prévio: <i>“Reações de oxirredução, onde são doados, transferidos elétrons entre os compostos.”</i>
	Resposta Questionário Após: <i>“Reação em que há perda e ganho de elétrons, uma substância oxida, e outra reduz, a substância que oxida é chamada de agente redutor, pois causa a redução da outra, o que também ocorre inversamente.”</i>
Aluno G3D	Resposta Questionário Prévio: <i>“São reações onde ocorre a redução ou oxidação de compostos, tendo agente oxidante e agente redutor.”</i>
	Resposta Questionário Após: <i>“São reações onde há oxidação ou redução de compostos onde eles aumentam ou diminuem seu NOX. Quando um composto oxida, é agente redutor e o que sofre a redução, é o agente oxidante. Isto porque o composto provoca a redução ou a oxidação de outro composto.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 4 - Exemplos de resposta dos alunos para a Questão 5 do questionário sobre Reações Redox que apresentaram maior clareza e/ou elaboração na explicação após a aula experimental.

Questão 5: Uma mesma substância pode ser oxidada ou reduzida, em reações diferentes. Por que isto ocorre?	
Aluno G1D	Resposta Questionário Prévio: “Pois depende do tipo de reação que ocorre entre os compostos e a tendência a perder ou ganhar elétrons de cada substância.”
	Resposta Questionário Após: “Devido o potencial de redução e oxidação de cada elemento, vai depender do potencial dos reagentes e qual vai prevalecer na reação.”
Aluno G2F	Resposta Questionário Prévio: “Pois depende da outra substância da reação e sua energia livre de Gibbs (ΔG).”
	Resposta Questionário Após: “Isto ocorre devido a diferença de energia livre (ΔG) envolvida nas reações, por isso um mesmo elemento que oxida em uma reação, pode ser reduzido em outra.”
Aluno G3B	Resposta Questionário Prévio: “Isto ocorre porque depende do meio em que a reação ocorre, e a presença de outros.”
	Resposta Questionário Após: “Isso ocorre pois depende do outro elemento em que está interagindo, se ele terá o potencial de redução ou oxidação maior.”

Fonte: Elaboração própria.

3.1.2 Análise do Questionário de Conteúdo sobre Pilhas

As aulas experimentais sobre Pilhas ocorreram na segunda semana do curso de curta duração realizado. Antes do início da aula os alunos de cada grupo responderam ao questionário prévio envolvendo questões abertas sobre o subtema “Pilhas”, sendo o mesmo questionário reaplicado uma semana após a realização dos experimentos. Os questionários foram analisados de forma similar ao questionário anterior e os dados obtidos estão dispostos na Tabela 3. Cabe ressaltar que o conteúdo em questão faz parte do final da ementa da disciplina de Físico-Química II, do módulo III do curso Técnico locus dessa pesquisa. Desse modo, alguns alunos ainda não tinham estudado esse conteúdo no curso Técnico em Química. Apenas os alunos do módulo IV já haviam estudado o referido subtema de forma completa.

Tabela 3 – Porcentagens para as categorias do Questionário de Conteúdo antes e após a realização das aulas experimentais sobre Pilhas.

Identificação do grupo	Abordagem	RC (%)		RI/PC (%)		RE (%)		RB (%)	
		Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Grupo 1	Descritiva	22,8	60,0	24,3	22,9	12,8	7,1	40,0	10,0
Grupo 2	Investigativa	31,4	62,8	18,6	24,3	11,4	8,6	38,6	4,3
Grupo 3	Demonstrativa	28,0	58,7	21,3	37,3	29,4	1,3	21,3	2,7

RC - Resposta Correta; RI/PC - Resposta Incompleta ou Parcialmente Correta; RE - Resposta Errada; RB - Resposta em Branco.

Fonte: Elaboração própria.

Contudo, todos os grupos eram compostos, em sua maioria, por alunos que já haviam concluído o Ensino Médio, como é possível observar no Gráfico 1. Além disso, os alunos dos módulos II e III já haviam tido contato com alguns aspectos teóricos sobre Eletroquímica na disciplina de Química Inorgânica Aplicada. Portanto a maioria dos alunos, possivelmente, já havia visto algo sobre o conteúdo em algum momento de sua trajetória escolar. Assim, é possível inferir que os discentes apresentavam algum grau de conhecimento prévio sobre os aspectos inerentes ao subtema “Pilhas”. Somado a isso, o referido subtema apresenta uma grande aplicabilidade no cotidiano dos discentes. Mesmo que alguns deles ainda não possuíssem informações científicas consolidadas sobre o assunto, era possível que utilizassem conhecimentos cotidianos já presentes em seu repertório cognitivo para auxiliar na construção do conhecimento durante a intervenção experimental realizada e na resolução dos questionários, principalmente antes dos experimentos.

Por meio dos dados apresentados na Tabela 3 pode-se perceber que alguns alunos possuíam conhecimentos prévios sobre o subtema em questão, assim como esperado previamente. Tal fato é confirmado pelo considerável quantitativo de RC e RI/PC observadas nos três grupos antes da intervenção ser realizada, sendo observados valores entre 18 e 32 %. A quantidade de RC aumentou significativamente para os três grupos após a realização das aulas experimentais, sendo observada uma porcentagem semelhante de acertos entre eles. Apesar disso, o Grupo 2, que realizou os experimentos de forma investigativa, apresentou um percentual levemente superior aos demais (62,8 %), sendo seguido pelo Grupo 1 (60,0 %) e, pelo Grupo 3 (58,7 %), cujos experimentos foram realizados de forma descritiva e demonstrativa, respectivamente.

As RI/PC apresentaram uma pequena redução no Grupo 1 e um aumento nos demais grupos, sendo que no Grupo 3, que realizou a experimentação demonstrativa, esse aumento foi superior aos demais. As RE apresentaram redução em todos os três grupos, mas no Grupo 3 essa redução foi mais significativa que nos demais. Em relação às RB, todos os grupos apresentaram uma considerável redução após as aulas experimentais.

A quantidade de respostas em branco no questionário prévio sobre Pilhas (Tabela 3) foi superior a quantidade obtida no questionário prévio sobre Reações Redox (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo fato de o questionário sobre Pilhas apresentar questões envolvendo cálculos, além do fato de que alunos dos módulos II e III ainda não haviam estudado esse conteúdo. Os alunos, geralmente, possuem uma repulsa com os conteúdos que envolvam cálculos matemáticos básicos, pois, como apontam Santos et al. (2013), a falta de base de conteúdos básicos de Matemática, torna o ensino e aprendizagem de Química ainda mais difícil. Esse fato também foi observado para os resultados obtidos após a análise do questionário realizado para o subtema Eletrólise, conforme observado mais adiante nessa mesma seção.

Considerando somente as questões que não envolviam cálculos, ou seja, as Questões 1 e 2 do questionário sobre Pilhas, em todos os grupos foram observados sinais de evolução conceitual, exceto para o Grupo 3, em que só foi encontrada evolução conceitual para a primeira questão do referido questionário. Os Grupos 1 e 3 apresentaram um total de quatro respostas mais elaboradas e/ou mais claras após a intervenção realizada para essas questões. Já no Grupo 2 foram detectadas seis respostas com evolução conceitual, sendo esse grupo o que realizou a abordagem experimental de forma investigativa. Algumas dessas podem ser vistas nos Quadros 5 e 6, sendo possível verificar que o grupo que realizou os experimentos sobre Pilhas de forma investigativa (Grupo 2), foi o que apresentou respostas mais claras e elaboradas no questionário após a aula experimental. Essa constatação também foi observada com o grupo que realizou os experimentos sobre Reações Redox, de forma investigativa.

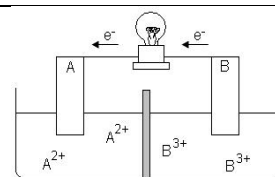
Quadro 5 –Exemplos de respostas dos alunos para a Questão 1 do questionário sobre Pilha que apresentaram maior clareza e/ou elaboração na explicação após a aula experimental.

Questão 1: O que você entende por pilha? Explique com suas palavras.	
Aluno G1F	Resposta do questionário prévio: “São reações eletroquímicas, ou seja, um elemento perde elétrons e ou ganha, ocorrendo de forma espontânea.”
	Resposta do questionário após: “São reações redox, onde um reagente reduz e outro oxida, que tem como objetivo gerar energia, visto que há o transporte de e^- de forma espontânea.”
Aluno G2G	Resposta do questionário prévio: “Pilha é como uma bateria, onde ocorre transferência de elétrons.”
	Resposta do questionário após: “Pilha são reações redox que ocorrem espontaneamente, transformando energia química em elétrica.”
Aluno G3C	Resposta do questionário prévio: “É um sistema ligado por uma ponte salina onde um elemento vai reduzir (anodo), e outra oxida (catodo).”
	Resposta do questionário após: “É um sistema que gera energia elétrica. Como visto possui um anodo que doa os elétrons, e um catodo que recebe os elétrons.”

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 6 –Exemplos de respostas dos alunos para a Questão 2 do questionário sobre Pilha que apresentaram maior clareza e/ou elaboração na explicação após a aula experimental.

Questão 2: O esquema ao lado representa uma pilha. Indique qual eletrodo é o catodo e qual é o anodo e explique o porquê da sua escolha.	
Aluno G1E	Resposta do questionário prévio: “O anodo é o lado B, que perde elétrons para o lado A. O lado A, portanto, é o catodo, que recebe elétrons (Anodo – oxida) (Catodo – reduz).”
	Resposta do questionário após: “O eletrodo A é o catodo, pois o meio está ganhando elétrons, ou seja, reduzindo. O eletrodo B, portanto, é o anodo, que oxida, ou sea, cede elétrons para o eletrodo A.”
Aluno G2D	Resposta do questionário prévio: “A – Catodo, B – anodo, pois os elétrons saem da região B, onde se encontram os ânions.”
	Resposta do questionário após: “A – catodo e B – anodo. No anodo ocorre a oxidação e no catodo a redução, por isso os elétrons saem do anodo em direção ao catodo.”



Fonte: Elaboração própria.

3.1.3 Análise do Questionário de Conteúdo sobre Eletrólise

As aulas experimentais sobre Eletrólise ocorreram na última semana do curso. Os questionários foram analisados e os dados obtidos estão dispostos na Tabela 4, sendo possível observar uma porcentagem de acertos inferior aos resultados apresentados para os questionários de Reações Redox (Tabela 2) e Pilhas (Tabela 3). Assim como o conteúdo sobre Pilhas, o tema Eletrólise é estudado pelos alunos na disciplina de Físico-Química II, ao final do módulo III, e, de forma sucinta, no módulo II na disciplina de Química Inorgânica Aplicada. Apesar disso, esperava-se que os

discentes encontrassem maior dificuldade nesse subtópico, principalmente devido aos cálculos que são comuns nesse conteúdo e à necessidade dos discentes já conhecerem aspectos teóricos relacionados ao conteúdo sobre Pilhas.

Tabela 4 – Porcentagens para as categorias dos Questionários de Conteúdos antes e após a realização das aulas experimentais sobre Eletrólise.

Identificação do grupo	Abordagem	RC (%)		RI/PC (%)		RE (%)		RB (%)	
		Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Grupo 1	Investigativa	8,6	44,3	17,1	24,3	25,7	25,7	48,6	5,7
Grupo 2	Demonstrativa	12,8	37,1	14,3	18,6	17,2	42,9	55,7	1,4
Grupo 3	Descritiva	8,0	40,0	12,0	20,0	28,0	32,0	52,0	8,0

RC - Resposta Correta; RI/PC - Resposta Incompleta ou Parcialmente Correta; RE - Resposta Errada; RB - Resposta em Branco.

Fonte: Elaboração própria.

Analisando os dados da Tabela 4, pode-se notar um grande avanço em termos de quantidade de respostas corretas após as aulas experimentais, sendo possível observar que o Grupo 1, que realizou os experimentos de forma investigativa, apresentou uma porcentagem de acertos superior (44,3 %) aos demais grupos após a realização da aula experimental. Já os Grupos 2 e 3 obtiveram percentuais de 37,1 % e 40,0 % após a intervenção experimental demonstrativa e descritiva, respectivamente.

A quantidade de respostas em branco no questionário prévio para este conteúdo foi consideravelmente superior àquela observada nas outras aulas, mostrando mais uma vez a dificuldade encontrada pelos alunos no conteúdo de Eletrólise. Porém foi observada uma grande redução da porcentagem de RB após a aula experimental realizada, o que implicou em um aumento das RI/PC. Esse fato também promoveu um aumento na porcentagem de RE em todos os casos, exceto no Grupo 1 cuja quantidade de respostas erradas permaneceu inalterada, sendo esse o grupo que realizou a proposta pedagógica com viés investigativo. Isso demonstra que as aulas experimentais permitiram que muitos alunos ao menos tentassem responder as questões, mas nem todos de forma completamente correta.

Quanto às questões teóricas, foram encontradas poucas respostas em todos os grupos que pudessem indicar uma evolução conceitual, uma vez que houve um grande quantitativo de respostas em branco e erradas no questionário prévio. Foi possível encontrar respostas com evolução conceitual apenas para a Questão 1, que solicitava a definição de Eletrólise. Sendo verificada somente uma resposta mais clara após a aula experimental para Grupo 1, além de quatro e duas respostas mais completas para os Grupos 2 e 3, respectivamente. Algumas dessas respostas podem ser verificadas no Quadro 7.

Quadro 7 –Exemplos de respostas dos alunos para a Questão 1 do questionário sobre Eletrólise que apresentaram maior clareza e/ou elaboração na explicação após a aula experimental.

Questão 1: Explique com suas palavras o que você compreende por eletrólise.	
Aluno G1I	Resposta do questionário prévio: “ <i>Uma reação que só ocorre quando há eletricidade.</i> ”
	Resposta do questionário após: “ <i>É uma reação de redox que não ocorre espontaneamente, precisando de uma fonte elétrica para ocorrer.</i> ”
Aluno G2D	Resposta do questionário prévio: “ <i>Reações redox não espontâneas, conversão de energia elétrica em energia química.</i> ”
	Resposta do questionário após: “ <i>Processo de conversão de energia elétrica em energia química. São reações não espontâneas que só ocorrem por conta do fornecimento de eletricidade.</i> ”
Aluno G3F	Resposta do questionário prévio: “ <i>reação de oxirredução não espontânea.</i> ”
	Resposta do questionário após: “ <i>Reações químicas não espontâneas, converte energia elétrica em química.</i> ”

Fonte: Elaboração própria.

3.1.4 Análise comparativa das contribuições das três abordagens

Conforme apresentado anteriormente, de forma separada para cada um dos três subtópicos do curso de curta duração (Reações Redox, Pilha e Eletrólise), verificou-se que todas as abordagens experimentais resultaram em um certo grau de melhora no desempenho dos discentes. Por mais que em alguns casos a diferença não tenha sido tão discrepante, verificou-se que a abordagem investigativa se destacou em todos os grupos, apresentando melhores resultados, principalmente, em termos de aumento das porcentagens de RC e diminuição das porcentagens de RE. A fim de evidenciar tal fato, foi realizada uma análise por abordagem experimental independentemente do tipo de conteúdo ministrado. Para isso realizou-se o somatório de todos os dados obtidos em cada grupo para cada abordagem experimental, sendo observado um total de 215 respostas para cada tipo de abordagem, sendo os resultados obtidos dispostos na Tabela 5 e evidenciados nos Gráficos 2 e 3 com o intuito de melhor visualização dos dados obtidos.

Tabela 5 – Análise dos questionários por abordagem experimental.

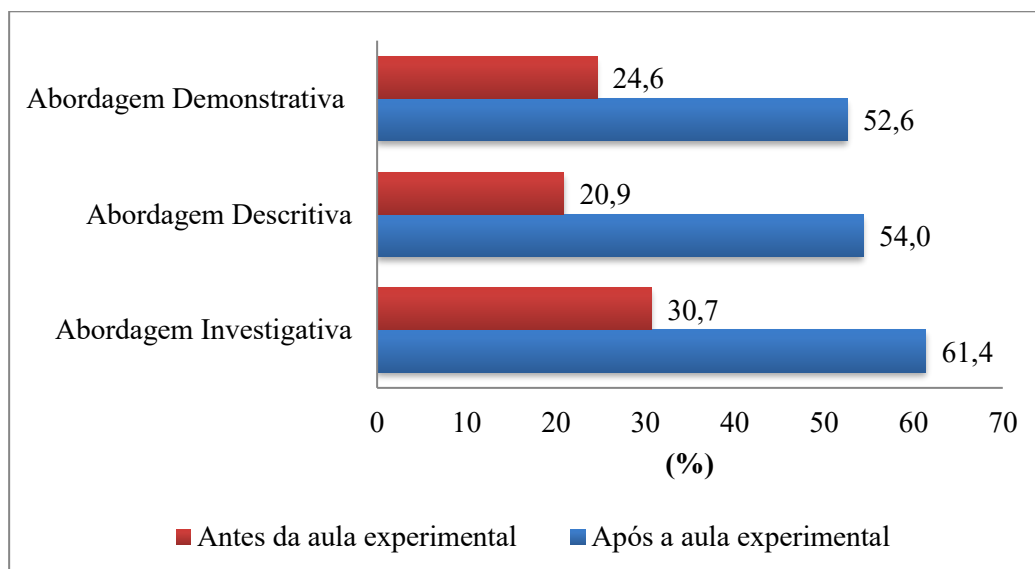
Tipo de abordagem	Dados* Totais	RC (%)		RI/PC (%)		RE (%)		RB (%)	
		Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Demonstrativa	215	24,6	52,6	18,6	25,6	20,0	19,5	36,7	2,3
Descritiva	215	20,9	54,0	21,4	20,0	20,9	18,6	36,8	7,4
Investigativa	215	30,7	61,4	16,8	21,8	19,5	12,6	33,0	4,2

RC - Resposta Correta; RI/PC - Resposta Incompleta ou Parcialmente Correta; RE - Resposta Errada; RB - Resposta em Branco.

* Dados Totais = (Número de questões realizadas para cada abordagem x Número Total de discentes)
= 5 x 43 = 215.

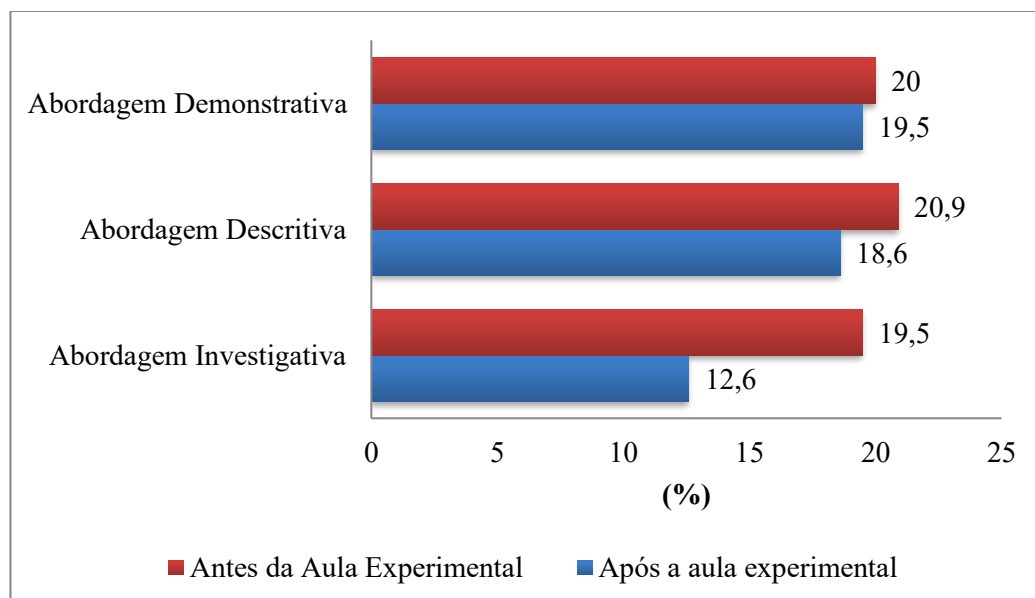
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 2 – Comparativo das Respostas Corretas (RC) por abordagem experimental.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3 – Comparativo das Respostas Erradas (RE) por abordagem experimental.



Fonte: Elaboração própria.

Na tabela anterior é possível notar que a abordagem investigativa apresentou a maior porcentagem de RC após a intervenção experimental realizada, sendo verificada uma porcentagem de 61,4 % de acertos após as aulas realizadas. Em seguida, verifica-se a presença da abordagem descritiva com 54,4 % e, por último, a abordagem demonstrativa com uma porcentagem de 52,6 %. Em termos de RE também se observou um maior destaque para a abordagem investigativa, a qual apresentou uma redução para 12,6 % de respostas categorizadas como erradas após a intervenção experimental. Logo após tem-se as aulas descritivas com um percentual de 18,6 % e por último as aulas experimentais demonstrativas com 19,5 % das respostas erradas.

De acordo com Santos e Menezes (2020), a abordagem investigativa na prática docente se destaca em relação às demais, principalmente por promover um caráter investigativo nos discentes, sendo o professor seu orientador no processo de resolução de uma problemática específica. Essa constatação também é observada por meio desta pesquisa, tendo sido verificado que atividades experimentais investigativas também podem ser interessantes para alunos de um curso Técnico em Química, os quais estão acostumados com modelos experimentais descritivos e demonstrativos. Apesar disso, os dados aqui apresentados também indicam um potencial das metodologias que envolvam experimentos descritivos e demonstrativos para esse público-alvo, o que indica que não existe uma única abordagem experimental ideal para todas as situações. Cabe ao professor escolher trabalhar com a abordagem que melhor se adequa aos seus objetivos em sala de aula e, também, ao público-alvo da aprendizagem.

3.2 Análise dos Questionários de Opinião

O Questionário de Opinião foi aplicado na última semana do curso constituindo-se de perguntas abertas e fechadas para que fosse possível coletar as percepções dos alunos sobre as aulas experimentais, mais especificamente sobre o que eles acharam de cada abordagem experimental que tiveram contato ao longo do curso de curta duração. A primeira questão do questionário solicitava que os alunos opinassem, de forma geral, a respeito da contribuição de uma aula experimental para a aprendizagem. Algumas respostas podem ser observadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Exemplos de respostas dos alunos para a Questão 1 do Questionário de Opinião.

Questão 1: Em sua opinião, as aulas experimentais contribuem positivamente para a aprendizagem? Justifique.	
Aluno(a)	Resposta
G3G	<i>“Sim, pois as aulas experimentais ilustram a explicação teórica, facilitam o aprendizado e despertam maior interesse.”</i>
G3B	<i>“Contribuem sim, pois junta a parte teórica com a prática, tornando mais lúdico e de fácil compreensão.”</i>
G2D	<i>“Sim, pois sai do óbvio das aulas teóricas e é uma forma mais lúdica de aprendizado.”</i>
G2H	<i>“Claro, a prática mostra como é legal o conteúdo e como ele está presente no cotidiano, facilitando o aprendizado.”</i>
G1D	<i>“Sim, ajuda bastante no entendimento e visualização das reações, de modo a proporcionar uma melhor clareza.”</i>
G1B	<i>“Sim. Porque, por meio delas, facilita a aprendizagem unindo teoria e prática.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

As respostas dadas pelos alunos para a Questão 1, no geral, apontam que as aulas experimentais são importantes e tendem a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem por unirem prática e teoria, como é possível notar pelos exemplos evidenciados no Quadro 8. As respostas dos alunos estão em concordância com o que afirma Machado (2014), pois indicam a importância da relação entre teoria e prática para um ensino de Química mais significativo e eficaz. A partir dessa relação entre teoria e prática, proporcionada pela aula experimental, os alunos também apontaram que a visualização e compreensão dos conteúdos dessa Ciência abstrata tornam-se mais fácil, além de despertar o interesse para aprender determinado conteúdo, assim como aponta Giordan (1999).

A segunda questão do referido questionário solicitava aos alunos que apontassem qual(is) atividade(s) experimental(is), dentre as realizadas durante o curso eles mais haviam gostado. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 6. Como os alunos podiam marcar mais de uma opção, o quantitativo total de respostas por grupo ultrapassa a quantidade de alunos.

Tabela 6 - Análise da Questão 2 do Questionário de Opinião.

Identificação do grupo	Reações redox	Pilha	Eletrólise	Todos
Grupo 1 (n=14)	1 ^a	7 ^b	5 ^c	2
Grupo 2 (n=14)	9 ^b	5 ^c	1 ^a	0
Grupo 3 (n=15)	11 ^c	0 ^a	2 ^b	3

n = número de alunos por grupo; a – Abordagem Demonstrativa; b – Abordagem Demonstrativa; c – Abordagem Investigativa.

Fonte: Elaboração própria.

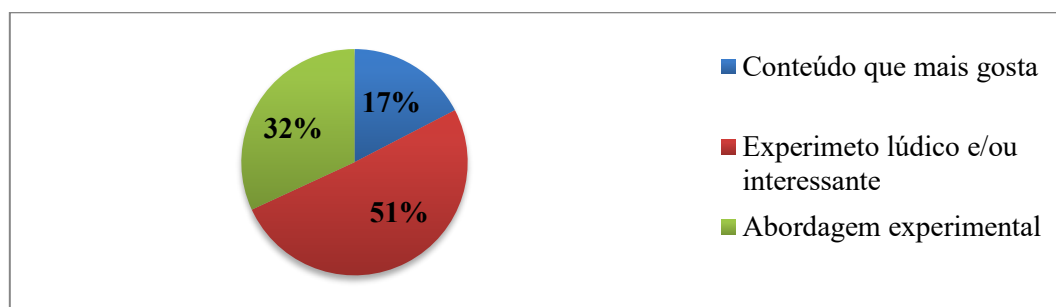
Era esperado que os experimentos sobre reações redox fossem aqueles de maior preferência entre os alunos de todos os grupos, uma vez que envolviam produção de fogo, explosões e mudanças de cor, caracterizando-se como atividades mais lúdicas. De modo geral, apesar de algumas críticas, as atividades lúdicas demonstram potencial para ampliar o interesse discente, favorecendo o engajamento dos estudantes na prática educativa (Soares, 2016; Felício & Soares, 2018). No entanto, conforme argumentam Garcez & Soares (2017), o fato de um estudante apreciar uma atividade lúdica não garante, por si só, um aumento no potencial pedagógico dessa atividade, considerando que o simples afastamento do modelo tradicional de quadro e giz já tende a elevar o interesse dos alunos. Contudo, na pesquisa realizada o processo de selecionar uma das abordagens — após terem vivenciado os três tipos propostos — difere substancialmente de apenas comparar a ausência e a presença de uma atividade lúdica. Ademais, os dados referentes ao interesse dos estudantes estão articulados aos resultados dos questionários de conteúdo, e nenhuma das abordagens experimentais foi considerada ineficaz. Sendo assim, o ato de destacar qual atividade foi mais interessante para cada discente, relacionando esses dados com os resultados dos Questionários de Conteúdo, demonstra um resultado interessante na busca por uma aprendizagem mais efetiva e significativa, assim como preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1978), segundo a qual o interesse do estudante constitui um fator determinante para a aprendizagem (Batista & Terra, 2025).

Como pode ser visto na Tabela 6, as Reações Redox foram as preferidas dos Grupos 2 e 3, que realizaram tais experimentos de forma descritiva e investigativa, respectivamente. Já no Grupo 1, que realizou esses experimentos de forma demonstrativa, houve apenas um aluno que se interessou

mais por esses experimentos. Da mesma forma ocorreu nos demais grupos, os experimentos que os Grupos 2 e 3 realizaram de forma demonstrativa, Eletrólise e Pilhas, respectivamente, foram os menos apontados como preferidos entre os alunos de cada um desses grupos. Cabe destacar que o fato da maioria dos alunos do Grupo 1 ter preferido a aula sobre Pilhas, pode explicar por que esse grupo não ter apresentado resultados tão satisfatórios em relação a evolução conceitual na aula investigativa.

Na Questão 3 os alunos deveriam apontar o(s) motivo(s) para a escolha do experimento que mais o agradou durante a intervenção pedagógica realizada. Os discentes poderiam assinalar três opções básicas, ou destacar algum outro motivo que os levou a selecionar o experimento na questão anterior. Dentre as opções os alunos tinham as seguintes opções: “Porque é o conteúdo de que eu mais gosto”; “Porque o experimento foi mais lúdico e/ou interessante”; “Por causa da forma como o experimento foi realizado”; “Outros”. No geral, os alunos apontaram que as escolhas da Questão 2 foram realizadas pela forma que os experimentos foram realizados, ou seja, de acordo com a abordagem experimental adotada e pelo fato dos experimentos serem mais lúdicos e/ou interessantes (Gráfico 4). Com isso pode-se perceber que a abordagem experimental que menos agradou os alunos foi a demonstrativa. Acredita-se que o fato dos alunos não se agradarem tanto pela abordagem demonstrativa está intimamente ligado à sua aprendizagem, visto que alunos que estão mais imersos nas aulas podem apresentar resultados de aprendizagem mais significativos.

Gráfico 4 – Justificativa dos alunos para escolha do experimento que eles mais gostaram.

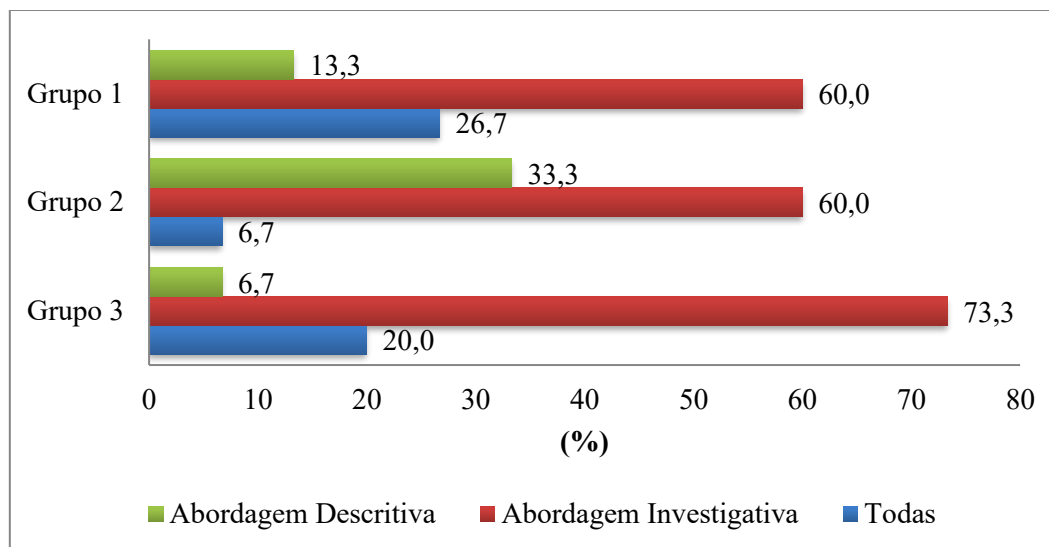


Fonte: Elaboração própria.

A última questão deste questionário solicitava a opinião dos alunos sobre qual das abordagens experimentais proporcionou maior aprendizado a eles, além disso, era solicitada uma justificativa para a escolha realizada. A questão apresentava uma opção de resposta que dizia que todas as abordagens contribuíram igualmente para o aprendizado, além de uma opção para cada abordagem, sendo assim alguns discentes poderiam optar por todas as abordagens experimentais utilizadas. Os dados obtidos para essa questão se encontram no Gráfico 5.

Como o trabalho foi aplicado a alunos do Curso Técnico em Química, esperava-se que a maioria fosse preferir e apontar a abordagem descritiva como aquela com a qual conseguiram aprender mais, por ser a abordagem que eles mais possuem contato ao longo de todo o curso. Contudo, como é possível notar no Gráfico 5, a grande maioria dos alunos de todos os grupos apontou que conseguiu aprender mais com a abordagem investigativa. Tal resultado mostra que grande parte dos alunos conseguiu sair de sua zona de conforto e recebeu de forma muito positiva uma abordagem experimental diferente do habitual. Mas também houve alguns alunos que destacaram que a descritiva foi a melhor. Já em relação a abordagem demonstrativa, nenhum aluno marcou somente essa como sendo a melhor, porém foram encontrados alunos que apontaram que todas as abordagens contribuíram igualmente para sua aprendizagem. Nos Quadros 9, 10 e 11 é possível visualizar as justificativas que alguns alunos deram para suas escolhas nessa questão.

Gráfico 5 – Comparativo da opinião dos alunos em relação ao tipo de abordagem que mais contribuiu para a aprendizagem deles.



Fonte: Elaboração própria.

Quadro 9 - Justificativa dos alunos para a escolha da abordagem descritiva na Questão 4 do Questionário de Opinião.

Aluno(a)	Resposta
G1I	<i>“Pois seguindo a ordem após o entendimento da teoria, você observa melhor e possui entendimento das normas de segurança.”</i>
G2K	<i>“Pois é mais tranquilo e seguro de realizar o experimento, pois você sabe corretamente o que fazer.”</i>
G2F	<i>“Pois é mais seguro e de maior compreensão, por ter um material a seguir.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 10 - Justificativa dos alunos para a escolha da abordagem investigativa na Questão 4 do Questionário de Opinião.

Aluno(a)	Resposta
G2E	<i>“Devido aos alunos poderem debater seus pontos de vista em relação à prática, dessa forma todos conseguem compreender como a prática foi realizada de maneira mais eficaz.”</i>
G2D	<i>“A abordagem investigativa nos fez pensar mais a respeito do experimento que iria acontecer, diferente do descritivo, que só seguimos roteiro.”</i>
G2L	<i>“Porque nos fez encontrar o problema, pensar na solução e desenvolver um método e comprovar, isso me faz sentir mais capaz e seguro. Me sinto um cientista.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 11 - Justificativa dos alunos para a escolha de todas as abordagens na Questão 4 do Questionário de Opinião.

Aluno(a)	Resposta
G3D	<i>“Além de termos feito experimentos com roteiros ou sem e termos aprendido como realizá-los, é essencial que também seja ensinado observando os professores fazendo para entender melhor.”</i>
G1A	<i>“Pois observando, fazendo e pensando a forma de resolver o problema contribuíram de alguma maneira para o meu aprendizado.”</i>
G3B	<i>“A abordagem investigativa torna mais fácil a compreensão, pois os alunos precisam estar mais atentos e precisam participar. Tornando assim, a aula bem mais dinâmica. Entretanto, todas contribuem para o aprendizado, porque a explicação é a parte principal.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

O principal motivo da escolha da abordagem descritiva foi o fato dos alunos se sentirem mais seguros para realizarem os experimentos se eles souberem o passo a passo a ser seguido, como mostram as respostas que constam no Quadro 9. Como essa abordagem é a utilizada desde o primeiro contato dos alunos do Curso Técnico em Química com o laboratório – onde eles aprendem como manusear vidrarias e equipamentos, além das técnicas de segurança – é compreensível que eles se sintam mais seguros realizando os experimentos dessa forma, pois foi como eles aprenderam a vivenciar os laboratórios de análise química.

Os alunos que gostaram de realizar as aulas sem terem roteiros definidos; ou seja, aqueles que gostaram da abordagem investigativa; apontaram diversos fatores para essa escolha. Esses discentes, mesmo sem nunca terem tido contato com esse tipo de abordagem experimental, conseguiram compreender e perceber as contribuições proporcionadas por essa abordagem, assim como destaca Oliveira (2010). Isso pode ser visto nos exemplos expostos no Quadro 10, onde os alunos apontam que a aula investigativa contribuiu mais para o aprendizado deles por tê-los feito pensar e discutir com os colegas sobre a problemática imposta, tornando a aula mais dinâmica e interessante. Isso também pode ser observado ao analisar a reação que os alunos tiveram frente as diferentes abordagens. Nas aulas investigativas era perceptível a empolgação dos alunos em debater com os colegas e levantar hipóteses para solucionar a problemática.

No Quadro 11 é possível observar a justificativa dos alunos para a escolha de todas as abordagens. Os alunos apontam que observar também é importante para aprender, portanto a abordagem demonstrativa não pode ser descartada, ela também possui sua utilidade e importância, principalmente quando se tem pouco material e muitos alunos. A partir da observação, o aluno se torna mais capaz de realizar o experimento por conta própria, podendo seguir para uma abordagem mais complexa, como a descritiva e a investigativa, assim como aponta Oliveira (2010).

4 CONCLUSÕES

De acordo com os dados discutidos, a abordagem experimental investigativa apresentou melhores resultados quando comparada as demais abordagens em todos os conteúdos, independente do grupo de alunos. A partir disso, é possível concluir que tal abordagem fez com que o conteúdo trabalhado ficasse retido por mais tempo na estrutura cognitiva dos alunos, uma vez que os

questionários sobre cada conteúdo foram respondidos novamente uma semana após a realização de cada aula experimental, o que indica indícios de uma aprendizagem mais significativa. Falando ainda em termos de uma aprendizagem menos memorística e mais significativa, a abordagem investigativa demonstrou ser mais eficaz, pois, em todas as aulas utilizando essa abordagem, foi encontrado um quantitativo de respostas com evolução conceitual maior do que nas aulas demonstrativas e descritivas. Esse fato mostre-se ainda mais interessante pelo público-alvo foco dessa pesquisa, visto que na literatura não se observam muitas pesquisas com alunos de cursos técnicos profissionalizantes concomitantes e subsequentes em Química, os quais estão acostumados a utilizarem abordagens experimentais basicamente descritivas e demonstrativas durante toda a sua formação.

O fato de alguns alunos terem preferido a abordagem descritiva mostra que o tipo de abordagem mais eficaz para o processo de ensino e aprendizagem também depende do perfil do aluno. Desse modo, uma aula experimental investigativa, possivelmente, não irá proporcionar uma aprendizagem mais eficaz para todos os alunos de um mesmo grupo, por mais que esta demonstre resultados mais significativos, no geral. Portanto, cabe ao docente selecionar o tipo de abordagem para cada público-alvo, tendo em mente que diversos fatores interferem no resultado positivo que uma aula experimental proporciona, tais como: interesse do aluno pelo conteúdo; o quão lúdico e interessante o experimento é; e a familiaridade do aluno com as aulas experimentais.

No mais, também se conclui que, baseado na comparação dos dados obtidos antes e após as aulas experimentais, é possível afirmar que a experimentação, independente da abordagem, contribui positivamente para o ensino de Química, visto que todos os grupos apresentaram resultados positivos após as aulas de todos os conteúdos trabalhados. Desta forma, todas as abordagens experimentais são importantes e válidas, não devendo descartar nenhuma delas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albano, W. M.; Delou, C. M. C. (2024). Principais dificuldades descritas na aprendizagem de Química para o Ensino Médio: revisão sistemática. *Debates em Educação*, 16(38), 1-23. Acesso em 06 jan., 2026, <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/16890>
- Araújo, M. S. T.; Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 176-194. Acesso em 06 jan., 2026, scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. 2ª ed. Holt, Rinehart & Winston.
- Ausubel, D. P. (2000). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Tradução de Lígia Teopisto. 1ª ed. Lisboa: Paralelo.
- Batista, J. R.; Terra, W. S. (2025). O uso de Mapas Conceituais como Ferramenta de Avaliação para o Processo de Ensino e Aprendizagem de Conceitos Relacionados à Síntese e Análises Químicas de Fluidos de Perfuração. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, 16(1), 281-302. Acesso em 06 jan., 2026, <https://doi.org/10.31512/encitec.v16i1.799>
- Brown, T. L. LeMay Jr, E. e Bursten, B. E. (2005). *Química : A Ciência Central*. 9ª ed. Pearson
- Felício, C. M.; Soares, M. H. F. B. (2018). Da intencionalidade à responsabilidade lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, 40(3), 160-168. Acesso em 06 jan., 2026, <https://doi.org/jq34>

- Freire, P. (2016). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 53ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Garcez, E. S. C.; Soares, M. H. F. B. (2017). Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1), 183-214. Acesso em 06 jan., 2026, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4438>
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química nova na escola*, 10(10), 43-49. Acesso em 06 jan., 2026, <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química nova na escola*, 31(3), 198-202. Acesso em 06 jan., 2026, http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf
- Lira, A. de L., Velozo, M. C. S., Sobrinho, M. L. L., Silva, L. P. S., Alves, R. F., Lima, L. da S. de e Souza Neto, P. A. de. (2024). Experimentação no ensino de química: um relato de experiência no programa de residência pedagógica. *Cuadernos De Educación Y Desarrollo*, 16(4), 1-23. Acesso em 06 jan., 2026, <https://doi.org/10.55905/cuadv16n4-163>
- Machado, A.H. (2014). *Aula de Química: discurso e conhecimento*. 3ª ed. Rio Grande do Sul: Unijui.
- Matsumoto, L. T. J., Kuwabara, I. H. (2005). A Formação Profissional do Técnico em Química: Caracterização das Origens e Necessidades Atuais. *Química Nova*, 28(2), 350-359. Acesso em 06 jan., 2026, https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol28No2_350_30-ED04011
- Moreira, M. A. (2006). *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Oliveira, J. R. S. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, 12(1), 139-153. Acesso em 06 jan., 2026, <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/viewFile/31/28>
- Pellizari, A., Kriegl, M. de L., Baron, M. P., Finck, N. T. L. L., Dorocinski, S. I. D. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2(1), 37-42. Acesso em 06 jan., 2026, <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>
- Pereira, G. M., Santos, A. S., Cruz, M. de F. S. J. (2023). Aplicação de metodologias diferenciadas no ensino de Ciências, Matemática e Química: da Educação Básica ao Ensino Superior. *Revista Educação Pública* 23(15). Acesso em 06 jan., 2026, <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/15/aplicacao-de-metodologias-diferenciadas-no-ensino-de-ciencias-matematica-e-quimica-da-educacao-basica-ao-ensino-superior>
- Rubega, C. C.; Pacheco, D. (2000). A formação da Mão-de-obra para a Indústria Química: Uma Retrospectiva Histórica. *Ciência & Educação*, 6 (2), 151-166. Acesso em 06 jan., 2026, <https://doi.org/10.1590/S1516-73132000000200006>
- Santos, A. O., Silva, R. P., Andrade, D. Lima, J. P. M. (2013) Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, 9(7), 1-6. Acesso em 06 jan., 2026, <https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/1517/812>

Santos, L. R. dos, e Menezes, J. A. de. (2020). A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica PESQUISEDUCA*, 12(26), 180–207. Acesso em 06 jan., 2026, <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>

Siqueira, M. D. (1999). *Curso de Química: 60 anos de História, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química-UFPR*, Curitiba.

Silva, K. C., Lube, L. M. e Terra, W. S. (2021). Perfil de uma amostra de provas de concursos públicos e pesquisa acerca das perspectivas dos egressos: subsídios para reformulações curriculares de um curso técnico em química? *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(2), 7–35. Acesso em 06 jan., 2026, <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3012>

Silva-Júnior, E. A., Parreira, G. G. (2016). Reflexões sobre a importância da experimentação no Ensino da Química no Ensino Médio. *Tecnia*, 1(1), 67-82. Acesso em 06 jan., 2026, <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnica/article/view/858>

Soares, M. H. F. B. (2016). Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: Uma Discussão Teórica Necessária para Novos Avanços. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 2(2), 5–13. Acesso em 06 jan., 2026, <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1311>

Souza, L. C. A. B., Rocha, E. F., Barth, A., Silva, V. B., Gomes, M. N. (2020). Abordagem CTSA na Formação do Técnico em Química: Análise em Projetos Pedagógicos de Cursos de duas Instituições Públicas Mato-grossenses. *Revista Prática Docente*, 5(2), 1111–1123. Acesso em 06 jan., 2026, <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/451>