

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro De Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Renato César do Carmo Canesso

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO: uma proposta de ensino
sobre Reação Química**

Belo Horizonte

2023

Renato César do Carmo Canesso

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO: uma proposta de ensino
sobre Reação Química**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Dra. Glessyan de Quadros Marques

Belo Horizonte

2023

C221e
TCC

Canesso, Renato César do Carmo, 1986-
Ensino por investigação e experimentação [manuscrito] : uma proposta de ensino sobre reação química / Renato César do Carmo Canesso. -- Belo Horizonte, 2023. 23 f. : enc, il., color.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Glessyan de Quadros Marques.

Bibliografia: f. 22-23.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino. 3. Ciências (Ensino médio) -- Métodos de ensino. 4. Ciências (Ensino médio) -- Métodos experimentais. 5. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio). 6. Química -- Métodos de ensino. 7. Química -- Métodos experimentais. 8. Reações químicas -- Estudo e ensino. 9. Aprendizagem por atividades -- Avaliação. 10. Aprendizagem experimental.

I. Título. II. Marques, Glessyan de Quadros. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO: uma proposta de ensino sobre Reação Química.

Nome do Aluno: Renato César do Carmo Canesso.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 25 de março de 2023, pela banca constituída pelo membros:

Prof^a. Glessyan de Quadros Marques - Orientadora / UFMG
Prof. Célio da Silveira Junior - Leitor Critico / UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2023.

Prof^a. Dr^a. Nilma Soares da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 26/04/2023, às 18:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento

Dedico esse trabalho a todos aqueles professores que, mesmo diante de tantos desafios e dificuldades, acreditam que é possível construir uma educação de qualidade e transformadora.

Agradecimentos

Antes de tudo, agradeço a Deus por me permitir concluir mais essa etapa da minha vida profissional e pessoal. Se não fosse por Ele, nada disso teria acontecido.

Agradeço ao Anderson pela atenção e apoio durante todo o curso, bem como aos professores que me permitiram ampliar meus conhecimentos e me conduziram ao aprimoramento da minha prática pedagógica. Em especial, agradeço a Glessyan por sua orientação precisa e respeitosa, por ter sido essencial e fundamental para conclusão desse artigo.

Agradeço a professora Nilma pelo empenho e dedicação em manter o curso ativo e garantir que cada vez mais os professores possam se especializar e oferecer um ensino de qualidade e que vá ao encontro das necessidades reais dos alunos e da sociedade em que estamos inseridos.

Em especial, deixo minha profunda gratidão à minha orientadora, Glessyan. Sua ajuda com muita paciência e objetividade foi fundamental para que o artigo fosse terminado. Que mais orientadores entendam que seus orientandos estão dispostos a aprender e melhorar, desde que haja quem esteja disposto a verdadeiramente a ensinar.

Por fim, agradeço a UFMG por resistir apesar de tudo!

Seria uma atitude ingênua esperar que as classes dominantes desenvolvessem uma forma de educação que proporcionasse às classes dominadas perceber as injustiças sociais de maneira crítica.

Paulo Freire

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver atividades com abordagem investigativa para o ensino de Reações Químicas. A intervenção didática contou com a participação de 10 alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola particular da região central/metropolitana de Belo Horizonte. É importante ressaltar que essa escola trata-se de uma escola que desenvolve seu currículo a partir da metodologia canadense. Nessa intervenção desenvolvemos atividades sobre reações químicas utilizando experimentação investigativa. A escolha do tema ocorreu devido ao fato de possibilitar estabelecer relações entre a experiência vivida e as reações químicas ocorridas no cotidiano dos alunos, de modo a contribuir com a construção do conhecimento e a aprendizagem na disciplina de Química. As atividades experimentais foram realizadas a partir de uma situação cotidiana, no intuito de que os alunos interagissem de forma ativa com as atividades propostas. Além disso, foram realizadas pesquisas a fim de consolidar conceitos e aprimorar as hipóteses levantadas. Uma questão problema foi inserida com o objetivo de complementar a atividade. Após as atividades propostas, os alunos responderam a um estudo dirigido em relação aos resultados da atividade prática. Foi notado ao longo da intervenção grande entusiasmo dos alunos ao realizarem as atividades, já que eles participaram das atividades de forma ativa e colaborativa durante todo o desenvolvimento da sequência didática. No final do percurso, foi possível observar que a turma, de maneira geral, adquiriu alguns conhecimentos em relação às reações de oxidação, compreendendo os principais fatores que influenciam no escurecimento de algumas frutas.

Palavras-chave: Experimentação; avaliação da aprendizagem; ensino de Ciências.

Abstract

This paper aimed to develop activities with an investigative approach to the teaching of Experimental Chemistry. The learning path was carried out with students from the first grade of high school in a private school in the region of Belo Horizonte. It is important to emphasize that this school applies a Canadian methodology. The experimental activities about chemical reactions were developed using investigative experiments. The theme was chosen because it allowed the establishment of bonds between lived experience and chemical reactions that occur in the students' daily lives, thereby contributing to the consolidation of knowledge, and providing a greater understanding of Chemistry. The experiments were performed based on an everyday situation, in order for the students to interact actively with the proposed activities. Moreover, research was undertaken to consolidate concepts and refine the hypotheses raised. A problem-question was inserted with the objective of complementing the activity. Following the proposed tasks, students responded to a directed study regarding the outcomes. It was noticed great enthusiasm from the students when performing the exercise, given that they were protagonists throughout the development of the didactic sequence. At the end of the course, it was possible to observe that the class, as a whole, had acquired some knowledge regarding oxidation reactions, realizing certain factors that influence the browning of some fruits.

Keywords: Experimentation; learning assessment; Science teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	11
3	METODOLOGIA	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

É indiscutível que a evolução das tecnologias e das formas de interação/comunicação entre as pessoas têm provocado mudanças na sociedade, inclusive nos processos educacionais, criando cenários de ensino e de aprendizagem diferentes dos chamados tradicionais, em que o professor é o centro do processo de ensino e aprendizagem, atuando como detentor e transmissor do saber. É importante ressaltar que o advento da tecnologia aplicada à educação não obrigatoriamente altera a abordagem pedagógica, embora possibilite a diversificação de recursos didáticos.

Estamos sendo levados/impelidos a desenvolver um processo de mudanças nas práticas pedagógicas, transitando do ensino tradicional para aquele mais tecnológico, baseado em metodologias ativas e investigativas, mas a consolidação desse método tem que ir ao encontro da realidade discente, ou seja, é necessário conhecer a realidade da sala de aula para efetivar a ação pedagógica.

É necessário compreender que diferentes vertentes pedagógicas, quando bem aplicadas, geram bons resultados. Para além disso, o contexto no qual os discentes estão inseridos, de uma forma ou outra, conduzem à adoção de um método ou outro, exigindo do docente acurácia ao escolher sua base pedagógica. Por exemplo, uma turma de alunos que tem como único objetivo a aprovação em vestibulares, tidos como os mais difíceis, exige que o docente trabalhe com muito conteúdo, exercícios, testes e simulados, o que deixa pouco espaço para estratégias como, por exemplo, a *gamificação* e a sala de aula invertida. Não que isso seja impossível, mas certamente não predominará na estrutura e planejamento das aulas.

No entanto, é urgente que o ensino de Ciências assuma a responsabilidade de tornar os alunos críticos, analíticos e capazes de inferir sobre problemas e projetos, especialmente aqueles que têm relação com a responsabilidade social, econômica e ambiental. Além disso, é importante que a abordagem dos conteúdos escolares não fique limitada à mecanização de resolução de questões de vestibulares, ou do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), já que ao longo do

tempo é possível perceber que as questões do ENEM e do vestibular estão mudando e tornando-se cada vez mais contextualizadas e críticas, e esse fato pode trazer contribuições ao ensino por investigação como, por exemplo, a química ambiental. Nestas questões os alunos são levados a pensar sobre o problema e também nas hipóteses e soluções.

Com isso, a tarefa de aparar arestas e reconduzir o processo de ensino e aprendizagem é facilitado tanto quanto otimizado, e tudo isso vai ao encontro dos pontos focais da BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Segundo esse documento, as disciplinas serão organizadas dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e trabalhadas a partir de temáticas amplas como Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. O trabalho interdisciplinar, a partir de temáticas, pode oferecer oportunidades para o estudante investigar, analisar e discutir situações-problema, os quais emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2017, p. 548).

Nessa perspectiva, o ensino ancorado em processos investigativos é, sem dúvida, uma potente ferramenta para consolidação do conhecimento e que vai ao encontro de uma aprendizagem mais significativa, onde os alunos assumem o protagonismo do processo. Aliadas ao ensino por investigação, têm-se as metodologias ativas, que são um conjunto de estratégias que tornam o percurso de aprendizagem mais dinâmico e criativo.

Dentre as metodologias ativas, a sequência didática desenvolvida e apresentada nesse artigo é baseada no ensino por investigação, abordagem que tira os alunos da passividade de aulas clássicas de sala de aula e os coloca em busca de solucionar problemas, com a ajuda e o encaminhamento dos professores.

Ao ensinar ciência, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras de forma mecanizada. Eles precisam construir significados essenciais com suas próprias palavras e a partir de suas percepções, tudo isso amparados pela ciência (CARVALHO, 2017 apud LEMKE, 1997, p. 105).

De acordo com Leite, Rodrigues e Magalhães Júnior (2015, p. 45), a sala de aula deve ser um ambiente de interação entre alunos, e o professor é incumbido de mediar à construção do conhecimento científico, possibilitando aos alunos tornarem-se protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, é importante que o professor desenvolva estratégias que chamem a atenção dos alunos para o aprendizado dos conteúdos e conceitos exigidos nas orientações curriculares, que estão para além do livro didático. Além disso, espera-se que haja comprometimento e participação dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem por investigação. Considerando que a abordagem do ensino por investigação tem se mostrado como uma alternativa metodológica viável para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico, que alie o ensino de Ciências com os demais componentes curriculares e com a própria realidade dos alunos, podendo assim, favorecer sua aprendizagem.

Diante disso, o principal objetivo da sequência didática sugerida nesse trabalho, é desenvolver atividades com caráter investigativo que contribuam para uma melhor compreensão dos estudantes acerca do tema Reações Químicas, mais especificamente as de oxidação. A escolha do tema se deve ao fato que o assunto permeia o dia a dia dos estudantes em vários aspectos, e também por permitir o desenvolvimento de aulas experimentais com a participação ativa dos estudantes, o que torna o percurso de ensino e aprendizagem ainda mais significativo.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Desde algum tempo, os documentos oficiais vem destacando a relevância de realizarmos mudanças nos currículos escolares. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em seu artigo 35, inciso IV (BRASIL, 1996, p. 13), aponta como finalidade a “[...] compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2020b, p. 16), os currículos escolares devem “[...] contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas”.

O ensino de Reações Químicas por si só já é um processo complexo, sobre isso Meneses e Nuñez (2018, s/p) afirmam que a dificuldade de compreensão dos estudantes sobre esse assunto está relacionada:

“[...] ao modo fragmentado e descontextualizado de se ensinar os conteúdos de química, sem estabelecer uma relação entre os próprios conteúdos da formação do conceito como também entre outros conteúdos e saberes que não estão relacionados com as vivências do dia a dia dos alunos [...]. (MENESES; NUÑEZ, s/p, 2018)

Considerando as ponderações trazidas por esses documentos, a sequência didática proposta neste artigo, foi apoiada na perspectiva de investigação científica, que segundo Souza (2021), desvela que o papel do aluno não deve limitar-se a observação e manipulação, e sim caminhar para uma construção intelectual, por meio da reflexão, discussão, sistematização e investigação do que está sendo estudado. Nesse contexto, o professor mediador proporciona condições para o estabelecimento de relações entre o que o aluno já conhece e os novos conhecimentos, de modo a, como reitera Carvalho (2013, p. 9),

[...] proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entender conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

De acordo com Scarpa e Silva (2016), o Ensino de Ciências por Investigação é aquele que possibilita ao aluno, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, construir modelos, realizar previsões e rever as explicações fornecidas anteriormente. Desse modo, o processo de investigação envolve a validação do conhecimento, por meio da seleção de evidências, da construção argumentos sobre

as conclusões encontradas e da comunicação dos resultados alcançados aos colegas.

Quanto à problematização como ponto de partida do ensino por investigação, Azevedo (2004) reforça que a resolução de problemas deve conduzir o aluno a desenvolver habilidades e capacidades como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação.

A experimentação apresenta um papel pedagógico importante no ensino por investigação, segundo Souza et al. (2013, p. 13):

[...] ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

Além disso, a experimentação no ensino de ciências pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado (GUIMARÃES, 2009 apud TAHA et al., 2016).

Nesse sentido, o ensino de química precisa superar o aspecto reducionista, caracterizado pela transmissão de informações e desconectado dos aspectos qualitativos e formativos envolvidos no processo da construção da aprendizagem. Sendo assim, o ensino por investigação se constitui como uma metodologia favorável e efetiva neste processo, uma vez que o aluno é protagonista na busca de explicações causais para os fenômenos observados e resultados obtidos.

As mudanças nas metodologias de ensino implicam, necessariamente, na necessidade de repensar o processo educativo de forma a compreender o aluno como ativo em todas as etapas. É imprescindível que a avaliação também seja vista nesta perspectiva, não ocorrendo apenas no final do processo.

Nesse sentido, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394/96, em seu artigo 24, inciso V, define que:

A verificação do rendimento escolar observará os seguintes critérios: a) avaliação contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais (BRASIL, 1996).

O propósito da avaliação formativa, é monitorar e orientar o processo enquanto ele ainda está ocorrendo, através de observações informais e anotações do professor, assim como, atividades e dinâmicas que possibilitem observar o desenvolvimento do aluno em diversos aspectos, ao contrário do que ocorre no método avaliativo somativo, com provas formais, pontuais e objetivas, avaliando o processo quando já está finalizado (BLOOM et al. ,1983 apud MARTINS).

Não é novidade a preocupação em se construir instrumentos avaliativos que de fato verifiquem a qualidade da aprendizagem e não somente que quantifique o rendimento dos alunos. No entanto, estamos inseridos em uma cultura de avaliação escolar que define limites quantitativos que conduzem à aprovação ou reprovação, muitas vezes desconsiderando aquilo que foi aprendido durante o processo. Nesse sentido Luckesi (2005) destaca que, a função da avaliação deveria ser:

[...] investigar a qualidade do desempenho dos estudantes, tendo em vista proceder a uma investigação para a melhoria dos resultados, caso seja necessária [...] ato para diagnosticar uma experiência, tendo em vista reorientá-la para produzir o melhor resultado possível (LUCKESI, 2005, p. 28).

É na avaliação formativa que o aluno, seja em atividades que demandam produções individuais, seja em atividades que permitam a construção de conhecimento coletivo, constrói o pensamento crítico, participa ativamente das aulas, ganha espaço e oportunidade para expor suas dúvidas, opiniões, questionamentos e ideias para resolução de problemas, ao passo que continuamente recebe *feedbacks* do professor.

Pode-se afirmar então, que no ensino por investigação, o processo avaliativo deve ser qualitativo e processual, ou seja, durante todo o percurso de aprendizagem, utilizam-se tanto os resultados positivos quanto os negativos como diagnóstico e como motivadores da reorganização das ações do professor, de modo a permitir que os

saberes sejam construídos, desconstruídos e reconstruídos de forma orgânica, visando sempre uma formação integral que torne os alunos cada vez mais críticos.

Além disso, a avaliação na perspectiva formativa e processual deve possibilitar a autoavaliação dos participantes do processo educativo, conduzindo os estudantes a se situarem melhor no processo de formação (ABRECHT, 1994) e o professor a reorganizar sua prática de modo a alcançar os objetivos almejados.

Diante do exposto, fica claro que as demandas de um ensino baseado na investigação e experimentação, além de colocarem o aluno no centro do binômio ensino-aprendizagem, trazem consigo novas maneiras de avaliar, ou seja, é necessário diversificar os instrumentos avaliativos e considerar a avaliação formativa como fundamental na avaliação do percurso de aprendizagem.

É importante destacar que a decisão de desenvolver metodologias ativas e o ensino por investigação vai além do desejo de inovar e diversificar a forma de ensinar. Ela exige um comprometimento com a aprendizagem dos estudantes em diversos aspectos, seja no âmbito da associação de competências técnicas (*hard skills*) ou no âmbito das competências socioemocionais (*soft skills*) necessárias para o sucesso acadêmico, profissional ou para a vida.

A sequência didática desenvolvida nesse trabalho foi elaborada a partir da proposta de Carvalho (2011), que determina quatro principais etapas, que fundamentam a apresentação de propostas investigativas, são elas:

O problema para construção do conhecimento	Refletir sobre algo que ocorre no nosso cotidiano, o escurecimento de frutas após serem cortadas e/ou descascadas. Apresentação do problema central e levantamento de hipóteses.
A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema	Analisar experimentos sobre como impedir que ocorra o escurecimento dessas frutas. Execução de uma atividade prática roteirizada.
A tomada de consciência	Relacionar a questão ao fenômeno investigado. Reorganização das ideias trabalhadas.
Construção de explicações	A partir da literatura científica, sistematizar e consolidar o conhecimento construído em conjunto.

	Aqui, faz-se necessário nomear fenômenos e relacionar o que foi construído com o conceito científico.
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Carvalho (2011)

Assim, portanto, o presente trabalho será desenvolvido a partir das ideias propostas por Carvalho (2011), e envolverá a proposição de um problema, o qual sustentará a investigação e a construção do conhecimento; a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, que envolve a reflexão e análise sobre as ações executadas durante a resolução do problema; a tomada de consciência, com a reorganização das ideias alcançadas e a construção de argumentos e explicações para sistematizar e consolidar o conhecimento construído.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido como parte das exigências do curso de Especialização em Educação em Ciências da Universidade Federal de Minas Gerais.

A sequência didática descrita nesse trabalho foi desenvolvida com 10 alunos da 1ª série do ensino médio, em uma escola da rede particular de Belo Horizonte. Importante ressaltar que trata-se de uma instituição de educação canadense, onde os alunos já estão inseridos em uma cultura de aprendizagem por meio da exploração, experimentação, conversação e processos de avaliação formativos, bem como estratégias de ensino baseadas em metodologias ativas. No entanto, nem sempre o ensino por investigação está presente nas atividades pedagógicas de sala de aula.

As atividades que foram desenvolvidas na sequência didática foram organizadas em quatro etapas, apresentadas resumidamente no quadro a seguir com posterior explicação.

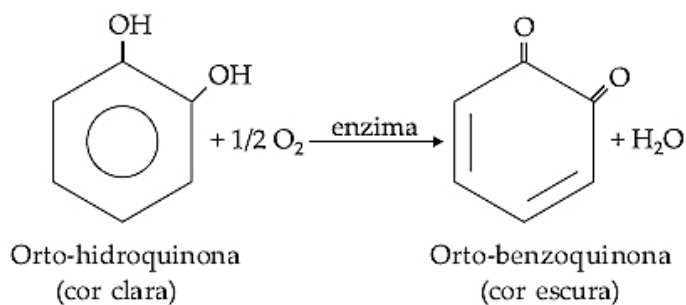
Etapas	Número de aulas	Atividades Desenvolvidas	Objetivos
1ª etapa	(2 aulas)	Contextualização e apresentação do problema sobre o escurecimento de frutas. Foi solicitado que eles levantassem hipóteses porque isso não acontecia na salada de frutas vendida na escola e se poderia ocorrer com qualquer fruta. Registro das hipóteses em um quadro colaborativo.	Atrair os olhares dos estudantes para fomentar a curiosidade e relacionar o problema a conteúdos que podem auxiliá-los durante as pesquisas. Entender a relação do problema com a realidade e esclarecer frases e conceitos confusos ou desconhecidos.
2ª etapa		Observação do fenômeno químico (escurecimento de maçãs após o corte) e levantamento de hipóteses sobre o problema pelos estudantes	Construir hipóteses que explicam o problema, de forma coerente e detalhada, levantando as lacunas do conhecimento que precisam ser estudadas.
3ª etapa	(2 aulas)	Desenvolvimento da atividade experimental.	Relacionar o experimento com as hipóteses levantadas pelos alunos.
4ª etapa	(2 aulas)	Divulgação dos resultados e avaliação final	Compartilhar conclusões com o grupo, integrar conhecimentos adquiridos e avaliar o processo de aquisição desses conhecimentos e o avanço na resolução do problema.

Quadro 1: etapas da atividade proposta

Na **primeira** etapa, foi apresentada aos estudantes uma questão-problema relacionada aos conceitos químicos que explicam o escurecimento de frutas, bem como a velocidade com que isso ocorre e as funções orgânicas presentes. Os alunos foram indagados com a seguinte pergunta norteadora: **Por que as maçãs cortadas escurecem e o que pode ser feito para evitar que isso ocorra?**

Considerando que a questão apresentada tratava-se de um fenômeno que acontece na vida real dos alunos, pediu-se que eles utilizassem os seus conhecimentos prévios bem como os conceitos químicos estudados durante sua formação acadêmica para responder à questão problema apresentada, além de sugerir hipóteses para resolver este problema. Em seguida, foi entregue aos alunos uma questão contextualizada, descrita abaixo, a qual envolve o fenômeno observado e traz algumas informações importantes, que podem contribuir com a investigação sobre o problema, favorecendo o desenvolvimento de uma aula de caráter investigativo, no qual é evidenciado o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento.

(UFRJ – Adaptada) A banana e a maçã escurecem quando são descascadas e guardadas por algum tempo. A laranja e o tomate não escurecem, por não possuírem a substância orto-hidroquinona. Para evitar o escurecimento, a sabedoria popular manda colocar gotas de limão sobre as bananas e maçãs cortadas, pois o ácido cítrico, contido no limão, inibe a ação da enzima, diminuindo a velocidade da seguinte reação:



Em sua opinião, porque a salada de frutas não escurece quando contém laranja.

Fonte: Portal Brasil Escola (2022).

Na **segunda** etapa, os alunos estabeleceram uma discussão sobre suas **hipóteses** levantadas acerca do problema proposto e esclareceram que medida essas ideias eram convergentes. Feito isso, foi solicitado que eles pesquisassem na *internet*¹ informações concretas sobre o fenômeno observado, os *sites* para consulta foram previamente indicados, a fim de garantir veracidade das informações. Essa última etapa foi importante para que eles pudessem validar ou refutar suas ideias iniciais.

Na **terceira** etapa, os alunos foram divididos em dois grupos e no laboratório foram realizadas as atividades práticas, de acordo com o **roteiro** a seguir.

- Corte uma maçã em quatro partes iguais. A faca utilizada deve estar completamente limpa.
- Macere comprimidos de vitamina C utilizando o pistilo.
- Identifique as partes da maçã (1, 2, 3 e 4).

Na Parte 1 → Passe um pouco do pó do comprimido de vitamina C em toda a polpa da fruta

Na Parte 2 → Passe o suco de limão.

¹ Foram indicadas fontes confiáveis de pesquisa.

Na Parte 3 → Passe o açúcar.

Na Parte 4 → Não passe nada.

Espere alguns minutos, explique o que aconteceu com as partes da maçã. Procure fotografar e anotar as observações.

Os dados coletados foram registrados pelos estudantes em um bloco de notas e todas as ideias foram discutidas conjuntamente. A partir dos questionamentos sobre o experimento, com suas próprias palavras, os alunos escreveram suas conclusões e o que conseguiram aprender a partir da atividade desenvolvida.

Os alunos responderam a um questionário durante a aula a fim de verificar suas observações e conclusões orientados pelas perguntas a seguir:

1. Ao observar os quatro pedaços de maçã, o que vocês puderam observar?
2. É possível considerar o escurecimento da maçã como sendo um processo químico? Explique.
3. Por que a maçã escurece depois de partida? Você acha que se ela fosse guardada em um pote com fechamento hermético, o resultado seria o mesmo? Por quê?
4. Que materiais não permitiram o escurecimento da maçã? Eles podem ser considerados aditivos químicos? Por quê?

A **quarta** e última etapa ocorreu em duas partes:

- Na cozinha pedagógica da escola, ocorreu a produção de uma salada de frutas, mas garantindo que elas não escurecessem. Para isso, utilizaram as informações obtidas na etapa anterior. Nesse momento, os alunos puderam discutir sobre os experimentos realizados, suas análises e como se relacionava com a atividade em questão.
- Momento de avaliação do processo e autoavaliação.

Aqui os alunos puderam expor e compartilhar suas opiniões em relação às atividades propostas e o quanto elas foram significativas para sua aprendizagem. Além disso, apontaram pontos que poderiam ter sido melhores, como mais opções de frutas que escurecem e outras que não.

Além disso, ao receberem o *feedback*, eles compreenderam a importância do engajamento durante todo o processo, uma vez que a avaliação ocorreu de forma contínua e considerando todas as etapas da sequência didática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da realização do experimento, os alunos foram indagados sobre o escurecimento da maçã quando cortada e exposta ao ar e algumas das hipóteses levantadas foram:

Aluno 1

Eu acho que é porque a maçã desidrata quando exposta ao ar.

[Um outro aluno diz: Mas ela não fica seca, então acho difícil ser isso.]

Aluno 2

É porque quando entra em contato com ar, ela tipo oxida, igual o ferro.

[O restante da turma não concorda e dizem que ela não tem características de metal]

Ela oxida quando entra em contato com o ar, que tem muito oxigênio.

[Um outro aluno questiona: Mas a melancia não escurece, né? Deve ser porque tem muita água.]

Aluno 3

Além do oxigênio que tem no ar, tem as sujeitas também, que se depositam sobre a maçã.

Aluno 4

A maçã sofreu osmose e isso fez com que ela escurecesse.

Aluno 5

Não acho que ela desidrata porque não ocorre osmose. É porque o oxigênio oxida ela. Não só a maçã, mas a banana e a pêra também ficam escuras. Eu acho que é porque absorvem partículas do ar além de oxigênio.

Ao relacionar o escurecimento com a desidratação, o aluno 1 traz bases científicas, mas de forma deturpada, já que se baseou no senso comum para elaborar sua ideia. Isso demonstra que os alunos possuem saberes sobre diversos assuntos, acadêmicos ou não, influenciados pela própria vivência e rotina. Embora o conhecimento não escolar que o aluno estabelece ao longo da sua vida seja importante e não deve ser descartado, é importante lapidá-lo a fim de diminuir a distância entre o conhecimento popular e o científico.

Já as hipóteses levantadas pelos alunos 2 e 3 demonstram que eles apresentam algum conhecimento científico sobre o assunto quando concluem que

o oxigênio é o responsável pelo escurecimento, embora não tenham construído respostas mais elaboradas. No caso do aluno 3, também há traços do senso comum quando ele relaciona o escurecimento às "sujeiras", o que reforça o fato de que os alunos têm muito conhecimento prévio que precisam ser reconstruídos à luz da ciência.

Ao confrontar a ideia de que a maçã sofreu osmose, o aluno 4 estabeleceu relação com um conceito científico que ele já havia entrado em contato, a osmose, entretanto, ele provavelmente não compreendeu esse conceito por completo, pois ele não explica o fenômeno do escurecimento da maçã, devido não ocorrer na maçã em contato com o ar, o transporte de moléculas de água por soluções de diferentes concentrações.

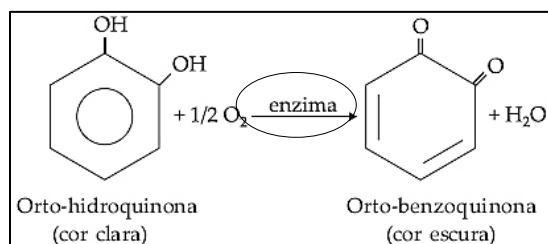
O aluno 5 por outro lado, apresentou em sua resposta algumas noções sobre reação de oxidação, apesar de indicar ideias bem introdutórias sobre assunto, de que a maçã "absorve" as partículas do ar, ele revela entender que há uma relação entre o escurecimento da maçã e o contato com o oxigênio do ar. Essa resposta denota o emprego do conhecimento científico e de um raciocínio coerente para explicar o fenômeno, já que ele afirma em sua resposta não haver desidratação e nem osmose, sendo então, outro motivo o responsável pelo escurecimento da maçã.

A partir das hipóteses trazidas pelos alunos, dois pontos me chamaram atenção. O primeiro diz respeito ao repertório de conhecimentos que eles trouxeram envolvendo assuntos já estudados nas aulas, como as propriedades coligativas (osmose) e a desidratação. Já o segundo tem a ver com a comparação que um deles fez em relação à melancia, em que denota um conhecimento baseado em seus conhecimentos de mundo, baseados em observações. A ideia de que nem todas as frutas escurecem já estava presente na discussão.

A partir da proposição da questão problema norteadora, cada estudante apresentou sua resposta, que foram anotadas no quadro branco e discutidas em conjunto, chegando-se à ideia unânime de que é formada uma nova

substância a partir da ação de uma enzima. E que a adição do suco de laranja (contendo ácido cítrico) impede que a maçã escureça pela ação da enzima.

Segundo os alunos, a forma como a reação é apresentada na questão², induz esse raciocínio, já que a reação só ocorreu na presença da enzima. Inclusive, circularam na própria questão essa observação.



Durante as discussões em relação a pergunta central (Por que a maçã escureceu?), acredito que parte da turma tenha sido influenciada por uma primeira resposta dada por um estudante e, com isso, houve uma conclusão influenciada. Embora a construção das ideias devesse ocorrer de forma colaborativa, percebi que alguns estudantes se basearam em ideias dos outros colegas para elaborarem as suas explicações, faltando-lhes autonomia para construir suas próprias explicações/respostas.

Após essa discussão, a atividade prática foi realizada e as fotos a seguir foram tiradas pelos alunos.



Foto1: Momento inicial do experimento
Fonte: autoria própria.

² O material utilizado está no apêndice.

Nesse primeiro momento, os alunos desenvolveram as tarefas definidas na 3ª etapa da sequência didática, de acordo com o roteiro entregue a eles. Eles foram orientados a observar e a registrar com precisão o estado em que encontrava a maçã nas quatro condições sugeridas (Parte 1 → Passe um pouco do pó do comprimido de vitamina C em toda a polpa da fruta, Parte 2 → Passe o suco de limão, Parte 3 → Passe o açúcar, Parte 4 → Não passe nada).



Foto 2: Momento final do experimento, em que as maçãs
Fonte: autoria própria

Após as observações e realização do experimento, os alunos responderam as questões propostas no experimento comparando-as com a situação-problema apresentada no início da sequência didática. A discussão realizada a partir das observações e das pesquisas feitas na 1ª e 2ª etapa foi fundamental para o desenvolvimento e análise dos resultados da prática.

As respostas dos alunos foram sintetizadas e apresentadas na tabela a seguir com as respectivas perguntas. As respostas similares e que apareceram com frequência, foram apresentadas no quadro a seguir:

1. Que diferenças você observou entre as partes da maçã com o passar do tempo?

Resposta frequente A maçã foi escurecendo com o passar do tempo, mas só no pedaço que não colocamos nada.

A partir dessa resposta, é possível notar que os alunos compreenderam um ponto importante do experimento, que é possível impedir o escurecimento de frutas expostas ao ar e que aquele pedaço da maçã sem adição de nenhum aditivo, escureceu com facilidade. Nesse momento, já havia uma

	<p>percepção sobre a atuação do oxigênio no escurecimento da maçã.</p>
<p>2. O escurecimento da maçã é um processo químico ou físico?</p>	<p>Resposta frequente: Processo químico, porque houve mudança de cor.</p> <p>Respostas menos frequentes:</p> <p>Reação química porque houve alteração na textura.</p> <p>Sempre que muda a cor, ocorre reação química?</p> <p>A pergunta foi compartilhada com a turma e discutimos que a mudança de cor é um indicativo que houve uma reação, mas não uma garantia.</p> <p>Os alunos trouxeram à tona questões que já haviam sido estudadas, como oxirredução e corrosão de metais, tema trabalhado como atividade interdisciplinar em um período anterior.</p> <p>Esta capacidade de correlacionar assuntos indica que a aprendizagem foi significativa e que de uma forma ou outra, isso faz com que os alunos memorizem o que foi estudado, mesmo não fazendo uma análise completa.</p>
<p>3. Por que a maçã escurece depois de partida?</p>	<p>Resposta frequente: Porque ela oxidou.</p> <p>Resposta menos frequente:</p> <p>Porque nela tem a enzima que causa o escurecimento, em um dos textos que pesquisamos na internet vi isso.</p> <p>Aqui os alunos já haviam consolidado o entendimento de que houve uma reação de oxidação e que isso explica o escurecimento da maçã.</p> <p>Nesse momento, iniciou-se uma pequena discussão em que os outros alunos concordaram com essa resposta e comentaram sobre o fato de que nem todas as frutas têm essa enzima em suas composições.</p>

	<p>Durante essa discussão, sugeri que fizessem uma leitura complementar do conteúdo do blog: https://diariodebiologia.com/2012/01/por-que-algumas-frutas-escurecem-depois-de-cortadas/,. A partir dessa leitura, os estudantes puderam compreender de uma forma mais clara que quando cortamos algumas frutas e legumes, células são quebradas e as enzimas entram em contato com o oxigênio do ar, escurecendo as frutas, principalmente as de polpa branca..</p>
<p>4. Como você justifica o resultado desse experimento?</p>	<p>Resposta frequente: As substâncias que passamos nos pedaços da maçã impediu o seu escurecimento, principalmente o limão. Na vitamina C a maçã ficou estranha, porque o pó é alaranjado e confundiu na hora de ver a cor.</p> <p>É possível notar que os alunos entenderam o papel dos insumos utilizados em relação à preservação da maçã, enfatizando que o limão (mais cítrico) a deixou ainda mais clara.</p>
<p>5. Que materiais não permitiram o escurecimento da maçã? Eles podem ser considerados aditivos químicos? Por quê?</p>	<p>Resposta frequente: Vitamina C, suco de limão e açúcar. São aditivos químicos porque impedem que uma reação química ocorra.</p> <p>A fim de melhorar essa discussão, foi sugerido que os alunos lessem o conteúdo desse site: https://pet.agro.ufg.br/n/97799-conheca-o-que-sao-os-aditivos-que-vao-a-sua-comida</p> <p>Após leitura individual, a maioria dos alunos entendeu que são aditivos, porque garantiram que a maçã conservasse seus aspectos iniciais. Além disso, alguns dos alunos comentaram que nem todo aditivo é bom, que há muitos alimentos industrializados que contêm conservantes que “fazem mal à saúde” e por isso era bem melhor consumir produtos orgânicos.</p>

Após a quarta etapa, os alunos responderam a seguinte questão: **Por que em uma salada de frutas com suco de limão, as frutas não escurecem?** As respostas mais frequentes são apresentadas a seguir.

Aluno 1

Pelo ácido que contém na laranja, faz com que a salada de frutas fique “conservada”, evitando o escurecimento das outras frutas, mesmo tendo oxigênio presente.

Aluno 2

Pelo ácido que contém na laranja, isso conserva as frutas e evita o escurecimento.

Aluno 3

A laranja contém substâncias ácidas.

Aluno 4

A laranja contém um inibidor enzimático, igual tem na questão do vestibular.

Ao analisar as respostas apresentadas, é possível notar que os alunos associaram a presença de ácido no laranja com o não escurecimento das frutas, reforçando o objetivo do experimento realizado. Interessante citar que em discussões informais entre os próprios grupos, a maioria dos alunos acreditava que o acréscimo de suco de limão ou laranja era para garantir apenas sabor, mas que a partir das observações feitas durante o experimento puderam compreender que o ácido contido nessas frutas faz com que algumas frutas não escureçam.

A partir das respostas dos alunos antes e depois do experimento, foi possível perceber que, mesmo as hipóteses iniciais sendo muito heterogêneas, a atividade prática relacionada com a situação-problema foi importante para a consolidação dos conceitos químicos envolvidos na proposta didática, ainda que apenas um aluno tenha verbalizado sobre a presença do bloqueador enzimático, a maioria se limitou a dizer sobre a importância do ácido contido nas frutas.

Além disso, os alunos puderam verificar o efeito que os aditivos utilizados tiveram em relação à oxidação e escurecimento da maçã e trouxeram outras observações, como o fato da melancia não escurecer como a maçã e a relação entre aditivos/conservantes presentes em alimentos industrializados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino por investigação demanda atividades pedagógicas de sala de aula que conectem os alunos com processo de ensino e aprendizagem de forma ativa,

participativa e crítica, ou seja, tarefas que os conduzam à construção do saber sem que recebam as respostas prontas.

A partir da sequência didática apresentada nesse artigo, foi possível compreender que o ensino por investigação é uma ferramenta poderosa no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem ativa, em que o aluno assume o papel de protagonista e o professor atua como mediador e condutor das atividades propostas. Com isso, entende-se que esse método vai ao encontro dos ideais apresentados nos textos da BNCC e do Novo Ensino Médio.

De maneira geral, os alunos compreenderam que o oxigênio tem papel importante no processo de oxidação e escurecimento da maçã, e a partir da atividade experimental puderam investigar o efeito que a vitamina C, açúcar e limão têm em relação à conservação da fruta.

Para além disso, ficou evidenciado, a partir do engajamento dos alunos, que a atividade desenvolvida sob a ótica do ensino por investigação é eficaz para manter o foco, interesse e a participação ativa durante a elaboração de hipóteses, a construção e compreensão do conhecimento científico, havendo a consolidação de conceitos químicos e o estabelecimento de relações com questões transdisciplinares.

O objetivo principal das atividades desenvolvidas era fazer com os alunos adquirissem alguns conhecimentos de química (especialmente relativos a funções orgânicas, cinética química e reação de oxidação), a partir de um problema, isto é, da observação de uma situação corriqueira que, em algumas situações, é um problema que requer uma solução ou uma medida mitigatória.

Nesse contexto, a sequência didática foi elaborada de modo a incitar os alunos a aprenderem ativamente, desenvolvendo pesquisas, investigação e experimentação, e compartilhando informações com os seus pares. Ao finalizar as atividades, os alunos foram capazes de propor medidas para solucionar o problema proposto. Baseados nos resultados, é possível concluir que os alunos entregaram o que era esperado, desde as discussões sobre os conceitos químicos envolvidos, até às relações entre o

que foi estudado na sala de aula e questões reais, como ocorrem nas indústrias alimentícias e restaurantes, por exemplo.

Em relação ao processo de avaliação formativa, notou-se que os alunos foram muito produtivos e isso pode ter relação com a desconstrução das ideias de que a avaliação só o cumpre o papel de quantificar e classificar. Eles mantiveram-se engajados durante todo o processo e puderam perceber a essência da avaliação formativa, isto é, de todo o percurso de aprendizagem, incluindo a postura dos alunos durante as aulas.

No entanto, é preciso reforçar o que já foi dito anteriormente, as atividades foram desenvolvidas em uma escola de educação canadense e as avaliações formativas são rotineiras, enquanto a avaliação somativa ocupa um espaço muito pequeno do planejamento pedagógico. Dessa maneira, toda a comunidade escolar, incluindo as famílias, é totalmente envolvida nessa modalidade de ensinar e avaliar.

Ainda assim, foi possível perceber que o entusiasmo dos alunos ao realizarem a atividade foi grande, já que foram protagonistas durante todo o desenvolvimento da sequência didática, reforçando a ideia de que para haja um aprendizado realmente significativo, eles têm que ser envolvidos de forma ativa.

De modo geral, consideramos que os resultados da atividade proposta foram ao encontro do que era esperado, contudo, foram identificados alguns pontos a melhorar, como a forma com que os alunos apresentaram suas hipóteses e conclusões, por exemplo. Mesmo que não intencionalmente, acreditamos que alguns alunos não se empenharam o suficiente, pois elaboraram suas respostas a partir das explicações/conclusões de outros colegas, já que essa comunicação ocorreu oralmente. Talvez, este problema teria sido minimizado se houvesse um estímulo individual, no sentido de o professor induzisse esses alunos com maior dificuldade, a construir suas próprias opiniões e conclusões sobre o assunto proposto.

Importante ressaltar que a implementação de atividades investigativas não é uma tarefa simples. É necessário que as atividades sejam flexíveis e contextualizadas para que se ajustem à realidade heterogênea de cada turma. É preciso que o

professor esteja atento para identificar as diferentes potencialidades e limitações dos alunos e a partir disso, desenvolva estratégias que garantam o engajamento e a participação de todos eles, de forma a proporcionar uma aprendizagem participativa.

De certa forma, essas escolas são subordinadas aos exames externos, principalmente o ENEM, que mesmo trazendo questões contextualizadas e interdisciplinares, ainda mantém um caráter conteudista, que de certa forma, limita o trabalho docente.

No entanto, é necessário diversificar e aprimorar as técnicas de ensino e aprendizagem, ainda que o objetivo seja preparar para as avaliações, sejam internas ou externas. Nesse sentido, as atividades experimentais com viés investigativo mostram que é possível aprender e esclarecer diferenças entre conceitos, bem como suas aplicações, seja em situações cotidianas ou naquelas trazidas pelas questões de vestibulares.

REFERÊNCIAS

ABRECHT, Roland. **A avaliação formativa**. Trad. de Luís Alberto Marques Alves. Rio Tinto: Edições Asa, 1994.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais** (1ª a 4ª série): Ciências Naturais. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020a.

_____. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 29 set. 2020b.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. **Revista Em Aberto**. Ano 11. n.55, jul/set. Brasília: 1992. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1852/1823>. Acesso em: 07 set. 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2016. _____ et al. *Ciência no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione. 2009.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. *Revista Em Aberto*. Ano 11. n.55, jul/set. Brasília: 1992. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1852/1823>. Acesso em: 07 set. 2017.

LEITE, Joici de Carvalho; RODRIGUES, Maria Aparecida; MAGALHÃES JUNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências & Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 8, p. 42-56, 2015.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da Aprendizagem... mais uma vez. **Revista ABC Educatio**, São Paulo, n. 46, Jun. 2005, p. 28-29.

MARTINS, Denis Pereira; VIEIRA, Mariana Gonçalves. Avaliação da aprendizagem – abordagem da metodologia da aprendizagem baseada em problemas no Ensino Superior. v. 1 n. 2 (2021): **[L&P] - Licenciaturas & Pesquisa** UNIANDRADE, 2018.

MENESES, Fábila Maria Gomes; NUÑEZ, Isauro Beltrán. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 24, n. 1, pp. 175-190, 2018.

SCARPA, Daniela Lopes. SILVA, Maíra Batistoni. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, Anna Maria P. de (Org.).

Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SOUZA, Emily Bomfim; KIM, Sônia Cha. Ensino de Ciências por investigações: uma sequência didática para o Ensino Fundamental I. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 6, 23 de fevereiro de 2021. Disponível em:

<<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/6/ensino-de-ciencias-por-investigacoes-uma-sequencia-didatica-para-o-ensino-fundamental-i>>. Acesso em: 18 de jul. 2022.

SOUZA, Fábio Luiz; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; MARCONDES, Maria Eunice R.; CARMO, Miriam Possar. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química.** Centro Paula Souza - Cetec/MEC. São Paulo: Cetec Capacitações, 2013. Disponível em: <

http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf>.

Acesso em: 09 de ago. 2022.

TAHA, Marli Spat; LOPES, Catia. Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima; FOLMER, Vanderlei Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Uruguaiana, V.11, N, 1, p.138-154, 2016.