



**INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI/UFAL)**

ABDUCHE CAVALCANTE DOS SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: atividade investigativa para o Ensino Médio, através de experimento por extração e análise da adulteração da gasolina com enfoque CTSA, para ‘Alfabetização Científica’

Maceió – AL

2023

ABDUCHE CAVALCANTE DOS SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: atividade investigativa para o Ensino Médio, através de experimento por extração e análise da adulteração da gasolina com enfoque CTSA, para 'Alfabetização Científica'

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Silva Porto

**Maceió – AL
2023**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Betânia Almeida dos Santos – CRB-4 – 1542

S237s Santos, Abduche Cavalcante dos.
Sequência didática no ensino de química orgânica: atividade investigativa para o ensino médio, através de experimento por extração e análise da adulteração da gasolina com enfoque CTSA, para 'alfabetização científica' / Abduche Cavalcante dos Santos. – 2023.
131 f. : il. color.

Orientador: Ricardo Silva Porto.
Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Mestrado Profissional em Química Rede Nacional. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 98-102.
Anexos: f. 103-139.

1. Sequência didática. 2. Ensino de química orgânica. 3. Alfabetização científica. 4. Ensino por investigação. 5. Enfoque CTSA. I. Título.

CDU: 547: 371.3

“Os homens são produtos das circunstâncias e da educação e de que, portanto, homens modificados são produtos de circunstâncias diferentes e de educação modificada, esquece que as circunstâncias são modificadas precisamente pelos homens e que o próprio educador precisa ser educado”.

Karl Marx

“A aprendizagem é a nossa própria vida, desde a juventude até a velhice, de fato quase até a morte; ninguém passa dez horas sem nada aprender”.

Paracelso

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas diversas graças alcançadas, pelo dom da vida, e por me permitir a evolução intelectual transformadora, que me leva a valorizar o outro.

Ao meu orientador, Dr. Professor Ricardo Silva Porto, pela compreensão e disponibilidade durante a realização deste trabalho.

A todos os amigos de turma que, direta ou indiretamente, me auxiliaram a vencer mais um desafio. Que Deus os ilumine grandemente.

A todos os professores, que fizeram parte desta caminhada; graças a vocês pude concluir com êxito esta pesquisa. Que Deus os ilumine e abençoe. Nunca me esquecerei de seus ensinamentos.

Ao amigo Iziel Rocha, pelo companheirismo nesta jornada de estudos.

Aos meus pais, pela vida e compreensão nos momentos mais difíceis.

As minhas queridas irmãs, pelos momentos de apoio e de compreensão nesta jornada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etanol.....	73
Figura 2 - Isoctano.....	73
Figura 3 - Eteno.....	73
Figura 4 - Naftaleno.....	73
Figura 5 - Interação intermolecular da ligação de hidrogênio do etanol com a água.....	74
Figura 6 - Os materiais usados nos experimentos.....	88
Figura 7 - Gasolina comprada no Posto X.....	88
Figura 8 - Gasolina comprada no Posto Y.....	89
Figura 9 - Gasolina comprada no Posto Z.....	88
Figura 10 - Uma das etapas iniciais da resolução do experimento em sala de aula.....	90
Figura 11 - O desenvolvimento de uma das etapas intermediária do experimento.....	90
Figura 12 - Uma das etapas finais do experimento em sala de aula.....	91

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no primeiro momento pedagógico.....	57
Quadro 2 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no segundo momento pedagógico.....	58
Quadro 3 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no terceiro momento pedagógico.....	59
Quadro 4 - Quantidade de alunos/média geral do questionário diagnóstico.....	78
Quadro 5 - Quantidade de alunos/média geral do questionário pós-diagnóstico.....	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de alunos/pontuação atingida do questionário diagnóstico.....78

Gráfico 2 - Quantidade de alunos/pontuação atingida do questionário pós-diagnóstico.....95

LISTA DE SIGLAS

ANPG.....	Agência Nacional de Petróleo e Gás
BNCC.....	Base Nacional Comum Curricular
CF.....	Constituição Federal
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
DCN.....	Diretrizes Curriculares Nacionais
INMETRO.....	Instituto Nacional de Metrologia, qualidade e tecnologia
LDB.....	Lei de Diretrizes e Bases
PCN.....	Parâmetros curriculares Nacionais
TDIC.....	Tecnologia Digital de Informação e Comunicação

APRESENTAÇÃO

Caro Professor.

Vivemos em uma sociedade sob o império da globalização e do mercado que trazem inúmeras implicações em todas as áreas da sociedade, e que exigem cada vez mais sujeitos ativos, empreendedores, proativos e protagonistas para o mundo do trabalho. Além disso, tais sujeitos precisam saber usar a tecnologia, estar informados, e ter muitos conhecimentos, para poderem estar inseridos nesse contexto.

O desenvolvimento do campo científico e tecnológico traz benefícios e, também, malefícios, principalmente, no que se refere ao meio ambiente. Diante disso, a maioria das pessoas deveria participar das decisões referente às problemáticas que envolvem a sociedade, discutir e, juntas, buscarem soluções, por isso, necessita-se de uma educação que eduque os sujeitos de forma integral para exercerem sua cidadania, de acordo com Auler (2007) e Santos e Auler (2019).

Ressalta-se que os sujeitos precisam ter capacidade de participar de decisões e, para isso, é fundamental que adquiram conhecimentos mínimos de linguagens científicas e tecnológicas, como salienta Chosst (2003). Daí a necessidade de uma educação que ofereça uma 'Alfabetização Científica', que os capacite a fazer juízo de valor e contribuir de forma direta e indireta na tomada de decisões, ao relacionar às problemáticas sociais que envolva a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA).

Nesse sentido, o ensino de Ciência tem como finalidade desenvolver a capacidade no aluno/sujeito de atuar na sociedade como cidadão consciente e crítico, em prol de uma sociedade cada vez mais justa/igualitária/democrática. Para Tonet (2005), norteado por Freire (1993), a educação de perfil epistemológico tem suas bases na pesquisa científica, e oferece ao aluno uma formação que contribua para sua emancipação política/cidadã/democrática. Dessa forma, a educação deve formar sujeitos integrais, conhecedores dos seus direitos e deveres, para atuarem nessa sociedade de forma positiva e em benefício de todos.

Mas, como dizem Crespo e Pozzo (2009), é patente que a educação formal, geralmente, em todas áreas do conhecimento, passa por tempos de grande fracasso educacional, e no ensino de Ciências/Química é ainda mais gritante. Algumas hipóteses desse fracasso escolar no Brasil apontam para alguns fatores, como: desvalorização do professor; com condições de trabalho muitas vezes insalubres;

conteúdos curriculares descontextualizados e não interdisciplinar e aplicação de metodologias tradicionais. Lessa (2014) incrementa ainda que os estudantes têm 'alergia aos estudos', gerada das 'condições objetivas' da 'vida concreta' cotidiana.

Nesse contexto, a aprendizagem não se efetiva, e, assim, não produz os benefícios para os campos psicológico, social, científico, industrial, para o cidadão e o mundo do trabalho. No caso da educação em Ciências, ela, ainda, está presa ao ensino tradicional, com predomínio de um processo de ensino-aprendizagem centrado no professor, com alunos passivos, enfileirados na sala de aula, ensino sem oportunidade de debater os conteúdos trabalhados e, ainda, com assuntos sem relevância social para eles e fora da sua realidade.

Diante desse panorama, buscou-se, neste estudo, realizar um produto educacional, a partir de uma sequência pedagógica no ensino de Química Orgânica (introdução ao estudo de hidrocarbonetos e a função álcool) e Química/Interações Intermoleculares para o Ensino Médio. Para tal, preparou-se uma atividade investigativa, com um experimento com materiais alternativos, em um caso concreto, sobre a extração do etanol da gasolina, para verificar se ela estaria adulterada.

Essa sequência didática não foi imposta pelo professor, foi lançada como uma proposta e moldada no decorrer de sua aplicação de forma colaborativa, em um grau maior ou menor pela influência de uma boa parte de quem participou, indivíduos que compõem a comunidade escolar, balizando-se por Berbel (2011) e Torres e Irala (2014).

Uma proposta curricular onde relacione ciência, tecnologia e sociedade (CTS) tem que ser construída e implantada de forma colaborativa/interdisciplinar, tendo como ponto de partida e chegada pedagógica, um 'conteúdo/tema significativo'/contextualizado por problematização, gerado da vida cotidiana do aluno. O ensino contextualizado e interdisciplinar de Ciência proporciona o engajamento coletivo/participação, tanto na atividade educativa quanto em processo decisório na sociedade sobre problemática social onde relacione CTS/CTSA, como salientam Auler *et al.* (2015) e Santos e Auler (2019).

Produziu-se nesta pesquisa um guia pedagógico, com o intuito de possibilitar aos professores de Ciências/Química colocarem em sua prática pedagógica, uma educação progressista, baseado em Bacich e Moran (2018), com metodologias ativas, que permite aos alunos se tornarem os protagonistas da sua aprendizagem.

As principais estratégias pedagógicas ativas usadas na aplicação e desenvolvimento desse estudo foram o ensino: (i) por investigação; (ii) com enfoque CTSA; (iii) para 'Alfabetização Científica' e (iv) em três momentos pedagógicos.

A primeira tem características de uma investigação científica, que permite aos alunos refletirem, discutirem, explicarem, e relatarem sobre os conteúdos estudados, conforme recomendam Azevedo (2004) e Solino *et al.* (2014).

A segunda CTSA está relacionada às práticas pedagógicas, com os conteúdos curriculares contextualizados e interdisciplinares, voltadas para o saber científico, tecnológico e ecológico, que são fundamentais para a sociedade, de acordo com os educadores Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Fernandes *et al.* (2018).

A terceira tem por objetivo um ensino de Ciências que permite ao aluno conhecer sua realidade e educá-los para cidadania, para que compreendam o universo natural, e atuem de forma proativa em prol de todos, relacionado a problemáticas envolvendo ciência, tecnologia e meio ambiente na sociedade, como salientam Chosst (2003) e Sasseron e Carvalho (2008, 2011).

Por fim, a quarta, fez-se a aplicação da sequência didática na sala de aula, que foi em três momentos pedagógicos, de acordo com Delizoicov *et al.* (2018). No primeiro momento, foi o lançamento da proposta da pesquisa, a problematização inicial e discussão sobre a problematização; já, no segundo momento pedagógico, foi o ensino dos conhecimentos científicos (hidrocarbonetos, função álcool e forças intermoleculares) e, por último, no terceiro momento pedagógico, foi o planejamento, execução do experimento e discussões.

Esse produto educacional tem como linha filosófica a epistemologia construtivista da educação, que aponta a necessidade do aluno em construir conhecimentos com seus saberes adquiridos no seu meio social, na sua realidade e seus problemas cotidianos, os quais devem fazer parte dos ensinamentos da escola. Nessa perspectiva, a educação é progressista e vê o aluno como um ser sócio-histórico e cultural, como diz Vygostyk, que muda a si mesmo e sua realidade, em um processo histórico e dialético, como ressaltam Paulo Freire, Piaget e outros.

Espera-se que esse manual contribua para os professores de Ciências/Química, como guia de estratégias pedagógicas, para uma educação que coloque os alunos como regentes no processo de ensino-aprendizagem, para que sintam prazer em aprender e desejo de buscar mais conhecimentos.

RESUMO

O sistema capitalista visa o lucro e, para alcançá-lo, interfere na educação, nas relações de trabalho, na questão ambiental e outros. Com a globalização, avanços tecnológicos e o advento da internet, intensificou-se a concorrência e a busca pela lucratividade. Isso implica que para viver, nesta sociedade cada vez mais complexa e volátil, os sujeitos precisam ser mais proativos; empreendedores; e qualificados em diversas áreas para se inserirem no mercado. Além disso, faz-se necessário que adquiram conhecimento e, também, o produzam, pois, nesse sistema, a capacidade intelectual faz parte da competitividade. Nesse sentido, surge a necessidade de uma educação voltada para a cidadania, para a conscientização e criticidade, e para o trabalho, para que tenha um diferencial, e seja capaz de atuar com criatividade e produtividade. A Educação Tradicional não cumpre esse papel, pois coloca os alunos na posição de meros ouvintes, impedidos de serem protagonistas no seu processo educativo. Com isso, desestimula-os a aprender; e os mantém passivos no meio social, quando deveria levá-los a compartilhar suas experiências e conhecimentos. Em oposição à Educação Tradicional, as metodologias ativas trazem propostas para colocarem os alunos no centro do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática no ensino de Química Orgânica, com os seguintes conteúdos: Introdução aos Hidrocarbonetos e a Função Álcool, Interações Intermoleculares, com um experimento por extração do etanol na gasolina com materiais alternativos, para verificar adulteração, e contribuir para a promoção da 'Alfabetização Científica'. O conteúdo trabalhado foi contextualizado, interdisciplinar e de relevância social, para despertar nos alunos o interesse em aprender, a exercer sua cidadania, a tomar decisões, a criticidade e atuação na sociedade. Realizou-se o estudo a partir de uma revisão bibliográfica, envolvendo as concepções pedagógicas investigativa, enfoque CTSA e em três momentos pedagógicos; as metodologias pesquisa-ação, qualitativa e epistemológica. O embasamento teórico foi feito a partir de Marcondes *et al.* (2009, 2015), Chosst (2003), Carvalho *et al.* (2013), Auler *et al.* (2015), Delizoicov *et al.* (2018), e outros, que tratam do tema. O estudo mostrou que a aprendizagem foi efetiva, prazerosa e despertou o interesse dos alunos em aprender.

Palavras-chaves: Sequências Didática; Ensino de Química Orgânica; Ensino por Investigação; Enfoque CTSA; 'Alfabetização Científica'.

ABSTRACT

The capitalist system seeks profit and, to achieve it, interferes in education, labor relations, environmental issues and others. With globalization, technological advances and the advent of the internet, competition and the search for profitability have intensified. This implies that in order to live, in this increasingly complex and volatile society, subjects need to be more proactive; entrepreneurs; and qualified in several areas to enter the market. Furthermore, it is necessary that they acquire knowledge and also produce it, because, in this system, intellectual capacity is part of competitiveness. In that regard, the need for an education focused on citizenship, on awareness and criticality, and on work, so that it has a differential, and is capable of acting with creativity and productivity. Traditional Education does not fulfill this role, as it places students in the position of mere listeners, prevented from being protagonists in their educational process. With that, it discourages them to learn; and keeps them passive in the social environment, when it should lead them to share their experiences and knowledge. As opposed to Traditional Education, active methodologies bring proposals to place students at the center of the teaching-learning process. In this sense, this research had as its objective the development and application of a didactic sequence in the teaching of Organic Chemistry, with the following contents: Introduction to Hydrocarbons and the Alcohol Function, Intermolecular Interactions, with an experiment by extracting ethanol in gasoline with materials alternatives, to check for tampering, and to contribute to the promotion of 'Scientific Literacy'. The content worked on was contextualized, interdisciplinary and of social relevance, to awaken in students an interest in learning, exercising their citizenship, making decisions, being critical and acting in society. The study was carried out from a bibliographic review, involving the investigative pedagogical conceptions, CTSA approach and in three pedagogical moments; action-research, qualitative and epistemological methodologies. The theoretical basis was based on Marcondes *et al.* (2009, 2015), Chosst (2003), Carvalho *et al.* (2013), Auler *et al.* (2015), Delizoicov *et al.* (2018) and others, who deal with the subject. The study showed that learning was effective, enjoyable and aroused students' interest in learning.

Keywords: Didactic Sequences; Teaching of Organic Chemistry; Teaching by Research; CTSA focus; 'Scientific Literacy'.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS GERAIS.....	20
2.1. Objetivos específicos.....	20
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
3.1. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA.....	21
3.1.1. O processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica.....	22
3.1.2. O processo de ensino-aprendizagem de Química sobre as interações intermoleculares.....	32
3.2. METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS.....	35
3.2.1. O surgimento das metodologias ativas e algumas de suas características para o processo de ensino-aprendizagem.....	36
3.2.2. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências por investigação.....	39
3.2.3. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Química sobre experimento por investigação.....	41
3.3. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CTSA E PARA 'ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA'.....	43
3.3.1. O processo de ensino-aprendizagem de Ciências com enfoque CTSA.....	43
3.3.2. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências para 'Alfabetização Científica'.....	46
4. MÉTODOS E MATERIAIS.....	51
4.1. Classificação da Pesquisa.....	51
4.2. Local da Pesquisa.....	52
4.3. Participantes da pesquisa.....	52
4.4. Desenvolvimento da sequência didática e descrições metodológicas.....	52
4.4.1. Percurso metodológico da sequência didática.....	55
5. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	60
5.1. Primeiro momento pedagógico da sequência didática	60
5.1.1. Apresentação da proposta da pesquisa e questionário diagnóstico: Aula 01.....	60
5.1.2. Lançamento da problematização inicial aos alunos: Aula 02.....	63
5.1.3. Discussão sobre a resolução da problematização inicial: Aula 03.....	65
5.2. Segundo momento pedagógico da sequência didática.....	65
5.2.1. Introdução ao estudo da função hidrocarboneto: Aula 04.....	65
5.2.2. Introdução ao estudo da função álcool: Aula 05.....	66

5.2.3. Introdução ao estudo sobre as interações intermoleculares: Aula 06.....	67
5.3. Terceiro momento pedagógico da sequência didática.....	67
5.3.1. Planejamento provisório do experimento pelos alunos: Aula 07.....	67
5.3.2. Execução do experimento em um caso concreto: Aula 08.....	68
5.3.3. Discussão dos principais pontos da resolução do experimento: Aula 09.....	69
5.3.4 Discussão final dos principais pontos da sequência didática e culminância: Aula 10.....	70
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	76
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
9. ANEXOS.....	103

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade globalizada, o mercado fica cada dia mais competitivo, exige exigindo mais qualificação de todos e, principalmente, que os indivíduos sejam comunicativos e criativos. Com a grande diversidade de tecnologia à disposição, torna-se fácil ter acesso às informações e ao conhecimento. Mas a Educação Tradicional não corresponde às exigências do mundo moderno.

Torna-se relevante levar o aluno a atuar e capacitá-lo a pensar socialmente, a ser um sujeito comprometido com o desenvolvimento de uma sociedade mais humana, justa e igualitária, na qual ele seja valorizado e respeitado. Nesse sentido, o mais importante não é levar o aluno a memorizar fórmulas e decorar conteúdos que não têm um significado para ele, que servem apenas para fazer avaliações e ser aprovado. É fundamental despertá-lo para a busca e criação de conhecimentos, a atuar na sociedade de forma consciente e crítica, para viver com dignidade e em colaboração uns com os outros em prol de todos.

De acordo com Torres e Irala (2014), o modelo pedagógico tradicional considera os alunos seres passivos e meros receptores e repetidores de conteúdos para memorizarem. Em oposição a ele, as metodologias ativas, como o Movimento da Escola Nova, a Epistemologia Genética de Piaget, Paulo Freire, a Teoria Sociocultural de Vygotsky e a Pedagogia Progressista, dentre outras, enfatizam a figura do aluno como agente ativo e participativo/protagonista da ação educativa, que aprende através da interação com os outros e por meio de conteúdos/problemas de importância social a parte de realidade.

A educação, nos tempos modernos, tem como um dos principais objetivos na Constituição Federal (CF) e na Lei de Diretrizes e Bases (LDB), o tripé: Cidadania, Educação e Mundo do Trabalho que são a base do processo de ensino-aprendizagem; consubstanciados nas áreas do conhecimento: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e Sociais aplicadas (BRASIL, 1988,1996). Isso implica, portanto, que o ensino de Ciências da Natureza, também, tem como objetivo principal educar para a cidadania e o mundo do trabalho.

Segundo Saviani (2008) e Tonet (2005), ao longo da história até a modernidade, a educação não foi universal. Na sociedade primitiva, sem classes sociais, todos se educavam no próprio trabalho; já na sociedade escravista e feudal,

com classes, a educação era diferenciada e privilegiava a classe dominante, enquanto a classe dominada vivia e aprendia no próprio trabalho. Com o surgimento e implantação do sistema capitalista, necessitou-se de trabalhadores com mais conhecimentos, para lidar com o trabalho e com a nova sociedade, que se tornou mais complexa no campo político, social, ideológico, dentre outros.

Tonet (2005) comenta que, de fato, o mundo do trabalho na sociedade capitalista exigiu uma educação que estivesse, cada vez mais, integrada tanto no processo produtivo e, para além dele, que não ficasse somente presa ao mundo do trabalho, mas que se preocupasse com a formação integral dos sujeitos, para que pudessem participar do mundo democrático e fosse conhecedor dos seus direitos e deveres.

De acordo com Lacerda (1997), Auler e Delizoicov (2001), Crossot (2003), Lambach (2008), Sasseron e Carvalho (2008, 2011), Sasseron (2015), Santos (2007, 2011) e Santos e Auler (2019) a educação deve levar os sujeitos a exercerem sua cidadania. Para isso, deve proporcionar-lhes a aquisição de conhecimentos, que os capacite a participar do mundo do trabalho e das decisões da sociedade. Nesse sentido, a educação precisa envolver o saber científico, tecnológico e ambiental, para que se formem cidadãos preparados com a capacidade cada vez maior de construir uma sociedade mais justa/solidária/igualitária. Para tal propósito, os educandos precisam adquirir os conhecimentos mínimos (para levar a uma práxis social) da Língua Portuguesa, da Filosofia, da Matemática, das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) e letramento digital, dentre outras. Os autores salientam que a melhor metodologia para aprender a linguagem científica é a que oferece uma educação para 'Alfabetização Científica'.

Dessa forma, conforme Auler e Delizoicov (2001), Santos e Schnetzler (2001), Auler (2003, 2007), Santos (2007, 2011), Fernandes *et al.* (2018), Santos e Auler (2019), a formação deve ter a finalidade de auxiliar os sujeitos na tomada de decisões, individual, mas, fundamentalmente, de forma colaborativa/coletiva, ao se defrontarem/ou preverem, no seu cotidiano, com problemáticas que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, pois elas não são neutras. Isso inclui, por exemplo, auxiliar os cidadãos na escolha de um combustível menos poluente para abastecer seu automóvel ou conscientizá-los sobre os benefícios sociais de tomar vacinas, e buscar qualidade de vida para todos, o que inclui cuidar do meio ambiente. Percebe-se, assim, que é de fundamental importância que os sujeitos/alunos tenham

conhecimentos básicos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), para auxiliá-los a interpretar o mundo e a tomar decisões.

Contudo, no campo pedagógico, questiona-se quais são as melhores maneiras de ensinar de forma significativa os alunos e como despertar o interesse deles em aprender e produzir conhecimentos. Como resposta, pode-se utilizar as metodologias ativas (*Maker*, sala de aula invertida, ensino híbrido, ensino por investigação e outros), que colocam os alunos como protagonistas, do próprio conhecimento. Vários pesquisadores, como Carvalho *et al.* (2013), Carvalho (2018), Berbel (1999, 2011), Zompero e Laburú (2016) e Bacich e Moran (2018) corroboram com o ensino de Ciências com metodologias ativas, que estimulam uma educação dialogante, com problematizações, investigação, criação de hipóteses, coleta e análise de dados, argumentação e com busca de autonomia do educando.

Zompero e Laburú (2016) ressaltam que uma metodologia ativa, de relativa importância, foi desenvolvida no começo do XX, pelo cientista/educador Dewey, chamada 'ensino por investigação', que no seu início, focou na formação de cientistas. Hoje, ela tem outros objetivos no ensino Ciências, como o estudo do desenvolvimento de hipóteses, coleta de dados, análise e argumentação.

Entretanto, no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza, a exemplo da Química, geralmente, predomina-se um ensino tradicional, apesar das normas vigentes como a BNCC (2018) recomendar o uso de práticas educativas, com metodologias ativas, com ênfase em atividades investigativas.

Mas, o que se tem observado no ensino de Química Orgânica, por exemplo, é uma educação conservadora sob os seguintes aspectos: (i) compatibilizado, sem relação de forma mais contundente, com a Química Geral e Físico-Química; (ii) muito focado em operações de classificação e nomenclatura; (iii) de caráter descontextualizado, de acordo com Marcondes *et al.* (2015); (iv) não é interdisciplinar, muitas vezes, os conteúdos não englobam saberes extras escolares, como afirmam Ferreira e Del Pino (2009) e Marcondes *et al.* (2015). O mesmo acontece com o ensino das Interações Intermoleculares/Química, que é descontextualizado e não interdisciplinar, apesar da relativa importância sobre fenômenos físico-químicos, como salientam Pereira e Pires (2012) e Santos *et al.* (2020).

A partir disso, considera-se este estudo relevante, pois muitos educadores ainda utilizam a metodologia tradicional, que desestimula os alunos na busca do conhecimento. Com ela, os alunos ficam na posição de ouvintes quando, na era

tecnológica, existem várias ferramentas, que permitem que eles busquem informações, para serem trabalhadas nas aulas, sob a mediação do professor.

A experiência realizada, nesse estudo, traz uma proposta de atividade que leve o aluno a refletir sobre a importância da Química Orgânica no seu dia a dia e, ao mesmo tempo, o coloca na condição de protagonista no processo de ensino-aprendizagem, no qual ele pesquisa, compartilha seus conhecimentos com o grupo e produz algo significativo, elaborado em colaboração com os colegas.

Nesse sentido, este estudo procura refletir sobre as perspectivas de uma educação de Química Orgânica contrária à metodologia tradicional. O objetivo geral do estudo é desenvolver e aplicar uma sequência didática no ensino de Química Orgânica para Ensino Médio, a partir de experimentos de extração com uma atividade investigativa com materiais de baixo custo, para 'Alfabetização Científica'. Para isso, buscou-se desenvolver e aplicar a sequência, tendo como base os seguintes conteúdos: introdução ao estudo dos hidrocarbonetos, função álcool, interações intermoleculares e um experimento por extração do álcool na gasolina com materiais alternativos, para averiguar se ela está adulterada.

Para compreender o tema, no terceiro capítulo, descreveu-se teoricamente como é o processo de ensino-aprendizagem da Química e conhecer: as metodologias ativas (em especial o Ensino por Investigação), o ensino com enfoque CTSA e para 'Alfabetização Científica'. No quarto capítulo, apresentaram-se os métodos e o percurso metodológico da sequência didática. No quinto capítulo, aplicou-se a sequência didática aos alunos. No sexto capítulo, discussões e resultados. No sétimo capítulo, fez-se as considerações finais e, por fim, arrolou-se as referências bibliográficas.

2. OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa visa desenvolver e aplicar uma sequência didática no Ensino de Química Orgânica para Ensino Médio, numa perspectiva investigativa, a partir de um experimento de extração, com materiais de baixo custo, para 'Alfabetização Científica'.

2.1. Objetivos específicos

- Demonstrar, através de um experimento por extração do álcool na gasolina, como é possível adulterar a gasolina, com materiais de baixo custo, através da metodologia investigativa;
- Discutir sobre os impactos no meio ambiente causados pela adulteração da gasolina, a partir do enfoque CTSA;
- Explicar os conceitos de Química Orgânica, relacionados aos fatos do cotidiano e de relevância social, através de discussões entre os alunos;
- Analisar as contribuições da sequência didática aplicada para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo para os alunos, de forma processual e através das aplicações de questionários, com desafios para despertar seu interesse pela busca do conhecimento;
- Elaborar planos de aulas, como proposta de um produto para esta dissertação, sobre o desenvolvimento da sequência didática, para o aprendizado de conceitos importantes de Química Orgânica, a partir de metodologias ativas, com Ensino por Investigação, com enfoque CTSA, para 'Alfabetização Científica'.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, buscou-se conhecer as dificuldades, pelas quais o processo de ensino-aprendizagem tem passado.

De acordo com Marcondes *et al.* (2015) e demais autores estudados, na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas tecnologias em geral, no campo educacional, especialmente, no de Química, de forma específica o de Química Orgânica, a aprendizagem não se efetiva. Isso se deve a diversos fatores, entre eles, por ser um ensino descontextualizado, não interdisciplinar, dentre outros.

3.1. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Segundo Marcondes *et al.* (2015), observa-se, ao longo dos anos, que o processo de ensino-aprendizado de Química Orgânica não se efetivou devido a três fatores específicos: o primeiro é porque essa disciplina está, praticamente, dissociada das outras subáreas da própria Química; o segundo refere-se ao seu ensino, que, ainda, está muito focado na classificação e na nomenclatura e, por fim, por não trabalhar os conteúdos de forma interdisciplinar e contextualizado, o que o torna distante da realidade dos alunos.

Marcondes *et al.* (2015) reforçam que o ensino de Química, com a metodologia tradicional, aliada aos fatores acima descritos, apenas exige a memorização de conteúdos, os quais não têm significado para os alunos. Com isso, eles não se sentem estimulados a aprender; não sentem prazer nem interesse e curiosidade pelo conteúdo trabalhado; os alunos não são convidados a participarem da elaboração dos conteúdos curriculares, não podem opinar, questionar, sugerir e, assim, ficam na posição de meros receptores daquilo que a escola lhes impõe e exige para serem aprovados. Os autores ressaltam que neste tipo de ensino, praticamente, não se discute o agravamento dos problemas ambientais, a importância do conhecimento científico e seu papel na sociedade, que são relevantes no mundo globalizado.

Santos (2000) corrobora com Marcondes *et al.* (2015) e ressalta que as disciplinas escolares não são construtos dogmáticos, que traduzem verdades absolutas e não devem ser discutidas. Segundo Tonet (2013), o conhecimento é o constructo/tradução (no processo histórico e dialético) da episteme pelo sujeito de forma ativa a partir de sua realidade. Nesse sentido, Santos (2000) afirma que as

produções sofrem transformações constantes. Uma disciplina escolar deve ser discutida entre professores e alunos de forma interativa, a fim de tornar os conteúdos significativos.

Santos (2000) salienta que, no mundo globalizado, é crucial valorizar a produção de conhecimento interativo, baseada no cientificismo, mas que também reconheça os aspectos oriundos do senso comum. Segundo Silva e Marcondes (2010), no ensino de Ciência/Química, esse conhecimento popular deve ter importância social na vida cotidiana do aluno. Santos (2000) destaca que a cultura popular possui elementos importantes para a produção científica, sendo essencial valorizar os saberes que os alunos adquirem em seu meio e integrá-los às propostas de ensino. Isso deve ser feito por meio de um diálogo constante entre o chamado conhecimento vulgar/senso comum/popular e o conhecimento científico, de forma interacionista. Para ela, é fundamental considerar a bagagem, as experiências culturais e as práticas sociais dos alunos na constituição do pedagógico, tornando, assim, o ensino significativo.

3.1.1. O processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica

Ferreira e Del Pino (2009) observam nítida falta de interdisciplinaridade no ensino de Química Orgânica, apesar dos documentos oficiais, como a LDB, BNCC, PCNs e as DCN, em sua normatividade, apregoarem a importância do ensino interdisciplinar em todas as áreas da educação, que devem estar, sempre, em diálogo umas com as outras. Eles ressaltam que as áreas do conhecimento devem estar interligadas; mas, na prática do ensino de Química Orgânica, essa disciplina torna-se isolada, e não considera, em seu ensino e na sua elaboração curricular, os conteúdos extraescolares, conforme mencionado por Marcondes *et al.* (2015).

Mas, para Ferreira e Del Pino (2009), uma das possibilidades para modificar essa realidade no ensino de Química Orgânica seria incluir, na elaboração de forma colaborativa nos planos de aulas/atividades/currículo, temas/conteúdos que contenham inter-relação com outras disciplinas de sua proximidade, como Biologia e Física. E, até mesmo, de acordo com Marcondes *et al.* (2015), buscar uma maior inter-relação de conhecimento dentro da própria Química, como o da Química Orgânica com a Inorgânica e Físico-Química. Chosst (2003) acrescenta que o ensino da Química, em geral, tem que ir além da inter-relação das disciplinas de proximidade ou

da própria Química: o ensino de Ciência/Química deve incorporar outras áreas do conhecimento, como o da Geografia, Sociologia e Filosofia etc.

Nesse sentido, é importante questionar como promover a interdisciplinaridade, de forma que não se limite às áreas mais próximas do conhecimento e ir além, no ensino de Ciência/Química, como salienta Chosst (2003). De acordo com Marcondes *et al.* (2015) e Ferreira e Del pino (2009), para superar esse problema no ensino de Química Orgânica, faz-se necessárias outras práticas pedagógicas. Para eles, as práticas devem considerar além dos conteúdos de Química Orgânicas, os extraescolares e de outras áreas do conhecimento de relevância social para os alunos; a partir de problemáticas do seu cotidiano e que englobem, também, estratégias pedagógicas, como o enfoque CTSA.

Freire (2009) salienta que o processo de ensino-aprendizagem deve considerar o cotidiano social dos alunos, suas experiências de vida e de trabalho, com atuação política (não no sentido partidário) de escolhas, ações práticas e tomadas de decisões de forma consciente. Isto é, uma educação pautada pela convivência social, cultural e política. Por isso, que ele propõe uma pedagogia da autonomia, onde o professor conscientiza, orienta o aluno para a vivência social, e não para ser um mero ouvinte ou alguém em quem se deposita conteúdos sem significado, para memorizar; mas alguém que fala, interage e discute aquilo que se aprende. Daí a importância da investigação, quando aluno e professor buscam na realidade do aluno e em seu meio social, os temas/conteúdos para serem abordados a partir de problematizações.

Santos (2000) acrescenta, orientando-se por essas ideias e pela abordagem educacional interacionista (histórico-cultural) de Vygotsky, defende que o ensino científico deve considerar como seu ponto de partir, um conhecimento cultural popular/senso comum/vulgar (de importância social), gerado do cotidiano do aluno.

Diante desses aspectos, Marcondes *et al.* (2015) entendem que o ensino de Química Orgânica sempre foi baseado em memorização, descontextualizado e não interdisciplinar, e isso implica em três problemas no campo pedagógico, quais sejam:

O primeiro refere-se ao ensino tradicional, em grande parte balizado por materiais didáticos, com conteúdos desconectados; isto é, os conhecimentos das disciplinas: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica não são interligados, e isso impede, por exemplo, que os alunos relacionem os conhecimentos sobre ligações químicas ou solubilidade com as propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos. Além disso, a Química Orgânica é estudada, geralmente, na 3ª

série do Ensino Médio, como um campo quase que separado da Química. Isso gera a ideia de que os princípios e leis aprendidos na Química Geral ou Físico-Química nada têm a ver com os compostos de carbono (MARCONDES *et al.*, 2015).

O segundo problema destacado por Marcondes *et al.* (2015) diz respeito à grande ênfase dada, inicialmente, nos materiais didáticos de Química, especialmente no de orgânica, às classificações, nomenclaturas e formulações de compostos orgânicos. Exemplo disso, é que o ensino e os materiais didáticos de Química Orgânica focam, demasiadamente, em classificação dos tipos de cadeias; dos tipos de carbonos (primários, secundários etc.); classificação dos tipos de ligações, dos tipos de hidrocarbonetos, de isomeria e, também, regras para dar nomes aos compostos, para escrever as fórmulas moleculares, estruturais e de traços de compostos orgânicos, dentre outras.

Marcondes *et al.* (2015) ressaltam que este tipo de ensino, voltado para classificações, nomenclaturas e escrita de fórmulas estruturais, trabalhado como conhecimentos de Química Orgânica no currículo tradicional, em nada contribui para uma ação reflexiva. Os autores consideram tais conhecimentos importantes para a compreensão de vários aspectos da Química Orgânica. Mas, segundo eles, a forma como tais conteúdos são trabalhados acaba por levar os alunos, muitas vezes, a passar o ano todo em treinamento e memorização da aplicação de inúmeras regras para classificar, nomear e formular compostos orgânicos. Com isso, os conteúdos se tornam irrelevantes e não despertam uma reflexão crítica, que contribua para a construção da cidadania ou para o desenvolvimento da capacidade de interpretar o mundo físico, que se faz presente em seu cotidiano e na mídia.

O terceiro problema, a que se referem Silva e Marcondes (2010, 2015) Marcondes *et al.* (2009, 2015), é sobre a carência de contextualização dos conhecimentos científicos, que, no caso da Química Orgânica e das demais áreas da Química, às vezes, adquire o sentido de 'dar exemplos' de compostos orgânicos de uma determinada função. Exemplo disso é o vinagre, presente no cotidiano das pessoas e que é utilizado de diversas maneiras, não sendo tratado como um 'objeto de conhecimento' a ser explorado no ensino, mas apenas um exemplo de ácido carboxílico. O mesmo pode-se dizer em relação a tantos outros tópicos de Química Orgânica, tais como etanol/álcoois, petróleo/hidrocarbonetos, acetona/cetonas ou sacarose/carboidratos. Ou seja, os seus processos de produção; usos cotidianos e

industriais e composição não são estudados no processo de ensino-aprendizagem de forma satisfatória.

Silva (2007), Silva e Marcondes (2010, 2015) e Marcondes *et al.* (2009, 2015) salientam a necessidade da contextualização no ensino de Ciências, pois ela privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais. Para eles, o ensino deve ser fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologias, de modo reflexivo para que os alunos recebam uma educação, que contribua para a sua formação como sujeito crítico, como cidadão atuante e o capacite a transformar a realidade, quando ela é desfavorável.

Na visão de Lambach (2008), no ensino, é preciso ter uma contextualização considerada desejável, que é aquela que forma um cidadão crítico, no qual sabe opinar e tomar decisões em diversas situações. Para essa formação, é fundamental que os alunos tenham domínio sobre os conceitos científicos, desenvolvam a criticidade, e tenham valores e atitudes cidadãs. Neste sentido, é fundamental que o processo de ensino-aprendizagem seja baseado por contextualização, que considere os aspectos socioculturais da realidade dos alunos.

Nota-se que é possível inferir que esse tipo de contextualização, é o que Lacerda (1997), Auler (2003), Santos (2007), Lambach (2008), Carvalho *et al.* (2013) e BNCC (2018) apontam como fundamental no ensino de Ciências, pois ela pode promover a 'Alfabetização Científica'/'Letramento Científico' e, como consequência, pontos positivos para o mundo do trabalho e, fundamentalmente, na criticidade dos sujeitos, ao produzir neles uma maior capacidade de 'tomar decisão' (efetivar cidadania) em prol de todos, principalmente, sobre temática ambiental. Marcondes *et al.* (2009, 2015), Silva e Marcondes (2010, 2015), Auler *et al.* (2015), Santos e Auler (2019) uma educação de Ciência, nessa perspectiva, tenderá a gerar ganhos sociais para os alunos (ao ter como ponto de partida e chegada pedagógica por problematização, sob a égide de uma efetiva contextualização) tais como uma maior capacidade neles de transformação social/participação tanto nas atividades educativas como em processos decisórios, sobre problemática que envolva CTS/CTSA. Dessa forma, uma educação de Química/Ciência com esse perfil, tem como finalidade a busca de uma sociedade cada vez mais justa e emancipada politicamente (não no sentido partidário).

Conforme Silva e Marcondes (2010), para compreender a visão dos professores sobre a importância da contextualização, realizaram uma pesquisa com

professores de Química, com a proposta de desenvolverem uma atividade contextualizada. Os autores observaram que boa parte dos professores teve muita dificuldade em contextualizar e, apenas, deram exemplos de situações do dia a dia, como se isso fosse uma contextualização que construísse conhecimento. Os professores consideraram que, a partir de exemplos, o aluno construiria seu conhecimento, ou seja, que a exemplificação seria um 'objeto de conhecimento'. Essa percepção errônea sobre a contextualização foi detectada ao serem analisadas as atividades planejadas pelos professores.

Para Silva e Marcondes (2010) e Marcondes *et al.* (2009), a contextualização dos conteúdos de Química passa por quatro etapas principais: na primeira, apresentam-se ilustrações e exemplos de fatos do cotidiano ou aspectos tecnológicos relacionados ao conteúdo; na segunda, aborda-se temas com explicações de fatos do cotidiano e de tecnologias (relacionadas ou não às questões sociais); na terceira, faz-se o uso do conhecimento científico em função do contexto sociotécnico, para o enfrentamento de situações problemáticas e, na quarta, realiza-se discussões de situações problemas de forte teor social, que leve o aluno a ter um posicionamento, e refletir sobre possível intervenção social na realidade social problematizada.

Silva (2007), Lambach (2008), Silva e Marcondes (2010, 2015) e Marcondes *et al.* (2009, 2015) salientam que a contextualização no ensino de Química, é mais efetiva e significativa, ao envolver tema/problema de relevância social, que faz parte da 'realidade concreta' cotidiano do aluno. Nesse sentido, a construção de conhecimentos deve ser epistemológica (de forma ativa e subjetiva pelo aluno) por problemas sociais relevantes; caso contrário, tornam-se muitas vezes uma 'mera exemplificação'/'ilustração', sem trazer os impactos positivos no processo de ensino.

Nesse sentido, Silva e Marcondes (2010, 2015) e Marcondes *et al.* (2009, 2015) ressaltam que contextualizar é um desafio para o professor. Se o conteúdo a ser contextualizado não for de importância social na vida cotidiana do aluno, ele pode se converter em uma 'mera exemplificação' e não se tornar um 'objeto de conhecimento'. Isso ocorre porque, muitas vezes, com as exemplificações, o aluno não se sente desafiado e motivado no processo investigativo, o que resulta na falta de construção de conhecimento e, como consequência, não há uma aprendizagem efetiva.

Isso é observado no ensino de Química Orgânica com frequência, quando o professor ensina, por exemplo, as reações de saponificação, muitas vezes, partindo de citação do uso do sabão no dia a dia do aluno. Para ele, isso é uma

contextualização, que levaria o aluno a construir seu conhecimento; mas, nesse caso, houve apenas uma exemplificação. Ao contrário, para se produzir uma contextualização, com a finalidade de se ensinar o conhecimento específico com mais eficiência, seria mais adequado partir de problematização sobre o uso do sabão, com abordagem de relevância social.

Um exemplo de contextualização do conteúdo, cujo 'objeto de conhecimento', fosse o sabão, poderia fazer as seguintes abordagens: analisar se houve algum problema ecológico ao adicionar dejetos de sabão em um manguezal, após a instalação de uma lavanderia em um bairro; e observar se diminuiu o pescado no local, onde o aluno vive. A problematização seria: o dejetos do sabão jogado no manguezal produziu algum acidente ecológico? Em caso afirmativo, questionar: há outro tipo de sabão, cuja química não traz esse impacto ecológico? Com tal abordagem, o ensino seria contextualizado; e o estudo do sabão, atrelado ao conhecimento específico como a reação de saponificação, tornaria mais significativo para o aluno. Isso acontece porque um problema de forte carga social estimula o aluno a querer entendê-lo, e a aprender tudo que o envolva, inclusive, os conhecimentos científicos, na tentativa de atuar sobre ele, em sua realidade.

Diante do exposto, Lambach (2008) corrobora também com a ideia de que é um desafio contextualizar o ensino de Química pois, para isso, é preciso problematizar, investigar e interpretar fatos e situações que envolvam conceitos químicos, de modo a tornar o cidadão capaz de participar ativamente do seu meio social. Isto é, não se trata da adaptação de um exemplo do cotidiano a um conteúdo químico; ao contrário, busca-se, a partir de um tema social relevante, estudar os conteúdos químicos a ele relacionados.

Balizando-se por essas estratégias educativas, uma contextualização que envolva as substâncias metanal/formol, etanol/álcool etílico, propanona/acetona e ácido etanoico/vinagre, dentre outras, não poderia ter um ensino focado somente em suas nomenclaturas, em classificações de cadeias do carbono, de isomerias e outras. Também, não poderia ser realizado através de exemplificações, sem considerar a relação do conteúdo com os aspectos sociais relevantes para os alunos. Como salientam Marcondes *et al.* (2015), não há aprendizagem quando os alunos passam o ano a memorizar conteúdos sem significados para eles. Cabe, assim, ao professor, levá-los a refletir sobre os aspectos sociais relacionados àquilo que vai ensinar, a partir de problemáticas, geradas do cotidiano dos alunos.

Nessa perspectiva, Marcondes *et al.* (2015) afirmam que, durante o processo do ensino de Ciência/Química Orgânica deve-se dar mais ênfase, em certos momentos, ao 'conhecimento concreto', de modo contextualizado e interdisciplinar, como ponto de partida e chegada do fazer pedagógico. Os autores ressaltam que a abordagem dos conteúdos deve ser gerada a partir de implicações sociais do cotidiano do aluno em detrimento ao específico, ou seja, do saber disciplinar/fragmentado. Dessa forma, alcança-se a finalidade do estudo, que é levar o aluno a adquirir o conhecimento científico de forma mais efetiva e significativa.

Ressalta-se que, de acordo com Vygotsky (1991), todo sujeito tem uma formação social, histórica e cultural, por isso, faz-se necessário considerar, no processo de ensino-aprendizagem a contextualização dos conteúdos, para dar ressignificação ao conhecimento. Essa postura pedagógica torna o aprendizado mais atraente e motivador para aluno, e o leva a construir outros conhecimentos, a partir de sua realidade, epistemologicamente. Neste sentido, o ensino de Ciência para ser efetivo deve ter como ponto de partida e chegada pedagógica por problematização, o conhecimento contextualizado/interdisciplinar/concreto gerado da realidade do aluno, em detrimento ao disciplinar/fragmentado/abstrato. Para Tonet (2013), o concreto (objetividade) e o abstrato (subjetividade) têm o mesmo valor/estatuto ontológico, pois formam uma unidade dialética insolúvel. Mas, isso não impede que em certos momentos, um deles tenha primazia no processo de ensino para promover o outro, em uma relação dialética, como acontece neste estudo.

A partir disso, como exemplo, no caso do ensino do formol e/ou etanol de modo contextualizado, deve-se considerar, além de seu conteúdo específico, as suas implicações sociais: qual o seu papel no dia a dia das pessoas; seus processos de produção industrial; como é feito seu uso; se ele é benéfico ou maléfico e os cuidados de sua utilização. Nesse processo de ensino, enfatiza-se as implicações sociais do conteúdo específico, para tornar o aprendizado do conhecimento científico/disciplinar mais efetivo. Ressalta-se, no entanto, que nesse processo de ensino, não se negligencia o conteúdo específico (formol, etanol e outros), mas deve ressignificá-lo socialmente, para despertar o interesse dos alunos ao aproximá-lo da sua realidade, e torná-lo mais significativo.

Além disso, infere-se que as problemáticas sociais usadas como estratégias pedagógicas para contextualizar são diferentes para cada grupo social, região e classe social do aluno, balizando-se por Auler (2003), Marcondes *et al.* (2009) e

Santos e Marcondes (2010). Assim, no ensino do metanal e/ou etanol, deve-se considerar além dos seus aspectos químicos e suas implicações sociais, observar qual grupo social e localidade que o aluno pertence, pois para cada problema, implica estratégia pedagógica diferente.

Nessa perspectiva, no ensino do metanal, por investigação, pode-se contextualizá-lo, a partir de problemáticas do cotidiano do aluno: analisar se ele traz malefícios ou benefícios, quando usado, indiscriminadamente, nos alisamentos de cabelos. Já, no ensino do etanol, analisar os impactos positivos ou negativos na sociedade, em diversas áreas como: na saúde (consumo de bebidas alcoólicas e outros); ciência e tecnologia (etanol de segunda geração, energia renovável, antidetonante nos automóveis, etc.); meio ambiente (monocultura, degradação do solo, etc.) e desigualdade social (concentração de renda, pobreza e outros).

É importante salientar que, nesse processo de ensino, o professor e aluno devem definir e limitar, através de diálogo/discussão, as problemáticas e os conteúdos específicos gerados delas, que serão trabalhadas em sala de aula. Ressalta-se, ainda, que esta postura pedagógica no ensino de Ciências/Química deve ter ressonância com as problemáticas (de preferência com o mesmo problema) de outras áreas/disciplinas do saber, principalmente, as mais próximas, como a Física e a Biologia. Na prática pedagógica, não é adequado, que o professor imponha/proponha isoladamente temas/conteúdos, que ele acha que é um problema, antes de defini-lo com os alunos (de preferência com a comunidade escolar), através de discussão.

Auler *et al.* (2015) corroboram com as ideias citadas, para eles uma proposta de atividade/currículo onde relacione CTS deve ser construída e implantada de forma colaborativa/interdisciplinar, tendo como ponto de partida e chegada pedagógico por problematização, um 'conteúdo/tema de forte teor social'/contextualizado, gerado da realidade cotidiana do aluno. O ensino de Ciência contextualizado e interdisciplinar proporciona o engajamento coletivo/participação, tanto na atividade educativa quanto em processo decisório sobre a solução de problemática social, quando relacionar CTS/CTSA, como salientam Santos e Auler (2019).

De acordo com as perspectivas dos autores e teorias educativas já estudadas nesta pesquisa, cita-se como exemplo de estudo interdisciplinar e contextualizado uma pesquisa da substância eteno; considerando, para isso, um planejamento em conjunto/colaborativo entre os professores de Química, Física e Biologia, delimitado por um problema do cotidiano do aluno. Neste caso específico, poderia ser sobre o

impacto causado pelo 'Plástico na Sociedade: Vilão ou Mocinho', gerado a partir da realidade de uma cidade que possui um rio, por exemplo. E o professor de cada área, com este problema, ensinaria os conhecimentos específicos da sua disciplina. Neste contexto, o professor de Química poderá ensinar sobre a substância eteno e as reações de polimerização do plástico; o de Física ensinaria conteúdos de difração e refração da luz, que ocorrem na água poluída dos rios; o de Biologia abordaria a diminuição da fotossíntese, devido a presença do plástico na superfície do rio, e as consequências do dano ecológico na vida dos moradores dessa cidade/região.

Tal prática está em acordo com a teoria de Vygotsky (1991), que mostra a importância da interação e da troca de experiência entre os pares, para que todos aprendam de forma significativa. Nesse sentido, o professor deve apresentar as questões/problemas, construídas/delimitadas de forma colaborativa, num grau maior ou menor, com todos envolvidos no processo de ensino, para que os alunos discutam, deem opinião, comentem e abordem aspectos relacionados ao uso cotidiano delas e, a partir dessas reflexões, levá-los a produzir um conhecimento sob sua orientação.

Chosst (2003), Auler (2003, 2007) e Auler *et al.* (2015) corroboram com os demais autores sobre as discussões em torno das estratégias pedagógicas no ensino de Ciências. Eles ressaltam que para o professor contextualizar e interdisciplinar, e ter um maior êxito no processo de ensino-aprendizagem, deve analisar os problemas sociais relevantes, que afetam o cotidiano dos alunos. Esse é o ponto de partida e chegada pedagógica na construção do currículo, dos planos de aulas e da preparação das atividades, onde os conteúdos contextualizados tratem de problemas/temas, que exijam, para sua solução o envolvimento de outras disciplinas. Nesse sentido, todas elas, independentemente de serem mais próximas da área do conhecimento e/ou de outras diferentes, podem ser trabalhadas juntas. Por exemplo, uma abordagem de Química, de acordo com Chosst (2003), pode ser tratada de maneira integrada com Biologia, Geografia, Filosofia e outras disciplinas.

Carvalho *et al.* (2013) comentam que, de acordo com as teorias de Freire, Vygotsky e outros teóricos da educação, a aprendizagem se torna efetiva, quando o ensino inicia-se com a problematização; envolve conteúdos, que abordam a realidade dos alunos e valoriza seus saberes, de modo a dar mais significado ao que será abordado. Corroboram ainda com essa visão, Ferreira e Del Pino (2009) e Marcondes *et al.* (2015), que consideram a contextualização no ensino de Química Orgânica, com temáticas de relevância social, fundamental no processo de ensino-aprendizagem.

Para eles, o ensino deve basear-se no contexto social (comunidade e vida) do aluno, e estar inserido no currículo, para que os alunos aprendam os conceitos científicos. Com isso, desperta-se o interesse do aluno pelos conhecimentos de Química Orgânica, e o desejo de atuar, na busca de soluções dos problemas debatidos, além de reconhecer a importância do aprendizado do conteúdo da disciplina/científico.

Norteando-se por Ferreira e Del Pino (2009) e Marcondes et al. (2015), uma estratégia pedagógica eficaz para contribuir significativamente com a contextualização e interdisciplinaridade do ensino de Química Orgânica é aquela que adota o enfoque CTSA. Nesse contexto, os conteúdos são abordados a partir de problemáticas ecológicas de relevância social, relacionadas ao cotidiano dos alunos. A abordagem CTSA considera fundamental a inter-relação das diferentes áreas do conhecimento como uma unidade integrada, permitindo o desenvolvimento mais profundo dos conteúdos e efetivando o aprendizado.

Na busca de um ensino efetivo de Ciências/Química e outras disciplinas, conforme Torres e Irala (2014) e Berbel (2011), é preciso que as atividades sejam realizadas e implementadas de forma colaborativa/cooperativa/autônoma, envolvendo boa parte dos participantes no processo educativo, proporcionando ao aluno a oportunidade de ser o protagonista do processo de ensino-aprendizagem. O papel do professor é guiá-lo a atuar diante das problemáticas sociais do cotidiano (com forte teor social), por meio de reflexões, discussões e, juntos, buscarem soluções para elas. As práticas pedagógicas que mais contribuem para isso são o ensino de Ciência contextualizado, interdisciplinar, com enfoque CTSA e metodologias ativas, pois tornam o aprendizado do conhecimento científico mais significativo, ao colocar o aluno como agente na construção de seu próprio conhecimento, conforme Auler (2003), Santos e Auler (2019), Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Fernandes *et al.* (2018).

Ao estudar as teorias e práticas discutidas nesta pesquisa sobre o ensino de Química Orgânica, percebe-se que essas abordagens facilitam o trabalho do professor ao ensinar conceitos mais abstratos e fragmentados da Química, como classificação de carbono, cadeia, função, isomeria, reação, entre outros. Mesmo sendo conceitos abstratos, eles passam a ter mais sentido e concretude para o aluno por meio desse processo de ensino-aprendizagem contextualizado e interdisciplinar em Química Orgânica. De acordo com Ferreira e Del Pino (2009) e Marcondes *et al.* (2015), esse método torna o conteúdo mais concreto, palpável, compreensível e atraente para os alunos. No ensino de Química Orgânica, essa perspectiva

proporciona uma ressignificação social do conteúdo, tornando-o mais significativo para o aluno. Dessa forma, aumentam-se as chances de alcançar um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente em Química Orgânica.

Os autores citados nesta pesquisa apontam para a ruptura com o ensino tradicional em todas as disciplinas e, em especial, no processo de ensino-aprendizagem de Ciência/Química Orgânica. Para eles, as práticas pedagógicas, com metodologias ativas tornam o aprendizado mais interessante, prazeroso e relevante para os alunos. Ressalta-se que não se trata de negligenciar o ensino de conceitos químicos, mas de tratá-los ampla e significativamente, no qual os alunos encontrem sentido naquilo que aprendem e, assim, reconheçam a importância dos princípios da Química, do conhecimento e da cultura científica como relevantes na vida de todos.

3.1.2. O processo de ensino-aprendizagem de Química sobre as interações intermoleculares

Pereira e Pires (2012) e Santos *et al.* (2020) afirmam que o estudo das interações intermoleculares é de fundamental importância, principalmente, porque ajuda na compreensão de muitas temáticas ligadas à Ciência, pois influencia vários fenômenos químicos e físicos. Mas, nota-se que há poucos trabalhos científicos publicados sobre o tema, que proponham alternativas para a sua abordagem nas aulas de Ciências, principalmente, em relação à química e que contribuam para enriquecer o tema abordado nos livros didáticos.

De acordo com Pereira e Pires (2012), o ensino-aprendizagem das interações intermoleculares, no Ensino Médio, é relevante, porque trata de temas fundamentais, que auxiliam na compreensão de diversos fenômenos físicos e químicos presentes no cotidiano. Os autores citam como exemplo, as propriedades da matéria, como solubilidade, volatilidade, viscosidade, ponto de fusão e ebulição, constante elétrica, a adsorção e a velocidade de passagem de um composto por uma coluna cromatográfica, dentre outras, que dependem das interações intermoleculares.

Segundo Tito e Canto (2015), as interações intermoleculares dizem respeito às ligações químicas entre moléculas. Elas são classificadas em: dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente e ligação de hidrogênio.

Em relação à intensidade, a menos intensa é a interação de dipolo instantâneo-dipolo induzido, cuja interação ocorre entre as moléculas apolares; como, por exemplo, entre as moléculas de dióxido de carbono, CO_2 , eliminada da respiração e

presente nos extintores. Já, a interação de intensidade intermediária, acontece entre as moléculas de dipolo permanente-dipolo permanente, moléculas polares, como acontece na cetona, usada pelas mulheres, como solvente para retirar o esmalte das unhas. Por fim, a interação intermolecular mais intensa, conhecida como ligação de hidrogênio; ela acontece entre as moléculas polares, quando há interação entre o elemento hidrogênio de uma molécula com o Flúor, Oxigênio ou Nitrogênio de outra molécula, como acontece entre as moléculas de água.

De acordo com Pereira e Pires (2012) e Santos *et al.* (2020), o estudo das interações intermoleculares será mais eficiente no processo de ensino-aprendizagem se for contextualizado e interdisciplinar; e isso deveria constar no planejamento curricular para as aulas do ensino de Química. Santos *et al.* (2020) salientam que a contextualização, deve considerar o contexto da vivência do aluno e sua realidade, pois, nele, está imerso, e constrói sua visão de mundo e de si mesmo. Para os autores, essa estratégia metodológica dará mais 'concretude' e sentido, para os alunos, sobre os assuntos ensinados.

Nesse sentido, o ensino-aprendizagem de Ciência contextualizado, contribui para uma maior efetivação, pois o aluno nesse contexto, constrói seu conhecimento. Mas, o ensino de Ciência com conteúdo sem relevância social e muito abstrato/fragmentado, desestimula o aluno a aprender e até a continuar seu estudo.

Santos *et al.* (2020) comentam que o ensino se torna mais eficiente quando contextualizado, e comprovou isso, ao tratar sobre interações intermoleculares, no desenvolvimento de seu artigo, com seguinte tema 'O Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes'. Segundo eles, no final das atividades sobre açúcar, os alunos tiveram uma compreensão e aprendizagem mais satisfatória, sobre as interações intermoleculares.

Segundo Chosst (2003), outra temática pedagógica fundamental, para tornar o ensino de Química mais significativo, no processo educacional, é a interdisciplinaridade. No ensino de Ciências/Químicas, isso pode ser manifestado quando a temática/problema em ensino exigir outras disciplinas de proximidade para sua solução como Matemática, Biologia e Ciências e as não próximas, como Língua Portuguesa, Literatura História e estabelecer ligações entre elas.

No caso deste estudo, por exemplo, no experimento por extração do etanol da gasolina, envolveu, diretamente, a Matemática na resolução de cálculos, para detectar o teor do etanol na gasolina, após a execução do experimento por extração. A

abordagem, também poderia explorar aspectos: geográficos, como as áreas, onde se produz mais cana de açúcar; biológicos, como o plantio da cana, a melhor época para realizá-lo; sociais, quem são os trabalhadores, condições de trabalho; ecológico, se os gases da combustão da gasolina aceleram o aquecimento global; e, ainda, estimular os alunos a lerem algum livro de literatura, que envolva essa questão ou pesquisarem sobre o tema em jornais, revistas e artigos publicado na *internet*.

Nota-se, nesse aspecto, que há um leque de possibilidades que o professor poderá utilizar para tornar o ensino dos conteúdos de Química mais atrativo. No que se refere ao experimento por extração, seria mais interessante que ele não se restringisse apenas às temáticas de Química, haja vista que, muitas vezes, o ensino de Química com experimento é focado em suas etapas. Por exemplo, no experimento por extração do etanol na gasolina, geralmente, limitando-se ao ensino da solubilidade, cálculo do teor do etanol na gasolina e dos tipos de interações intermoleculares (que pode explicar a extração do etanol pela água na gasolina), que atuam nas substâncias dos combustíveis: ligação de hidrogênio, dipolo instantâneo-dipolo induzido ou dipolo permanente-dipolo permanente.

O ensino de Química deve ser contextualizado e interdisciplinar, pois isso aumenta o significado do conteúdo para o aluno e contribui para seu aprendizado, de acordo com Chosst (2003), Silva (2007), Ferreira e Del Pino (2009), Marcondes *et al.* (2009, 2015), Silva e Marcondes (2010, 2015) e Santos *et al.* (2020). Como exemplo, menciona-se o ensino por meio do estudo dos impactos (financeiros, de saúde, ecológicos, etc.) causados pelos gases resultantes da combustão da gasolina na sociedade. Esse tema pode ser abordado, concomitantemente, ao experimento de extração e à análise das forças intermoleculares. Nessa perspectiva, o ensino das forças intermoleculares, vinculado à problemática social, pode envolver outras disciplinas, como a Biologia e outras, nas soluções e discussões dos problemas.

No caso específico do ensino das interações intermoleculares, é importante que ele não seja fragmentado, mas que envolva temas de relevância social e conexão com o dia a dia do aluno, atrelado às questões da saúde e da ecologia. Ao estudar os gases da combustão da gasolina, por exemplo, o conteúdo torna-se mais compreensível, instigante e interessante para o aluno, quando aborda temáticas de seu interesse e da sua comunidade. Dessa forma, é possível que o ensino da Química/interações intermoleculares fique mais atraente e a aprendizagem efetiva, se a abordagem tiver um significado real.

Ressalta-se, assim, que a interdisciplinaridade e contextualização no ensino de Ciências/Químicas, orientando-se por Chosst (2003), Silva (2007), Santos *et al.* (2020), Auler *et al.* (2015), Marcondes *et al.* (2009, 2013, 2015), Santos e Marcondes (2010, 2015), PCNs (BRASIL, 1998, 2001), LDB (BRASIL, 1996) e BNCC (BRASIL, 2018), estão relacionadas ao ensino curricular de Ciências/Química, tendo como ponto de partida e chegada pedagógica, um conteúdo/tema de forte teor social, gerado do cotidiano do aluno, onde envolva na sua construção e implantação de forma colaborativa, a inter-relação das disciplinas mais próximas, como Biologia e Física, e até incluir as Sociais. Isso porque, o conhecimento é uma unidade, mas que fora dividido em disciplinas ao longo da história, devido a sua complexidade; mas com isso, tornou-se muito fragmentado/abstrato. Daí a dificuldade do seu aprendizado, como acontece no estudo da Química, do ensino dos conhecimentos específicos, entre eles, as forças intermoleculares que, muitas vezes, não faz conexão com o cotidiano do aluno, o que dificulta sua compreensão e sua aprendizagem.

Portanto, balizando-se pelo que já foi discutido neste estudo, para que o ensino de Ciência/Química seja mais efetivo, necessitam-se de práticas pedagógicas investigativas que contenham: o enfoque CTSA, problematização (de temas com carga social, gerado do dia a dia do aluno), contextualização e interdisciplinaridade. Isso proporcionará significado e unidade ao conhecimento científico ensinado.

3.2. METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Nas práticas pedagógicas com metodologias ativas, as escolas podem oferecer aos alunos uma educação dialogante com a realidade, através de projetos educativos flexíveis e reflexivos, que os levem a atuar, que desperte seu potencial criativo, sua criticidade e os capacite a produzir conhecimentos, conforme Pereira *et al.* (2021).

Pereira *et al.* (2021) afirmam que, em oposição ao ensino tradicional, nas metodologias ativas os alunos exercem um papel ativo, como protagonistas no processo de aprendizagem, com tarefas que os levem a pensar, debater, a ter mais iniciativa e a 'aprender como aprender'.

Ressalta-se que, no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, assim como em outras áreas do conhecimento, com metodologia ativa, é necessário que o aluno assuma uma posição ativa, epistemologicamente, ao resolver problemas

relacionados a atividades com conteúdo de relevância social, proveniente do seu cotidiano. Esse processo é elaborado e executado de forma colaborativa, com mediação do professor. Segundo Marcondes *et al.* (2009), Silva Marcondes (2010) e Auler *et al.* (2015), o ensino do conteúdo de Ciências, fora dessa perspectiva, torna-se uma mera exemplificação/ilustração, constituindo 'um não objeto de conhecimento'. Em outras palavras, é um ensino no qual o conhecimento não é construído.

Nesse sentido, tais metodologias permitem que os alunos explorem problemas do mundo real, valorizam seus conhecimentos prévios, permitem que façam autoavaliação e análise de seu progresso e dos colegas do seu grupo e, ainda, estimulam a aplicação do conhecimento fora da escola, conforme Pereira *et al.* (2021).

3.2.1. O surgimento das metodologias ativas e algumas de suas características para o processo de ensino-aprendizagem

Para Tonet (2013, pag. 31), o surgimento das metodologias ativas, que são “novas teorias pedagógicas, que enfatizam a participação ativa do sujeito em sua formação”, demandado pelo desenvolvimento do capital, devido à mudança do modelo de produção Feudal (estática, com sensação de ser a-histórico, trabalho servil e onde a comunidade/grupo predominava sob o sujeito) para a Capitalista. Esta é cada vez mais complexa, desenvolve e usufrui de tecnologia e ciência cada vez mais avançada, para extrair com mais eficiência a mais-valia relativa na produção; com trabalho assalariado, alienação, ideologia, reificação e fetiche da mercadoria e onde se inicia o predomínio da centralidade do sujeito sob a comunidade, segundo Tonet (2005, 2013), balizando-se por Marx (1973, 1975) e Lukács (2018). Nessa nova sociedade, começou a demanda por pessoas cada vez mais proativas, empreendedoras e dinâmicas, com iniciativas, versáteis e outros.

Tais características citadas, inerentes à inserção dos sujeitos nessa nova sociedade implicaram em novas teorias pedagógicas, na qual o aluno torna-se o centro do processo educativo, para que ele tenha participação ativa, aprenda/incorpore/construa habilidades/conhecimentos e, principalmente, aprenda a ser ativo na convivência social para, então, tornar-se um efetivo cidadão e um bom trabalhador, no sistema capitalista, de acordo com Tonet (2005, 2013).

Estes apontamentos envolvem todas as áreas dos saberes, como, por exemplo, o ensino de Ciência da Natureza, que foi/está sendo incorporada em suas práticas pedagógicas ao longo do tempo, motivada/defendida por educadores, como:

Paulo Freire, Piaget, Dewey e Vygotsky, dentre outros. Mas, no Brasil, ainda é muito incipiente sua implantação, predominando o Ensino Tradicional de Ciências, que vem trazendo um nítido fracasso.

Crespo e Pozzo (2009) e outros estudiosos da educação, corroboram também com a ideia de que o ensino de Ciências da Natureza está passando por um grande fracasso, isto é, não está oferecendo uma aprendizagem efetiva. Isso ocorre porque ele está, ainda, muito atrelado a uma educação tradicional: centrado no professor e não no aluno; com memorização; uso de conteúdos descontextualizados e não interdisciplinar e, fundamentalmente, uso incipiente das metodologias ativas nas práticas pedagógicas no processo do ensino de Ciências. Lessa (2014) acrescenta, ainda, que o fracasso educacional estaria relacionado ao estudante ter 'alergia aos estudos', gerada das 'condições objetivas' de sua 'vida concreta' cotidiana.

Berbel (2011) comenta que essa educação conservadora não coloca o aluno como protagonista na construção de seus conhecimentos, e para mudar essa realidade, faz-se necessário colocá-lo no centro do ensino. Para Berbel (2011) torna-se relevante estudar, pesquisar e implantar metodologias educativas, que coloquem os alunos na regência do processo educativo de Ciências com metodologias ativas: como *Maker*, Ensino por Investigação e outros.

De acordo com Valente (2018), as metodologias ativas são entendidas como práticas pedagógicas alternativas, que se opõem às tradicionais, que segundo Freire (2009), transmitem instrução de forma bancária, e considera o aluno um ser passivo. Nas metodologias ativas, ao contrário das práticas pedagógicas tradicionais os alunos assumem uma postura participativa, são levados a resolver problemas, desenvolver projetos e construir conhecimento.

Bastos (2006) define metodologias ativas como processos interativos de conhecimento, em que o aluno estuda, analisa, pesquisa e toma decisões individuais ou coletivas, em busca de soluções para um problema. Sampaio (2020) acrescenta que elas são estratégias pedagógicas, com o objetivo de envolver o aluno em um processo de ensino-aprendizagem, onde ele seja atuante, tenha um comportamento ativo, engajado e que reflita sobre o que faz. Pereira *et al.* (2021) ressaltam que, para o processo de ensino-aprendizagem com metodologias ativas, a resolução de problema é fundamental, mas com conteúdo/temática vinculada à vida real do aluno.

Bacich e Moran (2018) destacam que os estudos sobre metodologias ativas e sua implementação no processo educacional não são recentes. Educadores

renomados, como Dewey, Freire, Ausubel, Rogers, Piaget, Vygotsky e Bruner, em suas teorias, evidenciaram que cada indivíduo, seja criança ou adulto, aprende de maneira ativa quando o processo educativo é fundamentado em sua realidade. Essa abordagem torna o aprendizado mais significativo e efetivo. Para os autores, ao longo da história, esses pesquisadores, apesar das diferentes perspectivas, convergiram para um ponto semelhante: os alunos aprendem de maneira mais significativa ao se tornarem protagonistas ativos na construção de seu próprio conhecimento, a partir de conteúdos curriculares com relevância social em seu cotidiano.

Berbel (2011) comenta que a evolução de algumas normas e metodologias educacionais, ao longo do tempo, apresentam experiências educacionais, que apontam a necessidade de dar autonomia ao aluno, para que ele seja o protagonista de seu processo educativo. Exemplo disso, observa-se no Brasil, com a BNCC (2018), que busca dinamizar o processo educativo e introduzir outras estratégias, como o uso de tecnologias digitais, centralidade do processo educativo nos alunos, ensino por investigação e problematização, dentre outras.

Uma das justificativas dessa mudança do ensino tradicional para um mais progressista, está atrelada, em grande parte, à facilidade dos alunos, hoje, terem mais acesso às informações. Eles estão conectados em redes, e partilham seus interesses, saberes, críticas, opiniões, conhecimentos e valores com inúmeras pessoas, sem limitações espaciais, temporais e institucionais. E, também, o acesso à *internet* permite aos professores/alunos trocarem ideias, e desenvolverem pesquisas colaborativas/cooperativas com especialistas de todas as partes do mundo.

Nesse sentido, a globalização permite a democratização dos conhecimentos, que acontece de maneira muito rápida e sem fronteiras, através da Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDICs). Com isso, tornou-se ainda maior a necessidade de mudanças de implementação de novas metodologias educativas, para se alinhar aos novos interesses dos alunos. Dessa forma, essas metodologias caracterizam-se pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018).

Segundo Berbel (2011), a implementação dessas novas metodologias educativas traz benefícios aos alunos, conduzindo-os a desenvolver mais autonomia e motivando-os na busca do conhecimento, uma vez que podem atuar e participar ativamente de sua aprendizagem; ao invés de assumirem a posição de meros ouvintes

passivos, quando expostos a uma problematização, os alunos têm a oportunidade de opinar, sugerir e dialogar sobre diversas situações, inclusive sobre a programação escolar. Eles podem escolher conteúdos de estudo, caminhos na busca de soluções dos problemas. Essa prática gera o interesse dos alunos em participar, colaborar e produzir conhecimento de forma individual e/ou coletiva.

Nesse contexto, é possível inferir que as metodologias ativas têm ressonância com o ensino colaborativo e cooperativo no processo educativo, desde a elaboração do currículo até a sua aplicação. Isso ocorre porque elas promovem, de forma direta ou indireta, uma aprendizagem mais ativa por meio de estímulos: “ao pensamento crítico; ao desenvolvimento de capacidades de interação, negociação de informações e resolução de problemas; ao desenvolvimento da capacidade de autorregulação do processo de ensino-aprendizagem”, balizando-se por Torres e Irala (2014).

Berbel (2011) acrescenta que as metodologias ativas, no processo de ensino-aprendizagem trazem vários benefícios: uma aprendizagem significativa, autônoma, estimulante e os alunos são os principais atores da aprendizagem. O papel do professor é o facilitador/orientador/mediador, que auxilia o aluno a pesquisar, refletir, e decidir por si mesmo sobre o que deve fazer, para atingir os objetivos estabelecidos.

Alguns pesquisadores contemporâneos destacam a importância das metodologias ativas, para alcançar uma educação efetiva no mundo globalizado. Dentre eles, Berbel (1999, 2011), Carvalho et al. (2013), Marcondes *et al.* (2009, 2013, 2015), Carvalho (2018) e Bacich e Moran (2018) consideram essas metodologias como fundamentais para o ensino de Ciências. Elas proporcionam atividades pedagógicas, que envolvem a resolução de problemas e a elaboração de conteúdos curriculares mais socialmente relevantes, gerado do cotidiano do aluno.

Para muitos autores, existem diversas modalidades de metodologias ativas que podem ser aplicadas no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, tais como a Gamificação, a Cultura *Maker*, Aprendizado por Problemas, Estudo de Caso, Sala de Aula Invertida, Seminários, Projetos, Discussões, Ensino por Investigação e outras.

3.2.2 Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências por investigação

A palavra investigação aparece, no dicionário, como sinônimo de pesquisa e busca. Carvalho *et al.* (2013) ressaltam que o mais importante de uma investigação não é o seu fim, mas, sim, o caminho trilhado para se chegar àquilo que se procura

entender. Para os autores, é no processo de investigação, que os alunos constroem seus conhecimentos, ao investigar e, depois, construir.

Para Azevedo (2004) e Solino *et al.* (2015), o ensino de Ciências deve ter características de um processo de investigação científica que permite aos alunos refletirem, discutirem, explicarem e relatarem o que foi investigado.

Na metade do século XIX, surgiram diferentes tendências no ensino de Ciências. No Brasil, elas não tiveram tanta relevância como nos Estados Unidos e Europa. A que mais se sobressaiu foi o ensino por investigação, conhecido como *inquiry*, que teve como principal influenciador, John Dewey. Ela é conhecida, também, como “ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas” (ZOMPERO; LABURÚ, 2016 p.13).

O Ensino por Investigação iniciou-se nos EUA, nos anos 60, com o objetivo de formar cientistas, influenciado pela Guerra Fria, entre eles e a União Soviética. Atualmente, de acordo com Zompero e Laburú (2016), essa metodologia tem os seguintes objetivos para o campo educacional: desenvolver habilidades cognitivas, realizar procedimentos para desenvolvimento de hipótese, anotação e análises de dados e estudar o desenvolvimento das capacidades de argumentação.

Zompero e Laburú (2016) ressaltam que a ideia central de Dewey, dentro da educação científica, é a experiência, mas que, muitas vezes, ela é mal interpretada e relacionada a aulas práticas. Muitos educadores argumentam que as aulas deveriam ser experimentais, ao invés de se trabalhar a memorização dos conteúdos. Além disso, muitos professores de Ciências acham que as atividades experimentais só devem acontecer em um laboratório de Ciências.

Ressalta-se que os experimentos não devem ser direcionados exclusivamente para o ensino de Ciências da Natureza, mas sim para todas as áreas do conhecimento. Além disso, não devem se limitar a um laboratório fechado equipado com todos os materiais necessários, como vidrarias e reagentes. As atividades experimentais podem ocorrer na sala de aula. No ensino de Ciências, elas podem ser realizadas com materiais alternativos, enquanto em outras disciplinas da área de humanas, como História, Geografia, Ciências Sociais, entre outras, o professor pode utilizar diferentes recursos, como a produção de maquetes, visitas a museus e outros.

Zompero e Laburú (2016) apontam características relevantes para o ensino por investigação: engajamento dos alunos nas atividades, levantamento de hipóteses,

identificar os conhecimentos prévios, buscar informações tanto dos experimentos quanto nas referências bibliográficas e compartilhar as informações entre os colegas.

Para Carvalho *et al.* (2013), uma investigação científica pode ocorrer de maneiras distintas e, certamente, o modo como ocorre está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga. Para os autores, é possível dizer que toda investigação científica envolve problemas, que podem ser trabalhados no processo de ensino de Ciências, a partir de dados, informações e conhecimentos já existentes; levantamento e teste de hipóteses; reconhecimento de variáveis e controle das mesmas, estabelecimento de relações entre informações e construção de uma explicação. Para Carvalho (2018), a avaliação dos conteúdos trabalhados, propostos e mediados pelo professor, não se deveria limitar a verificar se o aluno aprendeu, mas se sabe falar, argumentar, ler e escrever sobre esses conteúdos.

Carvalho *et al.* (2013) reforçam que as atividades investigativas podem ocorrer em qualquer tipo de atividade e não somente em aulas experimentais. Na visão dos autores, a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa, desde que haja um problema a ser resolvido, e se observe as condições para resolvê-lo. Nela, podem existir diversas interações simultaneamente entre: pessoas; pessoas e conhecimentos prévios; pessoas e objetos, e todas são importantes, pois criam as condições para o desenvolvimento do trabalho. Para o planejamento deste tipo de aula, devem-se levar em consideração os materiais oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios para as discussões, os problemas e o gerenciamento da aula e, principalmente, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

De acordo com Marcondes *et al.* (2013), as atividades de ensino investigativo devem partir de uma situação problema, que desperte o interesse dos alunos a participar da investigação e os leve à busca de informações, à proposição de hipóteses sobre o fenômeno em estudo, a testar tais hipóteses e a discutir os resultados, para, enfim, elaborar as conclusões acerca da problemática.

Marcondes *et al.* (2013) afirmam que, nesse processo, os alunos mobilizam os conhecimentos que já possuem, e buscam outros, para formular suas hipóteses e proporem maneiras de solucionar o problema apresentado. Para isso, eles devem exercer o papel ativo de argumentar, justificar as hipóteses e procedimentos propostos, e estabelecer relações entre fatos e possíveis explicações e, além disso, aplicar os conhecimentos construídos em outras situações. E o professor tem o papel de incentivar os alunos a participarem, indicar/fornecer informações necessárias,

questionar os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca das soluções dos problemas, auxiliá-los na elaboração de procedimentos e na análise dos dados.

3.2.3. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Química sobre experimento por investigação

As atividades experimentais são um recurso importante no ensino de Química, pois proporcionam aos alunos o conhecimento de fenômenos, que são citados pelos professores, mas que são, muitas vezes, desconhecidos ou não associados à Química pelos alunos, como: o reconhecimento de um ácido ou base pelo emprego de indicadores; as diferenças na rapidez das reações químicas, dentre outros, de acordo com Marcondes *et al.* (2013).

Marcondes *et al.* (2013) comentam que as atividades experimentais são estimulantes para os alunos, pois eles apreciam observar ou realizar um experimento de ciência; de ver cores, fumaças; movimentos; choques e explosões; e os professores gostam de ensinar através da prática. Os autores afirmam que todos gostam de experiências fantásticas; mas, ressaltam que apreciar é diferente de utilizar ou compreender corretamente. Os autores levantam duas questões que devem ser analisadas pelos educadores: qual é o papel didático da experimentação, e de que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química.

Suart e Marcondes (2008) consideram que as atividades experimentais, tanto no Ensino Médio quanto em muitas universidades, ainda são, muitas vezes, tratadas de forma acrítica e sem problematização. Os professores não dão oportunidade aos alunos, para atuarem no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. Além disso, o professor exerce o papel de detentor do conhecimento, e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. E o aluno tem papel passivo, apenas, segue o protocolo proposto para a atividade experimental, limita-se a elaborar um relatório, e tenta, ao máximo, se aproximar dos resultados já esperados.

Diante disso, Marcondes *et al.* (2013) afirmam que é preciso repensar os propósitos das atividades experimentais nas aulas de Química/Ciências, para engajar os alunos não só no trabalho prático, manual, mas, principalmente, no intelectual. Para os autores, não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve, antes de tudo, manipular ideias, problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos, participar ativamente, e o professor de priorizar sua intelectualidade.

Azevedo (2004) acrescenta que a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, e isso dará ao estudo características de uma investigação científica.

Devido a todas essas implicações, deve-se perguntar quais tipos de atividades didáticas de cunho prático/experimental que pode colocar o aluno no papel de protagonista na construção de seu conhecimento? Com relação a essa questão, Marcondes *et al.* (2013) consideram como experimentos (considerados tradicionais): demonstrativo, ilustrativo e descritivo pois, nele, o aluno não atua de forma ativa, fica na posição passiva, como receptor de conhecimento. E, o experimento investigativo (considerado progressista), pois o aluno assume o papel de protagonista/ativo, com participação ativa e construtor do conhecimento no percurso do experimento.

Com relação aos tipos de atividades experimentais, no ensino de Ciências, Bassoli (2014) explicita que as demonstrativas, são aquelas realizadas pelo professor, de modo expositivo, e o aluno assiste sem poder intervir. Nas ilustrativas, os próprios alunos realizam a experiência, com as mesmas finalidades das demonstrativas, o que possibilita um maior contato com fenômenos já conhecidos. Nas descritivas, o aluno realiza e as mesmas não são totalmente dirigidas pelo professor; com isso, há o contato direto do aluno com coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam eles comuns ou não do seu dia a dia. E, por fim, o autor comenta sobre as investigativas que são aquelas, em que há grande participação do aluno durante sua execução, e isso as difere das demais, por envolverem, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses, argumentações, explicações e experimentos para testá-las.

3.3. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CTSA E PARA 'ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA'

Os problemas ambientais intensificaram-se desde o início da era moderna, com o predomínio do capitalismo na sociedade e, principalmente, com o advento da indústria, iniciado nos países centrais.

Diante de tantos problemas ambientais, Auler (2003, 2007), Santos (2007) e Santos e Auler (2019), ressaltam a necessidade de uma educação em Ciências, com o objetivo de relacionar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Para os autores, os alunos precisam adquirir conhecimentos e participarem ativamente de

tudo que diz respeito à humanidade e em prol da vida; pois nem sempre os progressos científicos e tecnológicos geram um desenvolvimento linear e o progresso social.

3.3.1. O processo de ensino-aprendizagem de Ciências com enfoque CTSA

Vasconcelos (2017) afirma que, diante do agravamento das problemáticas ambientais, por volta de 1970, surgiu o movimento educacional CTSA, nos países centrais, como Inglaterra, EUA e Canadá e, ele foi incorporado aos currículos de ensino de Ciências. Com a intensificação de discussões, originou-se o movimento da educação CTS, como uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista, que agravava a crise Ambiental. Para Santos (2012), vários autores adotam CTSA, com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS, com perspectiva socioambiental.

No Brasil, segundo Vasconcelos (2017), nesse mesmo período, essa tendência foi incorporada ao ensino de Ciências, relacionado à tecnologia, sociedade e ambiente, com outros países e ganhou força com a publicação de estudos, no início dos anos 1990, pelos cursos de pós-graduação na área de ensino de Ciência.

Os problemas ambientais se agravam com o decorrer dos anos. Exemplo disso é a *smog* (névoa), uma poluição sufocante, que ocorreu na Inglaterra e na China (atualmente) e, no Brasil o acidente de Mariana, em 2015, considerado uma tragédia ambiental e humana.

Por conta disso, é urgente a participação democrática de todos nas decisões sobre ciência e tecnologia, Santos e Schnetzler (2001), Chosst (2003), Auler (2003), Santos (2007), Carvalho e Sasseron (2008, 2011) Santos e Auler (2019), afirmam que o principal objetivo do ensino de Ciências é proporcionar uma 'Alfabetização Científica', para formar sujeitos com a capacidade de tomada decisão individual/coletiva, sobre temáticas que envolvam ciência, tecnologia e meio ambiente.

Para Auler (2003, 2007) e Santos e Auler (2019), os indivíduos precisam entender que a ciência e a tecnologia, na sociedade, não são neutras, salvacionistas e deterministas. Assim, é importante que a educação de Ciências atue em vários campos da sociedade, para que todos busquem soluções para as problemáticas ambientais, pois elas afetam a humanidade como um todo.

Nesse sentido, Fernandes *et al.* (2018) comentam que a abordagem CTSA, faz o papel de opor-se ao ensino de ciência tradicional, e permitir a adequação dos conteúdos programáticos a uma nova compreensão da ciência, mais real e mais

dinâmica e, ao mesmo tempo, menos dogmática e menos neutra, capaz de refletir as relações e interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Eles ressaltam que para promover tais competências e capacidades nos alunos, é necessário que os professores sejam capazes de implementar aulas com enfoque CTSA. Para os autores, é imprescindível que os manuais reflitam com clareza sobre essa abordagem, tanto no nível da informação que disponibilizam quanto nas atividades que propõem, com sugestões aos professores, para implementá-lo no ensino de forma adequada.

Além disso, Auler (2003), Santos (2007), Marcondes *et al.* (2009) e Santos e Auler (2019) recomendam que, para estabelecer esse novo enfoque na educação, os conteúdos a serem trabalhados devem ser contextualizados e interdisciplinares, de modo a auxiliar a prática pedagógica para um aprendizado mais significativo. Para os autores, os conteúdos baseados na realidade são mais significativos para os alunos, e darão uma 'maior concretude' aos assuntos e tornará o aprendizado mais efetivo.

Marcondes *et al.* (2009) dentro da perspectiva CTSA, no ensino de Química, no desenvolvimento do planejamento das aulas, não se deve limitar, apenas, à seleção de conteúdos de Química. Eles devem transcender às possibilidades do ensino contextualizado e levar os alunos a utilizar a Química, como um instrumento de entendimento de situações de natureza social, política, econômica e ambiental. Os autores acrescentam, que a concepção CTSA proporcionar aos alunos (media pelo professor) um estudo contextualizado de Ciência, com atividades que os estimulem a mostrar suas ideias e opiniões, e a participarem de pesquisas, discussões/debates e resoluções de problemas. Nesse sentido, eles terão maior interesse em estudar a ciência e suas relações com a tecnologia, sociedade e ambiente.

Ricardo (2007) a educação CTSA de caráter interdisciplinar, implica em novas referências de saberes e práticas. O autor comenta que, historicamente, as disciplinas científicas do currículo escolar, como a Biologia, a Física e a Química, sempre estiveram mais propensas à integração. Para o autor, a interdisciplinaridade melhora o processo pedagógico de ensino dos conteúdos curriculares de Ciências e traz mais significado e sentido para os alunos, devido à unidade dos conhecimentos, pois do contrário, ficavam dispersos e fragmentados. Ainda assim, segundo o autor seus programas preservam conteúdos oriundos unicamente, ou predominantemente, da ciência correspondente; por exemplo, os saberes da Física escolar provêm da ciência Física; a Química provém da ciência Química e assim por diante. Há iniciativas, para autor, articular mais de uma disciplina, mas encontram-se em estágios rudimentares.

Apesar disso, nota-se que em algumas áreas dos conhecimentos/disciplinas da Ciência da Natureza com muita afinidade, como na Química e Biologia, no processo educativo interdisciplinar de enfoque CTS/CTSA, geram intersecções/inter-relações, produzindo assim outra disciplina: a Bioquímica.

Segundo Chosst (2003), a educação científica deve englobar um domínio básico da linguagem científica, pois ela compreende o estudo de diversos conceitos científicos. Chosst (2003) e Auler (2003) acrescentam que a interdisciplinaridade faz esse papel, cujo tratamento conceitual requer atividades pedagógicas, que nem sempre estarão diretamente vinculadas a um conjunto de temas CTSA, pode ir além. Isso é possível, porque o ensino pelo enfoque CTSA, para os autores citados, pode proporcionar uma formação de sujeitos cidadãos, ao incorporar várias áreas do conhecimento, não só as das Ciências da Natureza, mas, também, as Sociais.

Entende-se, assim, que a educação com enfoque CTSA proporciona uma educação mais ampla e, por conseguinte, pode formar sujeitos integrais. Para Santos (2007), ao incorporar conteúdos contextualizados e interdisciplinares no currículo não significa simplificá-los e reduzi-los, mas, sim, ressignificá-los socialmente, para que possam ser agentes de transformação social, em um processo de educação problematizadora, que resgate o papel da formação para cidadania.

Portanto, Auler (2003), Marcondes *et al.* (2009), Santos (2007), Fernandes *et al.* (2018) e Santos e Auler (2019) ao se buscar o ensino-aprendizagem de Ciências, que vincule os conteúdos científicos com temas de enfoque CTSA de relevância social por problemas, abre-se espaço para discussão sobre questão sócio-científica. Isso é de fundamental importância, para que o ensino de Ciência seja crítico, emancipatório e questionador do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

3.3.2. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências para 'Alfabetização Científica'

Sasseron e Silva (2021) comentam que, historicamente, a discussão sobre a ideia de 'Alfabetização Científica' não é recente nas pesquisas da área de educação em Ciências da Natureza, e que Paul Hurd, escreveu um artigo em 1958, sobre a *scientific literacy*, com abordagem no ensino de Ciências.

Com relação ao termo 'Alfabetização Científica', há uma discussão entre os estudiosos da área Ciências da Natureza se seria adequado usá-lo ou se seria melhor

falar em letramento científico que, para Santos (2007), relaciona-se com a prática social. Mas para Carvalho e Sasseron (2008), os dois têm as mesmas preocupações em guiar o planejamento de ensino, com a finalidade de construir benefícios para sociedade e meio ambiente.

Para Carvalho e Sasseron (2008), respaldados por Freire (1980), o termo 'Alfabetização' traduz a ideia de que o sujeito alfabetizado tem a capacidade de atuar de forma 'concreta', e promover uma transformação social. Freire (1980) afirma que a 'Alfabetização' não é apenas ter o domínio da leitura e escrita, nem é algo mecânico como adquirir técnicas de ler e escrever, pois dominá-las, implica em uma autoformação, que resulta em uma postura de interferência consciente do homem sobre sua realidade. E Chosst (2003) acrescenta que a 'Alfabetização' não se limita ao domínio da língua, mas, a todas as áreas dos saberes, incluindo as linguagens das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia). Assim, a 'Alfabetização Científica' significa ter domínio sobre os conhecimentos científicos.

Carvalho e Sasseron (2011) argumentam que a 'Alfabetização Científica', há tempos está em evidência e em discussão no ensino de Ciências, devido a sua importância e suas implicações para educação social. Para eles, faz-se necessário defini-la, porém observam que não é fácil, pois algumas delas são contraditórias.

Chosst (2003) apresenta uma definição bastante conhecida, e com alguma implicação educacional e social, sobre a 'Alfabetização Científica'. Em sua definição, ele diz que ela é uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o mundo natural, para que os estudantes/cidadãos possam compreender melhor as manifestações do universo. Com tal compreensão, torna-se possível controlar e prever as transformações, que ocorrem na natureza, para que se busque melhor qualidade de vida.

Nesse sentido, de acordo com Chosst (2003), ser alfabetizado cientificamente, é entender a necessidade de transformar o mundo, preferencialmente, para melhor. O autor, ainda, comenta sobre a necessidade da Ciência ser desenvolvida para melhorar a vida no planeta, e não torná-la mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias.

Carvalho e Sasseron (2008, 2011), também, seguem a defesa de que o objetivo da 'Alfabetização Científica', no ensino da área das Ciências da Natureza, é formar cidadãos críticos, e capazes de tomar decisões, dentro da relação mútua no enfoque CTSA. Ela é fundamental para o ensino de Ciências, pois é através dela que serão

formados os sujeitos cidadãos, numa sociedade cada vez mais informacional (muitas vezes distorcida e falseada) e com problemas ambientais, como o aquecimento global.

Segundo Auler (2003, 2007) e Santos e Auler (2019), as decisões não podem ser tomadas somente por tecnocratas, com a alegação de que os conhecimentos são salvacionistas e neutros. Santos e Schnetzler (2001) o objetivo da 'Alfabetização Científica', é levar os alunos a compreenderem que Ciência e Tecnologia se influenciam mutuamente; e o quanto é importante eles serem capazes de usar, principalmente, de forma coletiva o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas cotidianos e na tomada de decisões com responsabilidade social.

Santos e Schnetzler (2001) salientam que os alunos devem adquirir a capacidade de tomar decisão, pois ela é fundamental para a formação da cidadania, e é proporcionada no ensino de Ciências, através de uma efetiva educação por 'Alfabetização Científica'. Nesse sentido, pode-se dizer que a tomada de decisão tem relação com o *quantum* de cidadania/democracia/emancipação política (não no sentido partidário) o sujeito alcançou, ao tomar decisões sobre temáticas relacionadas à ciência, à tecnologia e ao meio ambiente. Elas se consubstanciam nos sujeitos, quando eles têm a consciência política da realidade social, adquirida através da 'Alfabetização' (conhecimento) do mundo concreto (realidade social) pela a educação.

Para Freire (1993, p. 45), a 'Alfabetização' é o educar para cidadania, e ela acontece, a partir do ato político e não com a neutralidade, pois os sujeitos devem buscar, paulatinamente, seus direitos e cumprir com seus deveres de cidadão. Ou seja, segundo Paulo Freire, a educação prepara o sujeito para emancipação política/cidadania/democrática (TONET, 2005). Mas para isso, é preciso adquirir a capacidade de tomar decisões, para atuar, conscientemente, na sociedade. Dessa forma, deve-se buscar uma educação em que o sujeito compreenda, através da 'Alfabetização', o universo, tanto natural quanto social, à sua frente, e possa, com isso, intervir na busca de uma condição de vida melhor para todos.

Freire (1980) considera que a 'Alfabetização' é ir mais longe, e para ele, a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas de "escrevê-lo" ou de "reescrevê-lo"; ou seja, de transformá-lo pela prática consciente dos cidadãos. Ressalta-se que todas as áreas do saber deveriam ter essa missão: educar para a transformação. Nesse processo, inclui-se o ensino da Ciência da Natureza, na busca de uma educação para emancipação cidadã por 'Alfabetização', também denominada

de 'Alfabetização Científica', costumeiramente, para designar o ensino de Ciências, de acordo com Chasst (2003).

A educação de Ciência por enculturação científica, conforme salientam os autores estudados e a legislação vigente da área, torna a aprendizagem mais efetiva e traz benefícios sociais para os cidadãos/alunos. Portanto, deve-se questionar como se processa este ensino na prática; quais habilidades devem ser pensadas nos planejamentos das aulas; como avaliar a aprendizagem e quais metodologias deverão ser utilizadas. Em resposta, Carvalho e Sasseron (2008, 2011) e Carvalho *et al.* (2013) pontuam tais habilidades em **três blocos de Eixos Estruturantes**, a serem usadas pelos os professores nas atividades, os quais são necessários e suficientes, para nortear a elaboração dos planejamentos de aulas.

O **primeiro eixo** refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, que os alunos podem aplicar em diversas situações e, de modo apropriado, no seu cotidiano. O **segundo eixo** tem o foco na compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos, que circundam sua prática. Nesse eixo, relaciona-se a aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados, que originam os saberes ligados à investigação científica e direcionados ao aspecto social e humano, para auxiliar alunos e professores nas reflexões de novas circunstâncias antes da tomada de decisões. O **terceiro eixo** compreende a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (CTSA). Mas, percebem que a solução imediata de um problema, em uma dessas esferas, pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Denota-se, nesse aspecto, a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências, a partir das ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. Além disso, o trabalho com esse eixo deve ser garantido na escola, quando se pretende construir um futuro sustentável para o planeta.

Segundo Carvalho e Sasseron (2011) e Carvalho *et al.* (2013), o planejamento de aulas que considerar esses eixos, estará alinhado com 'Alfabetização Científica', pois criará oportunidades para o estudo de problemas relacionados à sociedade e ao ambiente dos alunos e possibilitará discussões sobre os fenômenos do mundo natural, a construção do entendimento sobre eles e sobre os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

Após o planejamento das aulas, norteados pelos eixos de habilidades, com o objetivo de alfabetizar cientificamente e, sua aplicação em sala de aula, por

investigação, questiona-se: quais são os indícios de que a aprendizagem se tornou efetiva, quando se sabe que há uma grande dificuldade em avaliar a aprendizagem na educação em geral e, em particular ao ensino de Ciência? Com relação à avaliação, de acordo com Carvalho (2018), o professor não deveria limitar-se a avaliar os conteúdos curriculares ensinados, mas, também, devem analisar se os alunos sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre eles. Dessa forma, infere-se que para autora, a resolução de exercícios não é garantia do aprendizado, o mais importante é que os alunos saibam discorrer sobre eles, para defender, através da escrita ou/e da fala, o seu ponto de vista em um debate/discussão.

Sasseron (2015) pontua, com o objetivo de avaliar ensino-aprendizagem de Ciências, os indicadores de 'Alfabetização Científica' para detectar se os alunos adquiriram as habilidades esperadas, que são: (i) desenvolver os trabalhos, o uso das informações e dos dados disponíveis por meio da organização, da seriação e da classificação de informações; (ii) levantar e testar as hipóteses construídas; (iii) estabelecer explicações sobre fenômenos em estudo, com justificativas para torná-las mais robustas e estabelecer previsões delas advindas; e (iv) usar o raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação, e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

Diante do exposto, acredita-se que a 'Alfabetização Científica' deva ser o principal objetivo do ensino de Ciências/Química, haja vista que através do ensino de conteúdos curriculares de relevância social, por problematização através de metodologias ativas e observando os indicadores de 'Alfabetização Científica' (quando positivo), tenderá a formar sujeitos críticos, mais consciente de seu papel como cidadãos e, com maior capacidade de tomar decisões, fundamentalmente, de forma coletiva, voltada para melhoria da sociedade como um todo, quando envolver problemáticas sociais relacionadas ao científico, tecnológico e ambiental, principalmente, em sua realidade mais próxima.

4. MÉTODO E MATERIAIS

Neste estudo, fez-se uma abordagem de caráter predominante qualitativo, aula por aula, de forma processual no desenvolvimento e aplicação da sequência didática, com utilização de forma subjacente de questionários diagnóstico e pós-diagnóstico.

4.1. Classificações da pesquisa

Para o estudo, optou-se por uma pesquisa-ação, qualitativa e epistemológica. Conforme Thiollente (1985), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social, de caráter empírico, concebida e realizada em estreita associação com uma ação, ou com a resolução de um problema coletivo. Nela, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema se envolvem de modo cooperativo e participativo.

Nesse aspecto, a pesquisa-ação tem ressonância com o campo educacional, pois o professor e os alunos participam de forma direta ou indireta, ativamente, na elaboração e resolução de problemas, que fazem parte da realidade dos alunos. Durante sua realização, o professor organiza, propõe, e refaz, de forma colaborativa, a atividade, conforme a necessidade do momento; e os alunos propõem as hipóteses sobre os problemas apresentados.

Observa-se uma relação da pesquisa-ação com teorias educativas de Delizoicov *et al.* (2018), Berbel (1999, 2011), Carvalho *et al.* (2013), Auler *et al.* (2015) e Marcondes *et al.* (2009, 2013, 2015), que, também, utilizam problematizações nas atividades, no processo de ensino de Ciências.

A abordagem desta pesquisa foi qualitativa, conforme Lüdke e André (1986), que é um método no qual o investigador se aproxima da realidade que quer conhecer, coleta dados sobre ela para, posteriormente, analisá-los e interpretá-los e, assim, poder descrevê-la.

A escolha por esse tipo de pesquisa foi feita, porque queria conhecer melhor os alunos, através de um contato mais direto, para saber quais eram os seus valores sociais, morais e culturais, e realizar a sequência didática, para verificar se, através dela, a aprendizagem de Química se tornaria mais interessante e efetiva.

A percepção da pesquisa é epistemológica (idealismo/construtivismo), embasada por Goulart (2005), e norteadas por Piaget e Kant, que a caracterizam como

um método do conhecimento científico, que considera a relação sujeito-objeto, em que o sujeito (polo regente) é quem constrói o conhecimento. Para o educador Tonet (2013), balizando-se por Lukács (2018) e Karl Marx, existem outros caminhos na produção do conhecimento, a exemplo do ontológico (materialismo), que é o sujeito quem traduz do objeto (polo regente) o conhecimento durante o processo dialético e histórico.

Nesse sentido, na perspectiva epistemológica as pessoas/estudantes no processo de construção dos conhecimentos, observam os fenômenos, colhem os dados, que são processados, analisados e interpretados, para tirarem conclusões. No campo educacional, este tipo de pesquisa permite que os alunos sejam ativos na investigação e em todo o processo.

4.2. Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada numa Escola Estadual, localizada na periferia da cidade de Maceió - AL. A estrutura física da escola é formada por 17 salas de aulas, um auditório, um ginásio poliesportivo e um laboratório de Ciências e funciona nos três turnos: no horário matutino e vespertino, atende os alunos do Ensino Fundamental, do 6º até o 9º ano e o Ensino Médio, do 1º ao 3º ano; e, no horário noturno, atende os alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

4.3. Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram, aproximadamente, 40 alunos da turma do 3º ano 'A', os professores, funcionários e outros da comunidade escolar, que aceitaram fazer parte do projeto de pesquisa.

4.4. Desenvolvimento da sequência didática e descrições metodológicas.

Esta pesquisa foi desenvolvida e aplicada através de uma sequência didática, a partir de algumas percepções pedagógicas, metodológicas e estratégias educacionais voltadas para o processo de ensino-aprendizagem de Ciência, para torná-lo mais efetivo. Ela foi desenvolvida em três momentos pedagógicos, em que se considerou a realidade social e o cotidiano dos alunos; a experimentação em Química;

ensino contextualizado e interdisciplinar; com atividades investigativas; o ensino com enfoque CTSA e o ensino-aprendizagem de Ciências para 'Alfabetização Científica'.

De acordo com Zabala (1998), sequência didática são atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos. Os temas abordados, na sequência didática, foram ensinados de forma organizada, estruturada, articulada, etapa por etapa, através da metodologia educacional de Delizoicov *et al.* (2018), em três momentos pedagógicos.

O primeiro momento pedagógico refere-se à problematização inicial quando são apresentadas questões ou situações reais, conhecidas e presenciadas pelos alunos, que estão envolvidas com os temas a serem abordados. Os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, para que o professor conheça seus saberes. O objetivo deste momento é propiciar um distanciamento crítico dos alunos ao se defrontarem com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que eles sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos, que ainda não detêm.

O segundo momento pedagógico destina-se à organização do conhecimento. O professor mediador orienta os alunos sobre os conhecimentos e conteúdos necessários para a compreensão dos temas, os quais são estudados e que tenham relação com a problematização inicial.

Em outras palavras, no segundo momento pedagógico, o professor apresenta aos alunos os conhecimentos científicos, que têm relação direta ou indireta com a problematização inicial, lançada no primeiro momento pedagógico, para que os alunos consigam no decorrer da atividade, proporem/construam as possíveis hipóteses, no sentido de solucionar a problematização inicial.

No terceiro, faz-se a aplicação do conhecimento. Neste momento, aborda-se sistematicamente o conhecimento incorporado pelos alunos, para analisar e interpretar as situações iniciais, que determinaram seu estudo; e outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas, a partir do mesmo conhecimento.

Além disso, nesse último momento pedagógico, os alunos voltam à problematização inicial, e apresentam um *feedback* das hipóteses que lançaram, e podem melhorá-las. O professor pode utilizar a aplicação de questionários e, também, de preferência propor atividades com caso concreto, ligado à realidade social dos

alunos, para que eles lancem hipóteses para as problemáticas, por argumentações em debates.

Nota-se que na sequência didática, o mais importante pedagogicamente são as problematizações: a inicial, para estimular a participação dos alunos, e a final, por gerar a possibilidade de aplicação, de fato, do conhecimento construído pelo aluno em sua vida. Além disso, o 1º e 3º momentos pedagógicos relacionam-se de forma mais contundente com a exigência da decodificação do conhecimento.

Diante desses contextos, é possível inferir, conforme Auler *et al.* (2015), que o 1º e 3º momentos pedagógicos, devem ser elaborados e implementados de forma colaborativa, como ponto de partida e chegada pedagógicos, utilizando conteúdos de forte teor social, gerado da 'vida concreta' do aluno por problematização. Nesse sentido, destacam-se que a regência dos 1º e 3º momentos pedagógicos, por ser mais relacionada às problematizações, em relação ao 2º momento (o ensino do conhecimento científico), é necessário no campo pedagógico. Mas, Silva e Marcondes (2015) argumentam que, no processo de ensino de Ciências, o conteúdo ensinado no 2º momento pedagógico também deve ser interdisciplinar.

Ressalta-se, assim, que o ensino-aprendizagem de Ciência para ser efetivo, o conhecimento científico/abstrato/fragmentado ensinado, deve ter como ponto de partida e chegada pedagógica, um conteúdo contextualizado/concreto/interdisciplinar problematizado, gerado de problemáticas/temas/implicações de relevância social do cotidiano do aluno. Isso não significa, que o concreto seja superior ao abstrato, mas que a primazia deve ser dada ao 'concreto social', por questão pedagógica, mas esse polo pode mudar de forma dialética, no decorrer do tempo.

Essa estratégia pedagógica no ensino de Ciência, tendo como ponto de partida e chegada o concreto, tem como objetivo ressignificar socialmente o conhecimento abstrato, tornando-o mais compreensível, 'palpável' e estimulante para o aluno; mas sabe-se que o concreto e o abstrato são unidades dialéticas imbricadas. Para Tonet (2005, 2013), vale lembrar que na lógica dialética, teórico e prático; idealismo e materialismo; científico e tecnológico; saber disciplinar e saber contextualizado; abstrato e concreto, ou seja, subjetividade e objetividade são unidades antagônicas. Elas são 'faces da mesma moeda', e possuem o mesmo estatuto ontológico. Mas, isso não impede que uma delas tenha regência pedagógica, em algum momento, para promover a outra que, neste estudo, é a promoção de conhecimento científico a partir da contextualização.

De acordo com Marcondes *et al.* (2015), na educação tradicional, a prática educativa não promove essa unidade de conhecimento, pois seu foco, em muitos casos é, praticamente, todo o ano letivo, está no ensino do conhecimento específico. Os autores ressaltam que um exemplo clássico dessa característica de ensino de Ciências, acontece no ensino de Química Orgânica que, muitas vezes, o professor passa o ano todo ensinando nomenclaturas e classificações de cadeias, de isomerias, de tipos de reação orgânicas, dentre outros.

Contrária a essa perspectiva, Freire (1980) e Vygotsky (1991) propuseram uma saída pedagógica, para se ter um aprendizado mais significativo e voltado para a construção do conhecimento, que é o respeito à unidade entre os conhecimentos disciplinares e contextualizados. Tal prática é reforçada por Carvalho *et al.* (2013), Auler *et al.* (2015), Marcondes *et al.* (2013, 2015), que afirmam que o ensino de Ciências deve ter como ponte de partida e chegada pedagógica, um conteúdo contextualizado e interdisciplinar através de problematização, gerada de tema significativo do cotidiano do aluno.

Por fim, essa pesquisa teve embasamento teórico nas normas educativas da BNCC e nos pesquisadores das áreas do ensino de Ciências: Delizoicov *et al.* (2018), Berbel (1999, 2011), Carvalhos *et al.* (2013), Auler *et al.* (2015), Marcondes *et al.* (2009, 2013, 2015) e Carvalhos (2018), dentre outros. Os autores ressaltam que a investigação estimula os alunos no processo educativo, e proporciona o desenvolvimento do pensamento, da reflexão e do raciocínio, pois os levam a resolver problemas. Os alunos aprendem muito mais quando resolvem problemas contextualizados, a partir de temas do seu cotidiano de relevância social; e quando o conteúdo é trabalhado de forma interdisciplinar.

4.4.1. Percurso metodológico da sequência didática

O Desenvolvimento do projeto foi a partir da metodologia ativa por investigação, com enfoque CTSA, em três momentos pedagógicos, em dez aulas e com os alunos do 3º ano do Ensino Médio, conforme a sequência abaixo descrita.

É importante comentar que o papel do professor durante toda a sequência e, principalmente, na hora do experimento, foi o de mediador da atividade investigativa/experimental. Sua atuação é fundamental para deixar o aluno protagonizar e garantir a atuação de todos. Carvalho *et al.* (2013) e Sasseron (2015),

baseados em Vygotsky e Freire, afirmam que o professor (mediador do processo de ensino-aprendizagem) deve ser o elaborador de questões/problemas. Isso deve acontecer de preferência com a participação de alunos, professores da mesma área do saber e outras pessoas da comunidade escolar, que possam influenciar de forma direta e indireta na atividade.

O critério de avaliação foi o mesmo em todos os momentos: quantitativa, para as questões que consideravam acertos e erros; e qualitativa, em relação às participações dos alunos em todas as atividades desenvolvidas na sequência didática.

Ressalta-se, que em relação à avaliação qualitativa, de acordo com Carvalho (2018), que não se deve apenas verificar se o aluno aprendeu o conteúdo ensinado programático/curricular, mas também analisar se o aluno sabe falar, argumentar, ler e escrever sobre o mesmo. Vale lembrar que, para a autora, a argumentação (fala e/ou escrita) é ponto mais importante/fundamental para aferição da aprendizagem. Isso porque é por meio da argumentação que o aluno defende seu ponto de vista em discussão/debate, ao exteriorizar o seu aprendizado e, assim, o analisar se houve indícios de um aprendizado mais significativo.

Nesse sentido, infere-se que, segundo Carvalho (2018), a resolução de exercícios não é garantia do aprendizado. O mais importante é que os alunos saibam discorrer pela a argumentação sobre eles, para defender, através da escrita ou/e da fala, o seu ponto de vista em discussão/debate sobre temas/conteúdos/problematizados de forte teor social, gerado da realidade cotidiano do aluno.

Quadro 1 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no primeiro momento pedagógico.

PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO
<p>Aula 01: Apresentação da proposta da pesquisa e questionário diagnóstico</p> <p>Objetivo: apresentar a proposta da pesquisa aos alunos do 3º 'A', do Ensino Médio, as problematizações, os conteúdos, as concepções pedagógicas, suas principais etapas, e aplicar um questionário diagnóstico.</p> <p>Procedimento: apresentação dos primeiros passos da sequência didática, a metodologia e os conteúdos a serem desenvolvidos e aplicados.</p> <p>Aula 02: Lançamento da problematização inicial aos alunos</p> <p>Objetivo: desenvolver, por discussão e investigação, a elaboração das primeiras hipóteses provisórias sobre a problematização inicial.</p> <p>Procedimento: os alunos, em grupos e, através do celular, devem investigar, discutir sobre a problematização inicial, e responder às indagações:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Como saber, de forma simples, com experimento de baixo custo, se a gasolina está adulterada? ii) Quais as formas de adulterar a gasolina? iii) A poluição detectada é maior na gasolina adulterada? iv) Quais os principais impactos sociais causados pela gasolina adulterada? v) Os alunos leram uma história hipotética (estudo de caso), em que há um diálogo entre os familiares de um aluno, do qual desconfiaram que a gasolina abastecida no automóvel (que começou a produzir fumaça) estaria adulterada, quando um dos membros dessa família saiu para trabalhar como motorista de aplicativo. <p>Aula 03: Discussão sobre a resolução da problematização inicial</p> <p>Objetivo: discutir com a turma as primeiras hipóteses provisórias desenvolvidas pelos alunos sobre a problematização inicial, aplicada na aula anterior.</p> <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Retomar o estudo sobre a aula anterior; ii) Fazer um breve <i>feedback</i> sobre a produção na aula anterior em grupo; iii) Discutir, com toda sala, primeiramente em grupos e depois com toda turma sobre a resolução da problematização inicial da aula anterior; iv) Produzir de maneira breve um <i>podcast</i> sobre as principais ideias apresentadas em sala de aula.

Fonte: O autor (2023)

Quadro 2 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no segundo momento pedagógico.

SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO

Aula 04: Introdução ao estudo da função hidrocarboneto

Objetivo: levar os alunos a compreenderem, por investigação e discussão, o conteúdo sobre hidrocarbonetos de forma introdutória, a partir do estudo da gasolina e do butano.

Procedimento: os alunos, em equipe, pesquisaram sobre a gasolina e o butano, através do celular, sobre:

- i) As fórmulas químicas (molecular e estrutural) e nomenclaturas da gasolina;
- ii) Os aspectos positivos e negativos do uso da gasolina na sociedade, e se ela é um hidrocarboneto;
- iii) Sobre os principais hidrocarbonetos do cotidiano, como o gás liquefeito do petróleo (GLP), como exemplo, o butano (gás de cozinha) e o metano, gás natural (GN), usado nos veículos e encanado nas casas e outros;
- iv) Produzir um *podcast* de forma rápida em grupo, e discutir com toda turma de forma breve sobre os principais conteúdos estudados em sala de aula.

Aula 05: Introdução ao estudo da função álcool

Objetivo: entender, através do ensino em sala de aula, por discussão e investigação, a função álcool, a partir do estudo do etanol.

Procedimento: os alunos desenvolveram as principais hipóteses sobre a função álcool, em discussão em grupos, e realizaram pesquisa, através do celular, para responder:

- i) Quais as fórmulas moleculares e estruturais do etanol; como é o processo de fermentação e destilação do etanol; como o etanol se torna antidetonante na gasolina; qual a relação do etanol com meio ambiente: é renovável, será que ele polui mais que a gasolina;
- ii) Definir a função álcool e dar pelo menos um exemplo de molécula alcoólica de algum material/mistura do cotidiano do aluno;
- iii) Produzir um *podcast* de forma rápida em grupo, e discutir com toda turma de forma breve sobre as principais temáticas estudadas em sala de aula.

Aula 06: Introdução ao estudo sobre as interações intermoleculares

Objetivo: estudar as interações intermoleculares, através de substâncias/misturas orgânicas, geradas pelos combustíveis: gás natural, gasolina, butano e etanol.

Procedimento: os alunos pesquisaram pelo celular e, em grupos:

- i) Discutiram sobre os principais combustíveis usados/citados pelos alunos de seus cotidianos;
- ii) Quais as interações intermoleculares predominantes entre as substâncias dos combustíveis que os alunos citaram de seus cotidianos;
- iii) Produzir um *podcast* de forma breve em grupo, e discutir com toda turma rapidamente sobre as principais temáticas estudadas em sala de aula.

Fonte: O autor (2023)

Quadro 3 - Exposição sintética das aulas desenvolvidas na sequência didática, no terceiro momento pedagógico.

TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO
<p>Aula 07: Planejamento provisório do experimento pelos alunos</p> <p>Objetivo: planejar um roteiro provisório com os alunos, por investigação e discussão, para a realização de um experimento por extração do etanol na gasolina, com materiais alternativos.</p> <p>Procedimento: os alunos, em grupo, elaboraram pesquisa, pelo celular, mediados pelo professor, sobre o planejamento provisório (com seu passo a passo) do experimento por extração de etanol da gasolina com materiais alternativos, e realizaram uma discussão sobre como comprar a gasolina e onde comprá-la na comunidade.</p> <p>Aula 08: Execução do experimento em um caso concreto</p> <p>Objetivo: executar o experimento por extração do etanol na gasolina com materiais alternativos, calcular o teor de etanol na gasolina, e analisar se a gasolina está adulterada.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> i) Um aluno de cada grupo, mediado pelo professor, pegou uma seringa hospitalar, colocou 50 ml de água, na mamadeira graduada; ii) Em seguida, o aluno colocou 50 ml de alíquotas da gasolina (de um recipiente com gasolina, próximo do professor) na mamadeira graduada com água, até completar 100 ml de ambos; iii) Os alunos fecharam o recipiente, agitaram a mistura e observaram o que aconteceu; iv) Os alunos, em seus grupos, fizeram os cálculos do teor alcoólico. <p>Aula 09: Discussão sobre os principais pontos da resolução do experimento</p> <p>Objetivo: fazer uma análise sobre os principais passos da aula anterior com o experimento, e uma discussão geral sobre os impactos sociais (financeiro, saúde e ecológico), produzido pelos gases poluentes.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> i) Breve pesquisa, via <i>internet</i>, pelo celular, em grupos e discussão sobre como explicar, quimicamente, a extração do etanol da gasolina; ii) Reanálise dos cálculos feitos no experimento da aula anterior; iii) Debate sobre os possíveis impactos (financeiro, saúde e ecológico) sociais, gerados pelos gases poluentes da gasolina adulterada; iv) Discussão com toda turma e produção de uma <i>podcast</i>. <p>Aula 10: Discussão final dos principais pontos da sequência didática e culminância</p> <p>Objetivo: realizar uma discussão e aplicar um questionário pós-diagnóstico com temáticas/conteúdos ligados ao desenvolvimento da sequência didática.</p> <p>Procedimento: Discussão final sobre os pontos mais importantes dessa sequência didática:</p> <ol style="list-style-type: none"> i) Sobre o experimento de extração; ii) Os principais impactos sociais produzidos pelos gases da combustão da gasolina, com foco na adulterada; iii) Importância deste trabalho.

Fonte: O autor (2023)

No capítulo seguinte, serão descritos todos os procedimentos realizados nas atividades da sequência didática.

5. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesta seção, apresentou-se o desenvolvimento da sequência didática, (dividida em três momentos); os tópicos das aulas e a atuação dos alunos. Ressalta-se que em todas as atividades, os alunos foram mediados pelo professor; as atividades foram feitas em grupo; a avaliação foi qualitativa e considerou o interesse dos alunos e a participação nas atividades e nas discussões. A avaliação só foi quantitativa nas questões em que o aluno deveria optar por uma resposta correta.

5.1. Primeiro momento pedagógico da sequência didática

O primeiro momento foi destinado à apresentação da proposta, aplicação de questionário diagnóstico (aula 01), levantamento da problematização inicial (aula 02) e discussão sobre ela (aula 03).

5.1.1. Apresentação da proposta da pesquisa e questionário diagnóstico: Aula 01

Na primeira da aula, o objetivo foi apresentar a proposta da pesquisa aos alunos do 3° 'A', do Ensino Médio, as problematizações, os conteúdos, as concepções pedagógicas, e aplicar um questionário diagnóstico, com o procedimento metodológico realizado em 03 etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor lançou a proposta da pesquisa, explicou como seria desenvolvida e quais seus objetivos. Explicou, também, como seria construída a sequência didática e que, nela, seria realizado um experimento por extração de etanol na gasolina, para averiguar se ela fora adulterada.

Na segunda etapa da aula, o professor informou de forma breve aos alunos quais conteúdos seriam ensinados e aplicados na sequência didática por investigação, com enfoque CTSA, de acordo com Delizoicov *et al.* (2018), em três momentos pedagógicos.

Informou-se aos alunos que no 1° momento pedagógico da sequência didática, haveria 03 aulas. Na primeira, seria apresentada a proposta de estudo; na segunda, seria analisada uma problematização inicial; na terceira aula, teria uma discussão sobre a resolução da problematização inicial, elaborada pelo professor, a partir de uma história hipotética, um estudo de caso.

Na história relatada, um familiar (irmão, pai) de um dos alunos do 3º ano, que trabalha como motorista de aplicativo foi abastecer um automóvel com gasolina. Pouco tempo depois de dar a partida no veículo, o automóvel começou a perder potência e soltar fumaça. Tal fato gerou algumas dúvidas sobre a possibilidade da gasolina ter sido adulterada, e levantaram algumas questões: como verificar, através de um experimento simples, se houve adulteração; quais as formas de adulterá-la; se a gasolina adulterada polui mais o ambiente e quais os impactos sociais causados pelos gases da combustão da gasolina.

Informou-se ainda que no 2º momento pedagógico da sequência didática também, teriam 03 aulas. Na primeira, o professor faria a introdução ao estudo dos hidrocarbonetos (gerado do estudo da gasolina); na segunda, iniciaria os estudos da função álcool (gerado do estudo etanol); na terceira aula, estudariam as interações intermoleculares, a partir do estudo dos combustíveis: butano e gasolina.

Com relação ao 3º momento pedagógico da sequência didática, o professor comentou que seriam em 04 aulas. Na primeira, fariam o planejamento do experimento; na segunda, seria a execução do experimento em um caso concreto, e a quantificação do teor do etanol na gasolina; na terceira aula, discutiriam sobre os resultados dos experimentos e os possíveis impactos sociais da gasolina adulterada com relação aos aspectos: financeiro, ecológico e na saúde da população. Na quarta aula, seria a culminância dos estudos, e a discussão dos principais pontos da sequência didática.

Por fim, na terceira etapa da aula, o professor aplicou um questionário diagnóstico, a partir de conteúdos relacionados ao cotidiano dos alunos, dentre eles: tabela periódica, ligações químicas, geometria molecular, polaridade e interações intermoleculares.

No final da aula inicial, o professor deu algumas instruções e informou que criaria um grupo no *WhatsApp* para a turma, para que todos pudessem postar informações, matérias pedagógicas, e produzir um *podcast*, quando a aula exigir.

O questionário diagnóstico levantou as seguintes questões:

1) O sal de cozinha NaCl, cloreto de sódio, consumido em excesso, poderá aumentar a pressão arterial pelo aumento de sua concentração no organismo, e trazer vários problemas à saúde. Você sabe em qual grupo e período pertencem o Na e Cl, na tabela periódica, e qual deles é mais eletronegativo?

Leia o texto abaixo para responder às questões 02, 03, 04 e 05.

A água é a substância fundamental para a vida e utilizada em nosso cotidiano em situações simples e outras complexas. Ao fazer um café ou chá, por exemplo, ela pode extrair os substratos orgânicos nos grãos de café e na folha do chá. Percebe-se, assim, que água, devido aos seus aspectos químicos (solvente, interação e outros) é fundamental para explicar muitos fenômenos físico-químicos como as extrações, solubilidade etc. Além disso, ela possui dois elementos: hidrogênio e oxigênio em sua ligação química, pertencentes aos grupos 1 e 16 da tabela periódica, respectivamente.

2) Escreva a fórmula molecular e estrutural plana da água?

3) A ligação entre o hidrogênio e oxigênio na molécula da água é:

- a) Covalente (com compartilhamento de elétrons entre os elementos).
- b) Iônica (com compartilhamento de elétrons entre os elementos).
- c) Iônica (com transferência de elétrons entre os elementos).
- d) Covalente (com compartilhamento de elétrons entre as substâncias).

4) Qual a geometria molecular e polaridade da água, respectivamente?

- a) Linear e apolar. b) Tetraédrica e apolar. c) Piramidal e polar. d) Angular e polar.

5) Ao se fazer cafezinhos ou chás, em nosso dia a dia, com aquele sabor característico, as substâncias terão que ser extraídas do grão moído do café e das folhas picadas, na água quente. Essas extrações são devidas as interações entre as moléculas, conhecidas como:

- a) Íon-íon. b) Átomo-molécula. c) Intermolecular. d) Interatômica.

6) As substâncias polares tendem a se dissolver nas polares; as apolares nas apolares. Semelhante dissolve semelhante. Mas existem moléculas que possuem parte polar e apolar, como o etanol, que se dissolve na água (polar) e no isoctano (apolar) componente da gasolina. Sabe-se que as interações intermoleculares e solubilidades têm relação com a polaridade das substâncias. A partir dessas informações, questiona-se: por que ao colocar a água na gasolina do posto de

combustível (com até 27% de etanol) em um recipiente e agitá-lo, extrai-se o etanol dessa mistura? Justifique.

7) As substâncias polares, geralmente, dissolvem-se nas polares, como é o caso do sal na água, ao se fazer uma garapa; e substâncias apolares dissolvem-se nas apolares. O óleo 'de cozinha' dissolve-se na gordura/'grude' de jaca, ao limpar as mãos com ela. Pergunta-se: por que o etanol com caráter polar se dissolve na isoctano (componente da gasolina) apolar?

a) Porque o etanol é apolar igual a isoctano (componente da gasolina).

b) Porque o etanol é polar igual a isoctano (componente da gasolina).

c) Porque o etanol possui uma parte polar, dissolvendo-se em molécula polar, como na água, e outra parte apolar, dissolvendo-se em molécula apolar, como no isoctano.

d) Porque a gasolina tem uma parte polar e apolar em sua molécula, por isso dissolve-se no etanol que é uma molécula polar, e na água que é apolar.

5.1.2. Lançamento da problematização inicial aos alunos: Aula 02

O objetivo da segunda aula foi desenvolver, por discussão e investigação, a elaboração das primeiras hipóteses provisórias sobre a problematização inicial, com procedimento metodológico realizado em duas etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos organizaram-se em grupos, fizeram a leitura de um roteiro disponibilizado pelo professor, via *WhatsApp*, Xérox e de forma sintética na lousa, em sala de aula, para discutirem sobre a problematização inicial, a partir da história hipotética, descrita na aula 01, deste estudo.

Para dar início à problematização, utilizou-se o texto motivador sobre adulteração da gasolina.

O irmão e o pai do aluno José, do 3º ano do Ensino Médio, trabalham como motoristas de aplicativo, moram no bairro onde está localizada a escola e, lá, tem três postos de combustíveis. Eles, como cidadãos conscientes, sabem de seus direitos e deveres; vivem de forma equilibrada, sabem dos problemas econômicos, sociais e do meio ambiente, por isso procuram economizar combustível e fazem a manutenção regular do veículo, para evitar poluição.

Antes de saírem para trabalhar, sempre, pesquisam o preço do combustível. Nota-se, assim, que a família de José é formada por cidadãos ativos, que procuram viver sem trazer impactos negativos na sociedade; resolvem os problemas através de diálogos; buscam informações em jornais e pela *internet*, e verificam as informações, para não divulgarem *fake news*.

Certo dia, João abasteceu o veículo com gasolina, saiu para trabalhar e observou que ele começou a perder a potência e gerar fumaça. Diante desse episódio, os três começaram uma discussão/debate sobre o que poderia ter provocado isso.

Joaquim perguntou aos seus dois filhos:

- Por que o carro está liberando fumaça escura e perdendo a potência?

José ficou pensando e respondeu:

- Boa pergunta, pai! A parte mecânica não é! Será que é a gasolina? Como podemos saber? Será que existe uma forma simples para descobrir? Como se adultera a gasolina? Gasolina adulterada polui mais o ambiente? A adulteração traz impactos sociais?

João pensou e, em seguida, falou:

- Pai e José, já vi pela *internet* e na TV que tem um teste da proveta nos postos de combustíveis, para saber se a gasolina está adulterada. Vamos fazer?

José pensou um pouco e respondeu:

- Existe o teste da proveta! Mas, meu amigo frentista disse que eles são treinados a apertar um botão na bomba, para não chegar à gasolina adulterada e, assim, não se identifica irregularidades.

José pensou mais um pouco e falou:

-Eita! Pai e João, eu me lembrei do professor de Química. Ele fez um experimento na escola sobre o teste da adulteração da gasolina, em sala de aula, com materiais alternativos. Vamos fazer esse teste?

Na segunda etapa da aula, com base na problematização inicial, pesquisa pela *internet* e discussão, os alunos deveriam responder:

a) Tem como saber com um teste simples, através de um experimento com materiais alternativos, se a gasolina pode estar adulterada com excesso de etanol? Justifique.

b) Existem formas de adulterar a gasolina? Você conheça alguma? Justifique.

c) Qual polui mais o meio ambiente: a gasolina adulterada ou a normal? Justifique.

d) Os gases da combustão da gasolina adulterada impactam o financeiro, a saúde e o meio ambiente? Justifique.

5.1.3. Discussão sobre a resolução da problematização inicial: Aula 03

Objetivo da aula foi discutir com a turma as primeiras hipóteses provisórias, desenvolvidas pelos alunos, sobre a problematização inicial, aplicada na aula anterior, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor deu informações sobre as metodologias e sobre os materiais que seriam utilizados, como celular, *internet* e outros.

Na segunda etapa da aula, os alunos receberam do professor a resolução da problematização da aula anterior. Os alunos fizeram uma breve retomada dos assuntos e *feedback* em grupo, para sanarem algumas incongruências nas respostas.

Na terceira etapa da aula, os alunos realizaram discussões com toda a turma sobre a problematização inicial e, em grupos, produziram um *podcast* breve abordando as principais ideias geradas na aula. O material produzido foi arquivado pelo professor, que em seguida, forneceu algumas instruções para a aula seguinte.

5.2. Segundo momento pedagógico da sequência didática

O segundo momento pedagógico da sequência didática foi voltado para estudo dos conteúdos específicos de Química, dentre eles: hidrocarbonetos (aula 04), função álcool (aula 05) e interações intermoleculares (aula 06).

5.2.1. Introdução ao estudo da função hidrocarboneto: Aula 04

O objetivo da aula foi levar os alunos a compreenderem, por investigação e discussão, o conteúdo sobre hidrocarbonetos de forma introdutória, a partir do estudo da gasolina e do butano, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor informou os objetivos da aula, cujo conteúdo foi: estudo dos hidrocarbonetos, a partir do estudo da gasolina e do butano.

Na segunda etapa da aula, os alunos, através do celular, pesquisaram sobre a gasolina: (i) as fórmulas químicas (molecular e estrutural) e nomenclaturas; (ii) seu papel social, positivos e negativos; (iii) se ela é um hidrocarboneto; (iv) pesquisaram sobre os principais hidrocarbonetos do cotidiano, como o gás liquefeito do petróleo (GLP), a exemplo do butano (gás de cozinha), e do metano, gás natural (GN), usado nos carros e canalizado nas casas, dentre outros.

Na terceira etapa da aula, os alunos gravaram brevemente em equipe um *podcast* e realizaram uma discussão rápida com toda a turma sobre o que produziram. Além disso, nessa etapa, o professor recolheu a produção da aula e forneceu algumas instruções para a aula seguinte.

5.2.2. Introdução ao estudo da função álcool: Aula 05

Nesta aula, o objetivo foi entender a função álcool, através do ensino em sala de aula, por discussão e investigação, a partir do estudo do etanol, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos escolheram um relator de cada grupo; o professor informou o objetivo da aula: estudar, de forma introdutória, a função álcool, a partir do estudo do etanol; e comentou sobre as metodologias e materiais que poderiam ser utilizados na aula. Os alunos acessaram a *internet* através do celular.

Na segunda etapa da aula, os alunos desenvolveram as principais hipóteses, pesquisando pelo celular sobre função álcool, em discussão nos grupos a partir de: (i) fórmulas moleculares e estruturais, fermentação, destilação, como antidetonante na gasolina e os aspectos sociais (renovável e menos poluente) do etanol; (ii) definir a função álcool e dar pelo menos um exemplo de uma molécula alcoólica de algum material/mistura do cotidiano do aluno e (iii) uma breve pesquisa sobre o metanol e etanol.

Na terceira etapa da aula, os alunos gravaram brevemente em equipe um *podcast* e realizaram uma discussão rápida com toda a turma sobre o que produziram. Além disso, nessa etapa, o professor recolheu a produção da aula e forneceu algumas instruções para a aula seguinte.

5.2.3. Introdução ao estudo sobre as interações intermoleculares: Aula 06

Nesta aula, o objetivo foi estudar as interações intermoleculares, através de substâncias e misturas orgânicas, geradas pelos combustíveis: gás natural, gasolina, butano e etanol, com procedimento metodológico realizado em quatro etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor falou do objetivo da aula, introdução ao estudo das interações intermoleculares, a partir do eixo norteador, combustíveis: etanol, gasolina, butano e gás natural.

Na segunda etapa da aula, foi solicitado aos alunos que discutissem sobre o tema e pesquisassem, através do celular, sobre os principais combustíveis utilizados que faziam parte de seus cotidianos.

Na terceira etapa da aula, os alunos analisaram as interações entre as substâncias presentes nas misturas de combustíveis mencionadas por eles de seus cotidianos. Explicaram as principais interações predominantes: dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente ou ligação de hidrogênio.

Na quarta etapa da aula, os alunos, com a mediação do professor, produziram brevemente, em equipe, um *podcast* e discutiram rapidamente com toda a turma sobre as principais hipóteses desenvolvidas durante a aula. O professor recolheu os textos com as análises dos grupos e forneceu orientações para a aula seguinte.

5.3. Terceiro momento pedagógico da sequência didática

No terceiro momento pedagógico da sequência didática, os alunos fizeram o planejamento provisório do experimento (aula 07); execução do experimento (aula 08); discussão sobre a realização do mesmo (aula 09) e, em seguida, fez-se um debate sobre o estudo através da sequência didática (aula 10).

5.3.1. Planejamento provisório do experimento pelos alunos: Aula 07

O objetivo da aula foi planejar um roteiro provisório com os alunos para a realização de um experimento de extração do etanol na gasolina, utilizando materiais alternativos e um procedimento metodológico composto por três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor auxiliou na organização dos alunos em grupos e na escolha de um relator para cada grupo.

Na segunda etapa da aula, após realizarem uma pesquisa pelo celular, os alunos elaboraram o planejamento provisório (com seu passo a passo) do experimento por extração de etanol da gasolina com materiais alternativos.

Na terceira etapa da aula, os alunos discutiram sobre o número de postos de combustíveis existentes nas vizinhanças da comunidade escolar e sobre como comprar a gasolina deles. Ao final da aula, o professor recolheu os materiais da pesquisa dos alunos, e deu orientações para a aula seguinte.

5.3.2. Execução do experimento em um caso concreto: Aula 08

O objetivo da aula foi executar, em um caso concreto, um experimento por extração do etanol na gasolina, com materiais alternativos, calcular o teor de etanol encontrado e verificar se a gasolina foi adulterada.

O procedimento metodológico foi realizado a partir de um caso concreto, com um experimento de extração do álcool na gasolina, em três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor comentou sobre os principais materiais que seriam utilizados no experimento: (a) a gasolina comprada nos postos de combustíveis do bairro durante o intervalo das aulas, no horário matutino, com recipientes certificados pelo INMETRO; (b) mamadeiras graduadas para crianças; e (c) seringas hospitalares. Além disso, o professor abordou brevemente a toxicidade da gasolina e ressaltou a importância de abordar a atividade experimental com seriedade.

Na segunda etapa da aula, os alunos de cada grupo realizaram o experimento, seguindo o planejamento da aula anterior e as orientações preliminares da seguinte maneira: (i) um aluno de cada grupo utilizou uma seringa hospitalar para adicionar 50 ml de água à mamadeira graduada; (ii) em seguida, esse aluno adicionou 50 ml de alíquotas de gasolina (retiradas de um recipiente próximo ao professor) à mamadeira graduada com água da etapa anterior, totalizando 100 ml em ambos; na sequência, (iii) os alunos fecharam o recipiente, agitaram a mistura e observaram o fenômeno; e, por fim, (iv) em seus grupos, os alunos realizaram os cálculos do teor do etanol.

Na terceira etapa da aula, os alunos fizeram os cálculos do teor do álcool na gasolina e verificaram se ela foi adulterada (fora do intervalo de 18% a 27% conforme

ANPG). No início, eles fizeram os cálculos, sem ajuda do professor e se não conseguissem receberiam instruções para resolver por regra de três: a) no primeiro passo, os alunos fizeram uma relação de 100% com a 50 ml da amostra da gasolina por regra de três; b) no segundo, eles observaram a mistura agitada na mamadeira com água e gasolina da etapa 03 do experimento e fizeram a subtração (álcool - água) ml, para chegar a Xml de etanol e, na sequência, fizeram a relação com Y%, em uma regra de três como incógnita.

A representação do cálculo do teor do etanol na gasolina por regra de três:

50 ml gasolina de amostra (contendo gasolina e etanol) ----- 100 %

X ml de etanol que estava na gasolina extraída pela água ----- y %

5.3.3. Discussão sobre os principais pontos da resolução do experimento: Aula 09

O objetivo da aula foi fazer uma análise sobre os principais passos da aula anterior com o experimento e uma discussão geral sobre os impactos sociais (financeiro, saúde e ecológico), produzido pelos gases poluentes, com procedimento metodológico realizado em quatro etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos organizaram-se com o auxílio do professor, que repassou um roteiro e o material com os cálculos da aula anterior, para pesquisarem via *internet*, celular e discutiram em grupo sobre como explicar, quimicamente, a extração do etanol na gasolina.

Na segunda etapa da aula, os alunos reanalisaram os cálculos feitos no experimento da aula anterior.

Na terceira etapa da aula, os alunos discutiram sobre os possíveis impactos (financeiro, saúde e ecológico) sociais gerados pelos gases poluentes da gasolina adulterada.

Por fim, na quarta etapa da aula, os alunos produziram brevemente em grupo um *podcast* dos principais pontos da aula e realizaram uma rápida discussão com toda a turma. Em seguida, o professor recolheu as produções dos alunos e forneceu as orientações básicas para a aula seguinte.

5.3.4. Discussão final dos principais pontos da sequência didática e culminância: Aula 10

O objetivo da aula foi realizar uma discussão, e aplicar um questionário com temática/conteúdos ligados ao desenvolvimento da sequência didática, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor deu instruções e auxiliou os alunos na organização da turma para discussão.

Na segunda etapa da aula, foi realizado um debate com a discussão final sobre os pontos mais importantes abordados nessa sequência didática: (i) o experimento de extração; (ii) os principais impactos sociais produzidos pelos gases da combustão da gasolina, com foco na adulteração; e (iii) a importância deste estudo, destacada ao longo da sequência didática.

Na terceira etapa da aula, foi aplicado um questionário abordando os principais conteúdos desenvolvidos nesta pesquisa de Química Orgânica: hidrocarbonetos (fórmula molecular, estrutural, reconhecimento da função, importância social) e função álcool (reconhecimento da função, importância social), além de outros tópicos que foram ensinados/revisados nos bimestres anteriores. O questionário possuiu um perfil semelhante ao questionário prévio/pós-diagnóstico, permitindo a comparação dos índices de acertos e erros de forma qualitativa e quantitativa, para analisar se houve indícios de aprendizagem.

Questionário final: Texto para auxiliar na resolução das questões 01, 02 e 03.

Um motorista de aplicativo sempre faz uma pesquisa de preço da gasolina em seu bairro, antes de comprá-la. Mas, certa vez, depois de abastecer, o carro começou a soltar fumaça e perder a potência. Ao chegar em casa, comentou com os familiares sobre isso, debateram e desconfiaram que a gasolina poderia estar adulterada.

Durante o diálogo com seus familiares, um de seus irmãos fez a proposta de um experimento com materiais alternativos, sobre a extração do etanol na gasolina. Ele havia feito com sua turma do 3º ano, em sala de aula, para quantificar o teor do etanol na gasolina, para saber se ela estava adulterada. Ele informou que este experimento não pode ser feito pelo teste da proveta, pois, muitas vezes, os frentistas são treinados a colocar, na proveta, a gasolina da bomba não adulterada e, para isso, basta apertar um botão. Ele explicou que para saber se houve adulteração com etanol

é preciso analisar se o teor de etanol está no intervalo de 18% a 27%, conforme a ANPG (Agência Nacional de Petróleo e Gás).

A partir da leitura do texto, os alunos deverão responder às seguintes questões:

1) Explique por que quando se adiciona água na gasolina, no experimento por extração, acontece a extração do etanol e a separação da mistura, água e etanol da gasolina.

2) Calcule o teor do etanol na gasolina e verifique se ela está adulterada, caso o teor esteja fora do intervalo 18% a 27%, ao ser analisado: (i) adição de 50 ml de água numa mamadeira graduada e, depois, (ii) 50 ml gasolina nesta mamadeira até completa 100ml, ambas etapas com seringa hospitalar e, na sequência, (iii) agitá-la; e, em alguns minutos, observar a diferença de 70 ml de etanol e água da gasolina que, após, fazer a subtração desses 70 ml dos 50 ml da H₂O, sobrou 20 ml de etanol.
a) 26%. b) 30%. c) 35%. d) 40%.

3) A combustão da gasolina produz gases poluentes e, quando está adulterada, produz muito mais, o que acarreta danos aos humanos. Qual a opção falsa sobre a combustão?

a) Os principais gases liberados da combustão da gasolina e mais acentuados na adulterada são: CO₂, CO, SO, SO₂, NO e NO₂.

b) A gasolina adulterada traz prejuízos financeiros, pois aumenta os desgastes das peças dos carros.

c) Os gases da combustão da gasolina não trazem problema à saúde como asma e câncer no pulmão, só quando os sujeitos ficam expostos à grande concentração deles.

d) Os principais problemas ambientais produzidos pelos gases da combustão dos combustíveis são: chuva ácida e aquecimento global.

Texto para auxiliar a responder às questões 04, 05 e 06.

O carbono é o elemento químico mais importante para vida. Uma de suas características químicas fundamentais é a capacidade de formar uma infinidade de substâncias pela ligação C—C (um carbono com outro será primário, com dois secundários...) e de cadeias carbônicas de vários tamanhos, como as do metano,

álcool etílico, butano e outros, que podem ser classificadas como saturadas, insaturadas, abertas, etc.

Devido a essa capacidade do carbono formar muitas substâncias orgânicas, surgiu a necessidade de agrupá-las, conforme as suas propriedades semelhantes (função química orgânica), para melhor estudá-las; contudo, para reconhecer as funções químicas é necessário analisar grupos/elementos químicos nas cadeias carbônicas. Por exemplo, se só conter carbonos (C) e hidrogênios (H), seria um hidrocarboneto; se for a hidroxila (OH⁻), pode ser a função álcool. Mas, por que o carbono forma tantas substâncias? A justificativa é porque ele tem 4 elétrons de valência e precisando de mais 4, para se estabilizar; ou seja, ele faz 4 ligações, portanto, ele é tetravalente de acordo com Kekulé (1858).

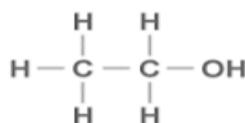
4) Sabe-se que as ligações entre os carbonos (C—C), geralmente, formam substâncias orgânicas, como o gás natural e álcool etílico, dentre outros. Esse tipo de ligação química é chamado de:

- a) Ligação iônica, com compartilhamento de elétrons.
- b) Dipolo induzido-dipolo instantâneo, com transferência de elétrons.
- c) Ligação de hidrogênio, com transferência de elétrons.
- d) Ligação covalente, com compartilhamento de elétrons.

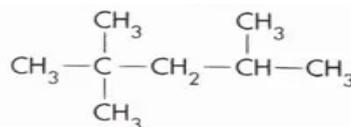
5) O elemento carbono tem a capacidade de formar uma infinidade de substâncias orgânicas (encadeamento de carbonos pelas ligações), que são agrupadas pelas suas propriedades semelhantes. Isso ocorre porque o carbono (tetravalente) possui 4 elétrons de valência, precisa de mais 4 elétrons nas quatro ligações, para conter 8 elétrons (estabilizando-se). Pergunta-se: como são chamados os grupos de substâncias que têm propriedades semelhantes?

- a) Interação químicas. b) Ligação química. c) Reações químicas. d) Função química.

6) Substâncias são extraídas do petróleo por destilação fracionada, como o isoctano componente da gasolina, que contém só carbono e hidrogênio; já o etanol só contém carbono, hidrogênio e oxigênio e, no Brasil, ele é produzido a partir da cana-de-açúcar, pela fermentação e posterior destilação. Assim, quais são as funções químicas, classificações do carbono na cadeia e da cadeia carbônica do etano e isoctano, analisando as fórmulas químicas estruturais nas figuras 01 e 02:

Figura 1- Etanol

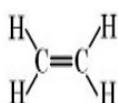
Fonte: Nós Amamos Geografia, 2021

Figura 2 - Isoctano

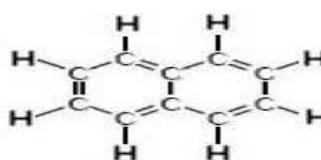
Fonte: Manual da Química, 2021

- a) Álcool, ácido carboxílico e o etanol tem uma ligação dupla entre os carbonos.
 b) Hidrocarboneto, cetona e o isoctano não tem ramificação.
 c) Álcool, hidrocarboneto e o isoctano é saturado e possui cinco átomos de carbonos primários.
 d) Álcool, hidrocarboneto e o isoctano possui um heteroátomo (elementos diferentes entre carbonos).

7) O etileno (eteno) com fórmula molecular C_2H_4 e naftaleno, mais conhecido como naftalina, tem fórmula C_{10}H_8 , e estão muito presentes em nosso cotidiano. O eteno é usado na fabricação de polietileno, para fazer plástico (um dos maiores poluentes), e no amadurecimento de frutas. Já, o naftaleno é usado para combater as traças e insetos nas casas, e exige cuidado no uso, pois ele é tóxico. Quais são as funções orgânicas e classificações das cadeias do eteno e naftaleno, representado nas figuras 03 e 04:

Figura 3 - Eteno

Fonte: O Baricentro da Mente, 2021

Figura 4 - Naftaleno

Fonte: Memórias das Aulas de Química, 2021

- a) São álcoois, contém hidroxila HO^- e possuem ligações duplas, saturada;
 b) São álcoois, contém hidroxila HO^- e possuem somente ligações simples, insaturada;
 c) São hidrocarbonetos, só contém carbono e hidrogênio e só possuem ligações simples, saturado;
 d) São hidrocarbonetos, só contém carbono e hidrogênio e possuem ligações duplas, insaturado.

8) Entre as substâncias orgânicas, o metano (gás natural usado nos carros e encanado nas casas), butano (gás do botijão de cozinha) e isoctano (componente da gasolina) têm temperaturas de fusão e ebulição diferentes, devido às interações entre as moléculas. Qual a interação intermolecular predominante em cada mistura do metano, butano e isoctano? Por que o metano, não se liquefaz com o aumento da pressão, como acontece com o butano?

a) Dispersão de London. O metano não liquefaz porque tem poucos pontos de contato em sua interação comparado ao butano.

b) Dipolo instantâneo-dipolo induzido. O metano liquefaz porque não tem poucos pontos de contato entre as moléculas comparado ao butano.

c) Dipolo permanente-dipolo permanente. O metano liquefaz porque não tem poucos pontos entre as moléculas comparado ao butano.

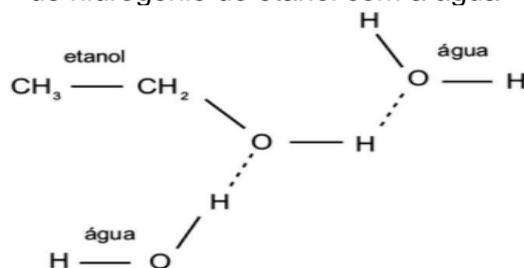
d) Ligação de hidrogênio. O metano liquefaz porque tem poucos pontos de contato nas moléculas comparado ao butano em suas interações.

9) O etanol é uma das substâncias mais importante da função álcool. Ele foi usado para evitar a transmissão do vírus da Covid-19, e está diluído na gasolina. Para melhorar sua eficiência, os teores, nessas soluções, variam: na higienização contra Covid-19, recomenda-se a de 70%; e na gasolina entre 18% a 27%.

Observa-se que o etanol possui um certo grau de polaridade. Ele interage e dissolve-se tanto na água do álcool 70%, quanto na gasolina, contudo, mais fortemente, com água. Uma das consequências disso, é que a água extrai o álcool etílico da gasolina, quando colocada para dissolver.

Logo, pergunta-se: Qual a polaridade e o tipo de interação intermolecular que predomina no etanol e água, na extração do etanol na gasolina e no álcool 70% comercial, que está sendo representado na figura 05.

Figura 5 - Interação intermolecular de ligação de hidrogênio do etanol com a água



Fonte: brainly, 2021

- a) São apolares e possuem interações intermoleculares de ligação de hidrogênio.
- b) São polares e possuem interações intermoleculares de ligação de hidrogênio.
- c) São polares e possuem interações intermoleculares dipolo permanente-dipolo permanente.
- d) São apolares e possuem interações intermoleculares dipolo induzido-dipolo instantâneo.

6. DISCUSSÕES E RESULTADOS

De acordo com a CF, LDB e BNCC (BRASIL, 1988,1996, 2018), a principal finalidade da educação é educar para cidadania e o mundo do trabalho. Mas para isso, conforme os autores estudados e, de acordo com as orientações da BNCC, a educação deve ser contextualizada e interdisciplinar, através de metodologias educativas, com uso das tecnologias disponíveis, e que estimulem o protagonismo dos alunos na construção de conhecimentos, conforme salientam Bacich e Moran (2018).

Nessa perspectiva, desenvolveu-se este estudo, organizado em uma sequência didática em 10 aulas, que foram aplicadas no ensino de Química Orgânica.

Na primeira aula, realizada em três etapas, observou-se que os alunos receberam muito bem a proposta do trabalho, lançada pelo professor. Esse, de forma dialogada e discursiva, na primeira etapa, explicou aos alunos do 3º 'A' do Ensino Médio, que pretendia desenvolver e aplicar uma sequência didática sobre o ensino de Química Orgânica. Para tal, faria um experimento por extração e análise em um caso concreto sobre a adulteração da gasolina. De acordo com Berbel (2011), é fundamental dar autonomia aos alunos no processo educativo e, nesse sentido, fez-se a proposta, e eles ouviram atentamente.

O professor incentivou os alunos a participarem ativamente com autonomia, diálogo e espaço para oferecerem sugestões de mudanças neste trabalho. Assim, a proposta em questão não foi imposta; ao contrário, foi concedida liberdade para os alunos darem suas sugestões e contribuições, que foram moldadas ao longo de sua aplicação, tanto pelo professor quanto pelos alunos e alguns membros da comunidade escolar. O planejamento inicial foi adaptado conforme a necessidade do momento, seguindo os ensinamentos de Berbel (2011) e Torres e Irala (2014). Contudo, esperava-se que os alunos fossem, nesse processo, mais ativos

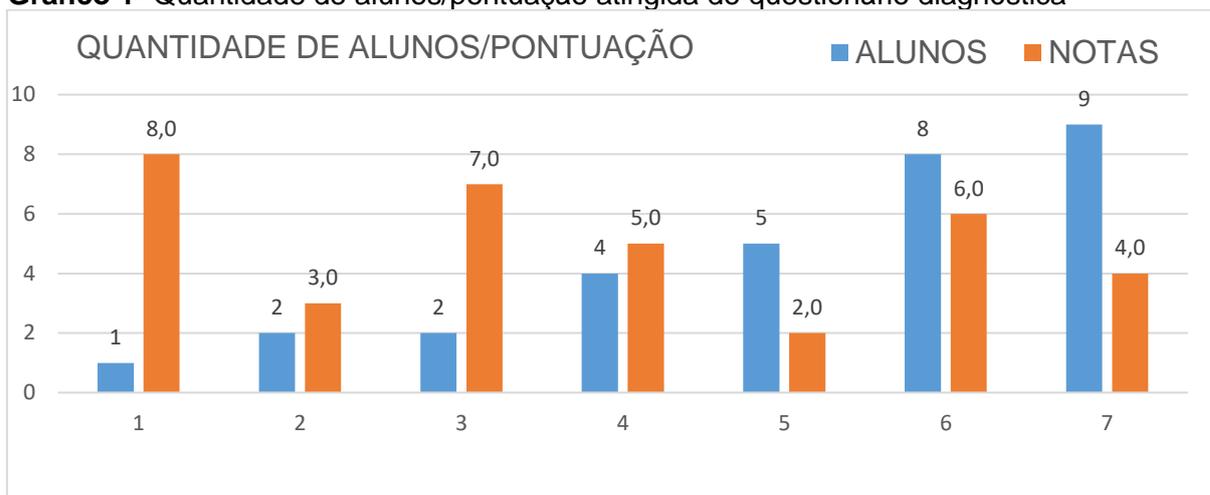
Auler *et al.* (2015) corroboram as estratégias pedagógicas mencionadas em relação ao desenvolvimento e aplicação de atividades/currículos de forma colaborativa/interdisciplinar, com conteúdo/tema significativo e contextualizado, originados da realidade do aluno. Esses elementos são adotados como ponto de partida e chegada pedagógica por meio da problematização, visando motivar a participação dos alunos. Portanto, o currículo construído não foi, nem deve ser imposto pelo professor de forma individual.

Na segunda etapa da aula, o professor explicou aos alunos de forma breve/introdutória, dialogicamente, que na sequência didática seriam ensinados os conteúdos por investigativa, com enfoque CTSA. Conforme Delizoicov *et al.* (2018), tais procedimentos devem acontecer em três momentos pedagógicos. No primeiro momento, conteria 03 aulas, na 02 teria uma problematização, através de uma história hipotética (um estudo de caso). No segundo momento pedagógico, teria o ensino dos conhecimentos científicos em 03 aulas, para contribuir na solução da problematização. Por fim, no terceiro momento pedagógico, teria a aplicação do conhecimento em 04 aulas, contendo em uma delas o experimento em um caso concreto. Diante dessas informações, percebeu-se que os alunos tiveram uma percepção positiva das metodologias e dos conteúdos apresentados.

Na última etapa da aula, aplicou-se um questionário prévio diagnóstico, o qual, no fim deste estudo foi comparado com outro questionário pós-diagnóstico, que foi aplicado no término desta sequência didática e, assim, verificou-se se houve indícios de aprendizagem. Na turma em que foi aplicado o questionário prévio, tinha 40 alunos, mas somente 31 alunos estavam presentes. O questionário continha 7 questões, 3 abertas e 4 fechadas, elaboradas com temáticas do cotidiano dos alunos, para isso foi usado os elementos: sal de cozinha, água, café e combustíveis etc.

Ao analisar o questionário diagnóstico aplicado, percebeu-se que não foi satisfatório o resultado. Os 31 alunos que responderam ao questionário tiveram um rendimento muito baixo, em torno 4,58 pontos da média geral aritmética, como está notado no quadro 04. Esse resultado negativo aconteceu, apesar do professor ter feito uma breve revisão dos conteúdos, que seriam aplicados na sequência didática, pois a maioria dos alunos não estudaram tais conteúdos, devido à pandemia de Covid-19.

Além disso, dos 31 alunos participantes dessa avaliação, só cerca de 35,5% obtiveram notas entre 6,0 e 10,0 pontos, e 65,5% obtiveram notas entre 0,0 e 5,0 pontos, conforme os resultados do questionário diagnóstico, expostos na tabela e gráfico 01.

Gráfico 1- Quantidade de alunos/pontuação atingida do questionário diagnóstica

Fonte: O autor, 2023

Quadro 4 - Quantidade de alunos/média geral do questionário diagnóstico

Total de alunos da turma	31
Média geral aritmética da turma	4,58

Fonte: O autor, 2023

Na segunda aula, em sua primeira etapa, o resultado foi satisfatório, pois a maior parte do que fora planejado, foi executado. O professor deu as primeiras orientações, passou um roteiro para os alunos lerem e compreenderem como seria a dinâmica da aula. Em seguida, auxiliou-os na organização em 07 grupos, o que demandou um certo tempo, porque eles estão acostumados com o ensino de Química tradicional, conforme Bacich e Moran (2018): uma educação centrada no professor, sempre enfileirados, na posição de ouvintes, com estudo de conteúdos para memorização e exercícios individuais.

Na segunda etapa da aula, o resultado foi satisfatório, a maioria dos alunos participou e desenvolveu de forma efetiva a resolução da problematização inicial, que continha quatro indagações, a partir de uma história hipotética, citada anteriormente.

Com relação à primeira indagação: se teria como saber, através de um teste simples, por um experimento com materiais alternativos, se a gasolina estaria adulterada com excesso de etanol, observou-se que as repostas escritas pelos alunos em grupos foram, de maneira geral, similares; e a justificativa da maioria dos grupos, referiu-se à utilização do teste da proveta, conforme transcrição em uma das

respostas: *“Sim. Com uma proveta de 100 ml, adiciona-se 50 ml de gasolina e 50 ml de soro (água com sal). Depois de misturado, o etanol que estava na gasolina é transferido para a água, depois é visível ver a separação dos líquidos”*. Notou-se que eles não se atentaram para a possibilidade de usar outros materiais, como seringa ou jarra graduada etc., no experimento.

Para a segunda pergunta: se existem formas de adulterar a gasolina, e se eles conheciam alguma; a maioria dos alunos concordou que sim, por adição de etanol, solventes (não citam quais) e até água.

Na terceira pergunta: se a poluição provocada pela gasolina adulterada é maior que a da não adulterada; todos concordaram que a adulterada gera mais poluição, como afirmou um dos grupos: *“A gasolina adulterada polui mais o ambiente, pois é maior a liberação de gases tóxicos”*. O professor observou que poucos grupos falaram quais seriam esses gases, como o CO, SO₂ etc.

Na última questão: se os gases da combustão da gasolina adulterada impactam o ecológico, financeiro e a saúde, a maioria respondeu que sim; um dos grupos comentou: *“Sim, pois ocorre a liberação de gases tóxicos são prejudiciais ao meio ambiente e a saúde, e o financeiro em relação ao aumento dos gastos. Outros responderam de forma mais aprofundada, sobre o aspecto financeiro: “Pode desregular o motor, diminuindo a vida útil de suas peças [...]”. Sobre a saúde, disseram: “Os gases poderão causar câncer de pulmão, asma [...]” e, por último, sobre o meio ambiente: “Os gases contribuem com a chuva ácida, aquecimento global [...]”*.

As indagações realizadas, na problematização inicial, envolveram a Ciência (a Química, experimento por extração do etanol), Tecnologia (ciência aplicada no teste sobre adulteração da gasolina), Sociedade (benefícios e malefícios do uso de combustíveis) e Meio Ambiente (as implicações dos gases da combustão ao ambiente). Nesse processo de ensino, utilizou-se de forma direta ou indireta, a relação de várias disciplinas (Química, Biologia, Ciências Sociais e outros). O professor aplicou a estratégia orientada pelos autores Chosst (2003), Santos (2007), Auler (2003, 2007) e Auler *et al.* (2015), que afirmam que a educação deve ser interdisciplinar, para romper com a fragmentação do saber. Os autores asseguram que essa estratégia pedagógica é fundamental, para um melhor processo ensino-aprendizado de Ciências.

Com relação à terceira aula, de maneira geral, o resultado foi positivo, pois os objetivos foram atingidos. Os alunos organizaram-se em 07 grupos, discutiram e

fizeram de forma breve um *feedback* para corrigir algumas incongruências sobre a resolução da problematização inicial da aula anterior, que não foi feita; isso porque houve várias etapas, e o tempo foi escasso. Sobre a questão do tempo/aula, Carvalho (2018) comenta que, para realizar essas atividades investigativas, requer mais tempo; pois o aluno, nesse processo, precisa falar, argumentar, ler e escrever sobre o conteúdo ensinado.

A análise das últimas etapas desta aula mostrou-se bastante positiva. Os alunos produziram *podcasts* em equipes, e discutiram com a turma sobre a problematização inicial. A maior participação dos alunos aconteceu durante a produção do *podcasts*, um ajudando o outro, de forma colaborativa.

As discussões dos alunos com toda turma foram poucas, apesar do auxílio do professor; e nelas, detectou-se que boa parte dos alunos teve dificuldades em comentar oralmente, talvez, por não saber justificar ou por vergonha; embora, a discussão entre os alunos nos grupos ter sido de maneira geral satisfatório.

Ressalta-se que a maioria dos grupos apresentou respostas escritas corretas, como pôde ser confirmado nas argumentações produzidas no *podcast* sobre a primeira indagação (como saber de forma simples, com experimento, detectar se a gasolina estaria adulterada). Olhemos um dos *podcasts* de um dos grupos: “[...] *pegar uma proveta de 100ml é colocar 50 ml de gasolina e depois 50 ml de água, mexer por alguns minutos, observar a separação da água com álcool da gasolina e analisar se a gasolina está adulterada [...]*”. Mas, a maioria dos alunos na discussão/fala com toda turma sobre o teste da proveta (que eles mais citaram), não souberam explicar/argumentar/justificar de forma mais articulada como acontecia, quimicamente, a extração do etanol na gasolina. Um aluno falou que era por decantação do etanol da gasolina, mas sua fala pareceu meio automática, sem articulação na sua argumentação, o que demonstrou falta de conhecimento sobre a questão.

Nas demais perguntas, na discussão com toda turma sobre as possibilidades de adulteração da gasolina, em relação a maior capacidade de poluir o meio ambiente (a gasolina adulterada ou não adulterada) e os impactos dos gases da combustão da gasolina adulterada na sociedade; os alunos argumentaram mais, em suas respostas. Um aluno comentou que o desenvolvimento científico e tecnológico é positivo e citou a ‘indústria 4.0’. Percebeu-se em sua fala, que ele acredita que a ciência e tecnologia serão salvacionistas para sociedade. Mas, prevaleceu na discussão, como um todo,

a concepção negativa delas, ou seja, o debate em que a ciência e tecnologia traz mais malefícios do que benefícios.

Com relação às observações acima, pode-se confirmar que, para uma formação com enfoque CTSA, faz-se necessária uma educação contextualizada e interdisciplinar, que promova uma aprendizagem efetiva, que leve os alunos à maior compreensão da realidade, como asseguram Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Ferreira e Del Pino (2009). Chosst (2003) acrescenta que a educação deve levar os alunos a compreenderem o mundo através de várias linguagens, como Química, Física, Geografia e outras, para a 'Alfabetização Científica'. E que uma educação por inculcação científica, como essa, leve aos alunos a adquirirem a capacidade de tomada de decisão sobre temas relacionados à ciência, tecnologia e meio ambiente em prol de todos.

Na quarta aula, percebeu-se que os resultados das etapas introdutória e intermediária foram satisfatórios. Ressalta-se que antes da aplicação desta sequência didática, fez-se, durante o 1º e 2º bimestres, um breve estudo/revisão dos seguintes conteúdos: cinética química e equilíbrio químico (que não foram ensinados devido à pandemia de Covid-19); ligações químicas; polaridade; geometria molecular e forças intermoleculares e uma introdução ao estudo de química orgânica (alguns aspectos históricos, os postulados de Kekulé, a classificação do carbono e das cadeias carbônicas). Por conta disso, a sequência didática foi aplicada no 3º bimestre.

Na primeira etapa da aula, os alunos organizaram-se em 07 grupos, escolheram um relator para cada grupo e tiveram contato com um roteiro escrito e sintetizado no quadro com os principais objetivos da aula.

Na segunda, os alunos mediados pelo professor, pesquisaram e resolveram a atividade com o uso do celular sobre as seguintes questões:

1) Escrever a fórmula molecular, estrutural, nomenclatura da gasolina (principal componente isoctano) e dizer se ela é um hidrocarboneto - só cerca da metade dos grupos acertaram as fórmulas, nomenclaturas do isoctano (gasolina), e mais da metade afirmou que ele é um hidrocarboneto.

2) Sobre os pontos positivos e negativos do uso da gasolina nos impactos sociais - a maioria das respostas foram pertinentes, como: "*Fonte de energia barata [...]*", contudo produz "*Aquecimento global [...]*".

3) Solicitou-se que eles pesquisassem sobre o butano, gás de cozinha (GLP), e o metano, gás natural (GN), dentre outros. As respostas da maioria dos grupos ficaram incompletas, devido à falta de tempo.

Na última etapa da aula, observou-se que a produção do *podcasts* pelos alunos, nos grupos, foi mais produtiva do que a discussão com toda turma; os alunos no desenvolvimento do *podcasts*, se ajudaram e foram bem mais ativos. Notou-se, ainda, que, na discussão, os alunos foram menos ativos em relação a etapa anterior, e houve um pouco de dispersão durante a atividade. Novamente, faltou tempo, por isso, nem todos os grupos conseguiram terminar.

Na discussão com toda a turma, sobressaiu-se o momento em que discutiram sobre a definição de função química orgânica (predomínio do carbono e hidrogênio) na substância, com uso do isoctano (gasolina) como exemplo. A maioria dos alunos comentou que comentou, acertou, ao afirmar que ele pertence a um tipo função química chamado hidrocarboneto, que só possui hidrogênio e carbono.

Ao final da atividade, aprofundou-se, ainda que de forma breve, dialogada e escrita/expositiva, norteado pelo professor, os estudos sobre hidrocarbonetos e a definição de função orgânica. Para isso, o estudo foi sobre o butano, analisou-se sua fórmula estrutural e molecular, e concluiu-se que ele só contém carbono e hidrogênio. Além disso, o professor comentou/explicou (não de forma aprofundada) que existem várias funções na Química Orgânica (aldeídos, cetona e outros), e que cada função química contém um grupo de substâncias (como o metano, butano e isoctano) diferentes, mas que ela possui um certo comportamento químico semelhante.

Na quinta aula, percebeu-se que na primeira e segunda etapas, a atuação dos alunos foi, de maneira geral, regular, faltou empenho e o rendimento foi menor.

Na primeira etapa da aula, os alunos organizaram-se em 08 grupos com auxílio do professor. Foi um dia de aula atípico, pois alguns alunos saíram para tomar vacina contra Covid-19, no posto perto da escola. No retorno, alguns alunos ficaram dispersos, outros não queriam estudar e, não houve um bom controle para voltarem à sala de aula. Esse tipo de ocorrência vai ao encontro do comentário de Lessa (2014), que diz que os estudantes têm 'alergia aos estudos'.

Nas etapas intermediárias da aula, os alunos fizeram as pesquisas pela *internet*, em grupos, e resolveram a atividade sobre a função álcool a partir do estudo do etanol. As questões abordadas foram:

1) Fórmulas molecular e estrutural, fermentação, destilação, como antidetonante na gasolina e sua importância social do etanol. Dois grupos não responderam; alguns erraram, outros acertaram parcialmente. Os alunos deveriam comentar sobre a fermentação (através de açúcares), importância social (nos produtos de limpeza, combustíveis e outros), antidetonante (aumento da octanagem e resistente a compressão), destilação (coluna de destilação, nos quais ele é aquecido, evaporado e separado).

2) Definição da função álcool e dar um exemplo de uma molécula (como o etanol) alcoólica nos materiais/nas misturas do cotidiano do aluno. As respostas foram satisfatórias sobre a definição, na maioria dos grupos, como pode-se observar em uma das respostas: “São substâncias que possuem hidroxila em um carbono saturado”. Mas, os exemplos dados pelos alunos sobre as moléculas alcoólicas do cotidiano, não foram satisfatórios, a maioria dos grupos falou de misturas, como “Álcool em gel, perfumes, sabonetes [...]”, ao invés das principais moléculas alcoólicas que compõem essas misturas/materiais.

3) Comentar sobre o metanol e etanol. As respostas, também, não foram satisfatórias. Só metade da turma fez as questões, mesmo assim, as respostas foram incompletas. Um dos grupos escreveu: a fórmula molecular do metanol ao invés de etanol; disseram que o metanol é inflamável; que o etanol é um combustível renovável e o Brasil seria o maior produtor. Nota-se que, por falta de tempo, não houve aprofundamento na pesquisa. Os alunos não apresentaram seus melhores resultados devido à dispersão e ao tempo.

Na última etapa da aula, os alunos produziram um *podcast* em grupos, fizeram uma discussão bastante significativa e satisfatória com toda turma, e participaram ativamente. Nota-se que o uso da tecnologia é positivo no espaço pedagógico, e ela fez diferença para os alunos, e eles se desenvolveram melhor na produção do *podcast*. Para sua produção os alunos se ajudaram, mas alguns grupos não conseguiram terminar, devido à falta de tempo. Ainda assim, a atividade foi muito produtiva, pois ao tentarem produzir o *podcast* por áudio no *WhatsApp*, sobre as respostas escritas (sínteses e/ou resumos) da etapa anterior, alguns grupos perceberam erros e tentaram corrigi-los.

Ressalta-se que os pontos mais importantes desta discussão foram as argumentações dos alunos, que falaram sobre o etanol (importância social, fermentação, destilação e outros), e sobre a definição da função álcool. Reconhece-

se que o bom rendimento da turma, nesta etapa da aula, deve-se ao fato de que o conteúdo foi contextualizado (faz parte do dia a dia com relevância social) e interdisciplinar (interpelação com outras disciplinas). Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Ferreira e Del Pino (2009) salientam que, o ensino de Ciências/Química Orgânica, a partir do estudo de conteúdos contextualizados e interdisciplinares, focado na realidade (etanol, gasolina etc.) dos alunos, como temas geradores de relevância social, no ensino de função álcool e hidrocarboneto e outros, é pertinente para o ensino-aprendizagem mais significativo.

Além disso, observou-se que nesta discussão, destacou-se a definição da função álcool, que seriam substâncias que possuem hidroxila (OH^-) no carbono saturado, e houve compreensão da parte de todos, contudo, por falta de tempo, não teve como aprofundar, e justificar (mas foi citado pelo professor), que nem toda substância que possui (OH^-) é uma função álcool.

Com relação à sexta aula, a primeira e segunda etapas foram regulares; pois, parte da resolução das atividades não foi satisfatória, apesar do empenho dos alunos. Na primeira etapa da aula, o professor auxiliou os alunos na organização dos 07 grupos, ajudou na escolha do relator de cada um dos grupos, e apresentou os objetivos da aula.

Na segunda etapa, os alunos pesquisaram pelo celular:

1) Os principais combustíveis utilizados em seu cotidiano. A maioria das respostas foi: gasolina, etanol e gás natural.

2) Quais as principais interações intermoleculares predominantes, nas moléculas nos combustíveis. A resposta foi sobre o etanol e gasolina, a maioria analisou a interação do etanol entre as substâncias na gasolina. As respostas não foram satisfatórias, pois, só dois grupos acertaram todas, outro acertou metade e quatro erraram tudo, mesmo com auxílio do celular na pesquisa.

A hipótese dessa dificuldade, talvez seja por falta de pré-requisito; ausência de conhecimento desde o 1º ano, sobre as forças intermoleculares ou as pesquisas não foram bem-sucedidas, devido a pouco conteúdo dessa temática na *internet*. De acordo com Pereira e Pires (2012) e Santos *et al.* (2020), não é dada a devida atenção (aprofundado pela a Covid-19), ao ensino das forças intermoleculares, por falta de mais pesquisas e publicações sobre essa temática.

As interações intermoleculares são ensinadas (quando são e de forma superficial e rápida) no final do ano, depois de ligação química, geometria molecular

e polaridade. Muitas vezes, no lugar delas, o professor é forçado a ensinar as funções inorgânicas, reações químicas e outras, por considerá-las mais fundamentais. Isso acontece, mesmo sabendo que os conteúdos sobre as forças intermoleculares são importantes para a compreensão de vários fenômenos físico-químicos (solubilidade e estado da matéria e outros).

Na última etapa da aula, considerou-se que a atuação dos alunos foi positiva na resolução da atividade. Os alunos produziram um *podcast* em equipe, com o engajamento de todos, e fizeram uma discussão sobre o conteúdo: forças intermoleculares. Observou-se, também, que uns grupos foram mais ativos que outros, e a produção do *podcast* teve uma maior participação dos alunos em relação à discussão com toda turma.

Alguns alunos relataram que sentiram muitas dificuldades em argumentar sobre as teorias das interações intermoleculares entre as substâncias nos combustíveis (etanol, água e gasolina). Algumas argumentações foram corretas, mas o professor notou que elas foram ‘meio mecânicas’, e o que pode ter ajudado nas respostas foi a pesquisa da etapa anterior nesta aula. Observou-se que muitos alunos não souberam justificar de forma articulada (a relação com a polaridade) que, quando se muda a polaridade das substâncias, muda o predomínio da interação entre elas. Por exemplo, nas substâncias orgânicas (geralmente apolares), etanol com o pentano (da gasolina), possuem a interação de dispersões de London; já na água (polar) com etanol (parcialmente polar), predomina a interação de ligação de hidrogênio.

Devido à dificuldade apresentada, o professor fez um momento de diálogo com a turma e uma exposição oral e escrita, no quadro, sobre as interações intermoleculares. Aprofundou-se alguns pontos, como, por exemplo, que a interação de ligação de hidrogênio é mais forte que as outras, devido à interação do hidrogênio com flúor, nitrogênio ou oxigênio, nas moléculas envolvidas.

Na sétima aula, na primeira etapa, os alunos organizaram-se em 06 grupos rapidamente, devido à rotina das aulas anteriores.

O professor poderia ter apresentado o experimento aos alunos, mas não o fez, com a seguinte justificativa, balizando-se por Marcondes *et al.* (2013), existem experimentos de caráter (i) investigativo em que os estudantes podem participar, em um grau maior, com a mediação do professor no planejamento, execução e conclusão, de forma ativa (um experimento progressista); em oposição, aos (ii) experimentos que

caracterizam-se por serem demonstrativos, ilustrativos, de verificação e comprovação, com participação menor dos alunos (experimentos tradicionais).

Como o experimento neste estudo foi por investigação que, de acordo com Bassoli (2014), há grande participação do aluno durante sua execução, e isso as difere das demais, por envolverem, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses, argumentações, explicações e experimentos para testá-las. Por isso, optou-se por reservar uma aula para os alunos pesquisarem de forma provisória sobre os principais passos do experimento e, assim, poderem ter uma participação mais ativa.

Torres e Irala (2014) corroboram com a ideia de que as atividades são colaborativas e/ou cooperativas/com autonomia, nas quais levem/motivem uma maior participação do aluno. Para Auler *et al.* (2015), as atividades que envolvem CTS/CTSA, levam a uma maior participação dos alunos.

Nesse sentido, orientando-se pelos autores citados, esta atividade experimental (sobre adulteração da gasolina com materiais alternativos), na qual os cidadãos/alunos elaboraram, executaram e analisaram de forma colaborativa e cooperativa, levando em consideração a análise dos impactos sociais, com a mediação do professor, resultou em um maior engajamento e participação dos alunos, tanto nas atividades pedagógicas quanto como indício de um processo decisório decorrente da aprendizagem, diante desta problemática (adulteração da gasolina), devido às formulações/hipóteses feitas pelos alunos sobre a adulteração da gasolina, como consequência, da análise dos experimentos realizados.

Na segunda etapa da aula, o rendimento dos alunos foi bastante satisfatório. A maioria atuou de forma colaborativa na elaboração do planejamento do roteiro preliminar do experimento por extração, e utilizou a *internet* pelo celular para fazer a pesquisa. Observou-se que alguns alunos foram mais ativos que outros, mas de maneira geral os resultados, dos grupos, foram semelhantes.

Em um dos roteiros, a equipe apontou os seguintes passos: 1º) pegar um recipiente transparente ou proveta; 2º) adicionar a gasolina; 3º) em seguida, colocar água; 4º) mexer bem e esperar alguns minutos; 5º) perceber a separação entre a quantidade de gasolina e o solvente; 6º) observar se apresenta entre 18% a 27% do teor do etanol anidro, para verificar se a gasolina foi adulterada.

Notou-se, ainda, que na maioria das pesquisas dos alunos sobre os roteiros construídos, continha NaCl na água, isso para aumentar a polarização da solução e

extrair, com mais eficiência, o etanol na gasolina. Além disso, foi observado que na maioria dos roteiros que os alunos pesquisaram, a gasolina foi colocada primeiro no recipiente e depois a água, quando é recomendado o contrário.

No roteiro experimental para a próxima aula, não seria colocado sal na mistura; além disso, seria colocada primeiro em um recipiente graduado alternativo (como mamadeira graduada), 50 ml de água e depois 50 ml de gasolina; em seguida, seria agitado e observado por alguns minutos e, por fim, seria feito o cálculo do teor do etanol na gasolina e averiguar se a gasolina estaria adulterada.

Por fim, houve uma breve discussão de como seria comprada a gasolina e sobre o número de postos de combustíveis, que tem nos arredores da comunidade escolar. A turma decidiu comprar a gasolina de três postos, no intervalo das aulas; e os líderes da sala da aula a comprariam, junto com professor e, para isso, usariam um carro de aplicativo.

Essas ações não foram registradas em *podcast*, o que pode ser considerado uma pequena falha, pois o professor reconhece que ele teve, nas aulas anteriores, um papel pedagógico muito importante ao colocar os alunos para realizarem a atividade em colaboração, e por terem a oportunidade de explicar uns para os outros sobre conteúdo estudado.

Na oitava aula, observou-se que os momentos iniciais foram satisfatórios, apesar dos alunos estarem bastante apressados/ansiosos para executarem os experimentos, o que poderia interferir na aprendizagem. O professor pediu que os alunos se organizassem em grupos, e seguissem o roteiro, que eles desenvolveram provisoriamente na aula anterior, com auxílio do professor. Além disso, o professor deu as primeiras orientações gerais sobre a execução do experimento, principalmente, as relacionadas a atenção e organização, para que os alunos entendessem que uma atividade experimental é algo sério, e requer cuidados para evitar acidentes.

É importante ressaltar, que o papel do professor durante toda a sequência didática e, principalmente, na hora da execução do experimento foi/é fundamental; pois, ele foi o mediador na atividade investigativa/experimental. Deixou os alunos protagonizarem, e garantiu a atuação dos alunos, com sua experiência na gestão da turma. Com relação ao papel do professor, Carvalho *et al.* (2013), Sasseron (2015), Auler *et al.* (2015) e Marcondes *et al.* (2015) salientam, norteados por Vygotsky e Paulo Freire, que o professor deve ser o elaborador (de preferência de forma

colaborativa) de questões/problemas, gerado de temas/conteúdos de forte relevância social a partir do cotidiano do aluno, como ponto partida e chegada pedagógica para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências.

Na sequência da aula, a ação do professor nos instantes iniciais, foi além de dar as primeiras instruções, levar os principais materiais alternativos para sala de aula: a) as seringas; b) as mamadeiras graduadas e c) a gasolina, como mostra a figura 06. A gasolina foi comprada no intervalo das aulas pelo o professor e alguns alunos, no turno matutino, com os líderes da sala de aula em um carro de aplicativo, nos postos X, Y e Z, como está mostrado nas figuras 07, 08 e 09.

Figura 6 - Os materiais usados nos experimentos



Fonte: O autor (2023)

Figura 7 - Gasolina comprada no posto X



Fonte: O autor (2023)

Figura 8 - Gasolina comprada no posto Y



Fonte: O autor (2023)

Figura 9 - Gasolina comprada no posto Z



Fonte: O autor (2023)

Os alunos executaram todos os passos do experimento de maneira bastante participativa e sem percalços. No início, estavam bastante apressados e ansiosos, o que exigiu bastante atenção do professor, para evitar alguns acidentes no experimento.

A execução do experimento foi feita pelos alunos, mediados pelo professor, em 06 grupos, divididos 02 grupos para cada posto X, Y e Z; alguns momentos importantes dessa prática, em sala de aula, estão registrados nas figuras 11, 12 e 13.

A execução do experimento foi realizada da seguinte maneira:

Um aluno de cada grupo pegou uma seringa hospitalar e uma mamadeira graduada: (i) colocou 50 ml de água na mamadeira com a seringa; em seguida, no mesmo recipiente, (ii) adicionou 50 ml de gasolina, totalizando 100 ml de ambas, em uma bancada próxima ao professor na sala de aula; na sequência, (iii) agitou a mamadeira junto com seu grupo por alguns minutos e observou a mistura; por fim, (iv) realizaram os cálculos do teor de etanol na gasolina para saber se estava adulterada.

Somente duas equipes fizeram os cálculos com facilidade, as outras quatro sentiram muitas dificuldades, e foi preciso contar com o auxílio do professor, mas, ainda assim, duas delas quase não conseguiram realizá-los. Isso mostra que a turma não tem domínio da Matemática, e os professores de outras disciplinas poderiam utilizar os cálculos em questões dos conteúdos a serem trabalhados. Nesse sentido, destaca-se, mais uma vez, a importância da interdisciplinaridade.

Resultados dos experimentos: Em 4 equipes, os teores de etanol ficaram em torno de 20% nos postos Y e Z. Nos experimentos com 2 equipes, os teores ficaram em torno de 10% no posto X, indicando, nesse último caso, que a gasolina estava adulterada, pois não se manteve entre 18% e 27%, como deveria ser.

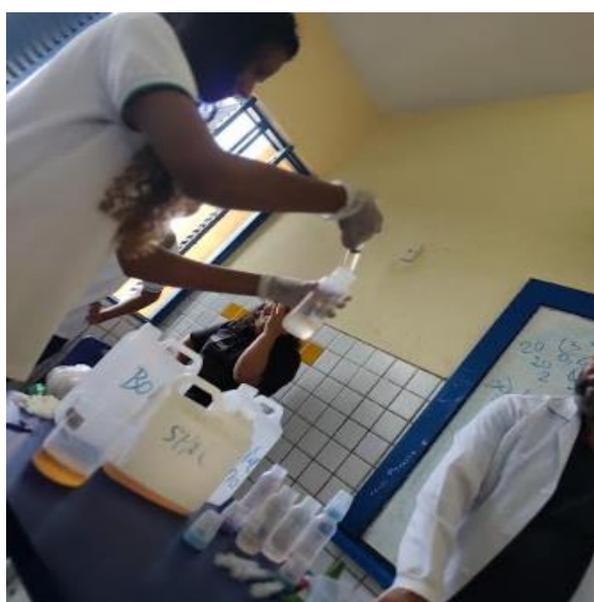
Ressalta-se, por fim, que a adulteração da gasolina com um teor de etanol 10% no posto X, não era comum/esperado. Isso foi notado por alguns alunos, pelo professor e posteriormente por alguns funcionários em discussão nos corredores da escola, que queria saber quais saber quais postos de combustíveis que estariam com a gasolina adulterada na comunidade. Esperava-se que, caso houvesse adulteração da gasolina por etanol, o teor ficasse acima de 27% e não abaixo de 18%. Observou-se que durante a execução do experimento, dividido em 02 grupos para analisar a gasolina de cada posto de combustível e calcular seus teores, o resultado foi em torno de 10% na primeira equipe do posto X. Pensou-se, num primeiro momento, que poderia ter ocorrido um erro na execução do experimento; entretanto, com o passar do tempo, o mesmo resultado ocorreu na segunda equipe (duplicata) para a gasolina do mesmo posto. Devido à escassez do tempo, não deu para aprofundar a discussão, ficando para próxima aula.

Figura 10 - Uma das etapas iniciais da resolução do experimento na sala de aula



Fonte: O autor (2023)

Figura 20 - O desenvolvimento de uma das etapas intermediária do experimento.



Fonte: O autor (2023)

Figura 12 - Uma das etapas finais do experimento em sala de aula



Fonte: O autor (2023)

Na nona aula, o resultado foi satisfatório. Os alunos empenharam-se na resolução das atividades. Na organização dos grupos, houve alterações dos membros em relação às aulas anteriores: dois grupos que trabalhavam juntos, dividiram-se e formarão três novos grupos, devido uma divergência entre eles. O professor observou que houve uma queda no rendimento dos novos grupos.

Na primeira etapa da aula, os alunos pesquisaram, pelo celular, sobre a extração do etanol da gasolina no experimento. Observou-se um bom rendimento de todos, e alguns das justificativas na forma escrita foram bem elaboradas, como na seguinte resposta: *“A ligação do hidrogênio é mais forte com a água e o etanol, por isso a água extrai o etanol da gasolina”*.

Na segunda da etapa da aula, os alunos, em grupo, discutiram e reanalisaram, de forma breve, os resultados dos cálculos (se o teor do etanol ficou entre 18% a 27%) realizados na aula anterior. Dois (02) grupos concluíram que a gasolina do posto X estava adulterada, pois o teor de etanol foi de 10%. Quatro (04) grupos concluíram que a gasolina dos postos Y e Z não estava adulterada, pois os seus teores ficaram em 20%, dentro do intervalo estabelecido pela ANPG

Os alunos levantaram algumas hipóteses (incluindo alguns funcionários nos corredores do colégio) sobre a adulteração da gasolina, e para o fato do etanol estar com teor abaixo do esperado, que é de 10% e, na maioria das vezes, fica acima de

27%. Na discussão alguns comentaram de forma correta que, antes da pandemia de Covid-19, o etanol era bem mais barato, devido à baixa demanda no mercado. Com o advento da pandemia, houve uma grande demanda do etanol, e os preços aumentaram. Assim, a adulteração da gasolina tornou-se mais vantajosa com um percentual menor de etanol, pois a gasolina pura neste período estava bem mais barata que o etanol.

Na terceira etapa da aula, foi observado que os alunos foram bastante produtivos e tiveram bom desempenho nas respostas escritas, construídas em seus grupos por discussão e pesquisa. Todos os grupos afirmaram que os gases da combustão da gasolina, principalmente, da adulterada trazem transtornos sociais: financeiro, saúde e ecológico.

Na última etapa da aula, os alunos produziram, colaborativamente, um *podcast* em grupos e discussões com toda turma sobre o desenvolvimento do experimento, todos participaram e o resultado foi bom. Observou-se que todos puderam falar e serem ouvidos, e ficaram atentos às falas e opiniões dos colegas.

Notou-se, também, que comparado ao 1º momento pedagógico (nas três primeiras aulas) da sequência didática, os alunos avançaram na qualidade de suas explicações e argumentações tanto de forma escrita quanto oralmente, que se tornaram mais articuladas. Ainda assim, o professor esperava um avanço maior dos alunos. A maioria dos grupos explicou que, a extração do etanol pela água na gasolina, ocorre devido às ligações de hidrogênio. Mas, as falas e/ou escritos de alguns alunos, ainda, foram 'meio mecanizadas', e poucos articularam bem as respostas, e concluíram de maneira geral que a extração do etanol na gasolina pela água, era devido à interação (ligação de hidrogênio) do etanol com a água, que é mais forte do que com a gasolina (dipolo instantâneo-dipolo induzido).

Percebeu-se que as discussões em toda turma dos alunos foram mais produtivas (semelhante ao do 1º momento pedagógico), quando falaram sobre os impactos sociais: financeiro, saúde e ecológico, produzidos pelos gases da combustão da gasolina. A maioria dos alunos demonstrou conhecimento e domínio dos conteúdos, ao darem suas opiniões. Assim, pode-se afirmar que progrediram muito, e a aprendizagem se mostrou efetiva.

Na décima aula, os resultados foram bastante satisfatórios, devido ao empenho no debate e discussão final, quando houve a retomada dos principais pontos da sequência didática: 1) sobre o experimento, analisar como, quimicamente, explica-se

a extração do etanol na gasolina; 2) quais os principais impactos na área financeira, da saúde e ecológica, produzidos pelos gases e, por fim, 3) qual a importância deste estudo.

O professor observou, que durante a discussão, alguns alunos ainda deram explicações ‘meio mecanizadas’ sobre a extração do etanol na gasolina, ao afirmarem que ela era devida “*As interações de ligação de hidrogênio*”. Mas, em comparação com a argumentação no 1º momento pedagógico (nas primeiras aulas) houve uma melhora. Na problematização inicial (que foi na 2ª aula), eles não conseguiram, por exemplo, articular bem sobre as polaridades e os tipos de interações nas moléculas. Entretanto, nas etapas finais da sequência didática, observou-se uma evolução na explicação sobre as temáticas em estudo: mais alunos conseguiram argumentar melhor, inclusive, sobre a extração do etanol na gasolina.

Constatou-se, portanto, que, ao final da sequência didática, houve um avanço dos alunos na capacidade de construir, oralmente e/ou por escrito, as argumentações, que ficou mais elaboradas, com modelos explicativos de conhecimento sobre as soluções das problemáticas. Para Sasseron e Carvalho (2008, 2011), Carvalho *et al.* (2013) e Carvalho (2018), a melhoria da capacidade argumentativa dos alunos é um dos indicativos de que pode estar havendo ‘Alfabetização Científica’, e Oliveira (2010) ressalta que os conhecimentos construídos pelos alunos elevam o seu raciocínio de um patamar para outro mais complexo, conforme assegura Vygotsky (1991). Com isso, os estudantes compreenderão melhor a sua realidade social, para atuarem nela de forma cidadã/democrática, na busca de uma sociedade mais justa/igualitária/cidadã, como salienta Santos (2007, 2011).

Em algum momento da primeira etapa da aula, os alunos foram despertados para tomadas de decisões, diante da constatação do experimento, e um dos alunos perguntou ao professor e aos colegas da classe, em voz alta: “*Qual seria o número de celular para denunciar os postos com gasolina adulterada*”. Isso é comentado por Auler (2003, 2007) e Santos e Auler (2019), ao afirmar que as decisões não podem ser tomadas somente pelos tecnocratas, pois os conhecimentos sobre ciência e tecnologias na sociedade, não são neutros.

Além disso, houve uma discussão final, em uma das etapas intermediárias da aula, sobre os possíveis impactos do uso da gasolina adulterada. Algumas falas traduzem o entendimento que tiveram sobre essa questão, em relação ao financeiro: “*Diminuição da vida das peças dos carros [...]*”; a saúde: “*Asma, câncer [...]*” e o

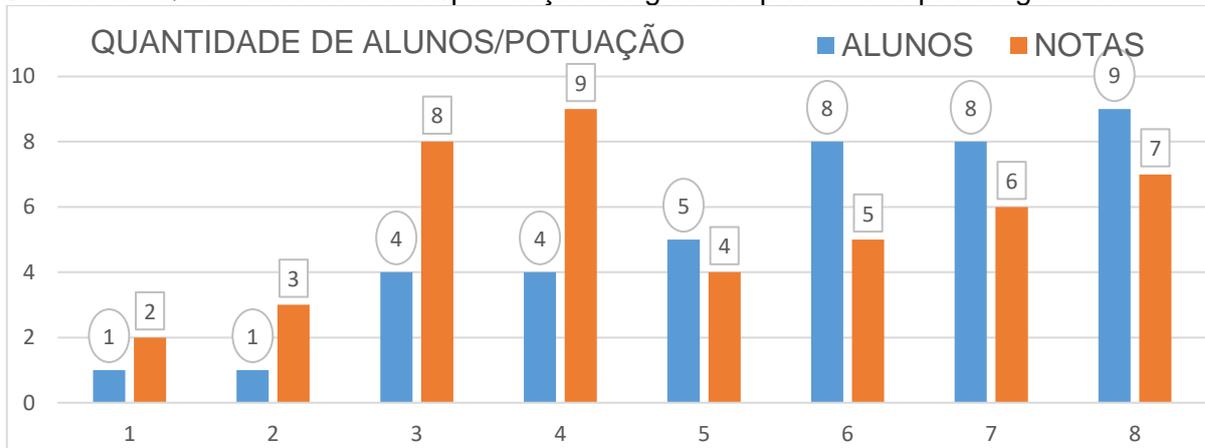
ecológico: “*Aquecimento global, chuva ácida [...]*”. Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Ferreira e Del Pino (2009) ressaltam que a temática combustível, tratada com enfoque CTSA, no ensino de Química Orgânica, trabalhada de forma interdisciplinar e contextualizada, contribui muito para o processo de ensino-aprendizagem e garante uma aprendizagem significativa.

Ao final da aula, o professor perguntou aos alunos sobre o que acharam da temática em estudo e o método de ensino. Segundo eles, a temática abordada foi importante para a vida, pois aprenderam a identificar a gasolina adulterada e, ainda, poderão compartilhar esse conhecimento com outras pessoas. Com relação ao método de ensino, acharam interessante, dinâmico e muito produtivo com o experimento.

Em seguida, aplicou-se um questionário final pós-diagnóstico, e 40 alunos fizeram. O resultado apontou que a média dos acertos das questões da turma, de maneira geral, não foi satisfatória, contrária ao esperado. A média geral da turma foi 6,10 pontos, notado no quadro 05, mas, comparado aos resultados percentuais do questionário diagnóstico, que ficou em entorno 4,58 pontos, o aumento de acertos foi de 33,18%. Além disso, observou-se que cerca de 62,5% dos alunos tiraram notas entre 6,0 e 10,0 pontos, e 37,5% obtiveram notas entre 0,0 e 5,0 pontos, ou seja, mais da metade da turma teve um avanço significativo.

A análise dos percentuais, dos acertos e erros dos questionários diagnóstico e pós-diagnóstico, aponta que houve melhoria na aprendizagem dos alunos. Mas, ressalta-se que nem sempre os dados percentuais representam aprendizagem significativa, pois a resolução das questões, muitas vezes, depende da subjetividade ou do fator sorte dos alunos.

Neste estudo, o objetivo foi enfatizar a análise processual, aula por aula, durante a aplicação da sequência, quando se observou, não só a capacidade do aluno de ler, escrever e resolver exercícios, mas se os alunos sabiam argumentar, pois isso era o mais importante/fundamental, como salienta Carvalho (2018) sobre os conteúdos ensinados, durante o processo de discussão/debate nas aulas. Contudo, não foi deixada de lado, uma avaliação, mesmo que subjacente, quantitativa, dos índices dos acertos e erros das questões do questionário, como pode ser observado na tabela e nos índices do gráfico 02.

Gráfico 2 - Quantidade de alunos/pontuação atingida do questionário pós-diagnóstico.

Fonte: O autor (2023)

Quadro 5 - Quantidade de alunos/média geral do questionário pós-diagnóstico.

Total de alunos da turma	40
Média geral aritmética da turma	6,10

Fonte: O autor (2023)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional, realizado a partir da Metodologia de Ensino por investigação, através de uma sequência didática no ensino de Ciência/Química Orgânica, demonstrou-se eficiente no processo de ensino-aprendizagem. Através dele, pôde-se levar os alunos à reflexão e a questionamentos sobre o conteúdo trabalhado, de modo que tornou o conhecimento adquirido mais significativo para eles.

Os objetivos do estudo foram alcançados, porque, no decorrer do mesmo, em cada aula da sequência, os alunos tiveram oportunidade de expor suas ideias, opinar, sugerir, pesquisar e produzir algo sobre aquilo que aprendiam. As atividades foram realizadas colaborativamente, e todos puderam atuar de alguma forma, ter vez e voz na sala de aula, mediados pelo professor.

Rompeu-se com o processo de ensino tradicional e conservador, centrado no professor, e que tem acarretado o desinteresse dos alunos pelos estudos. Tal prática é desmotivadora, principalmente, neste momento em que os alunos estão conectados à *internet*, e têm em suas mãos toda informação de que precisam, mas que, muitas vezes, não sabem utilizar, para transformá-las em conhecimentos. Durante a sequência didática, o professor, no papel de mediador, apontou os caminhos, permitiu que usassem o celular para fazerem pesquisas e produzissem *podcast*, garantiu o espaço de fala a todos, e os levou à produção de um experimento de algo da sua realidade.

A aplicação da sequência didática despertou o interesse dos alunos em conhecer aquele conteúdo, estimulou-os a pesquisar e trocar experiência com seus pares. Como o conteúdo foi relacionado ao cotidiano dos alunos e levou-os a produzir conhecimentos, eles ganharam mais uma experiência importante para atuarem na sociedade, e a exercerem sua cidadania: questionar se um combustível é adulterado, provar cientificamente e, se for da sua vontade, denunciar a fraude.

Esse tipo de educação é muito importante para que o sujeito exerça sua cidadania, adquira a capacidade de tomar decisões, e participar dos debates públicos, principalmente, sobre problemas que envolvam a sociedade, nas áreas da ciência, da tecnologia e do meio ambiente, que são temas do ensino de Ciências. Com a metodologia aplicada, buscou-se oferecer aos alunos uma educação de Ciência que proporcione a efetiva 'Alfabetização Científica'.

O estudo apontou para a necessidade de uma mudança na educação, que estimule o aluno à busca do conhecimento, como fator relevante para atuar na sociedade de um modo geral, especialmente no mundo do trabalho e nas problemáticas sociais, que são as principais demandas do mundo Capitalista. Isso implica em uma educação que forme pessoas proativas, empreendedoras, versáteis e cidadãos, para atuarem em uma sociedade cada vez mais volátil e complexa, para a qual a Educação Tradicional não traz resultados positivos. Assim, realizou-se, na prática, uma educação voltada para a emancipação política/cidadã/democrática.

Neste produto educacional, comprovou-se aquilo que os estudiosos comentam sobre os entraves da educação em Ciências, que são: a não centralidade do ensino no aluno; conteúdos curriculares sem relevância social e descontextualizados; muitas teorias e poucas problematizações como estratégias de ensino; isolamento das disciplinas, ou seja, falta de interdisciplinaridade; desvalorização do professor; falta de formação adequada e continuada.

Os resultados obtidos, a partir da aplicação da sequência didática, mostraram que o seu desenvolvimento aliado às práticas realizadas em sala de aula, geraram resultados satisfatórios, pois, houve um aumento significativo na média geral da turma. Isso comprova que a teoria atrelada às práticas, a partir de metodologias ativas de ensino, proporciona aos alunos uma aprendizagem mais significativa atraente e reflexiva, que desperta mais interesse pela aprendizagem.

Espera-se que este estudo seja socializado e possa contribuir para a prática de outros professores, principalmente para a aprendizagem da Química, e estimule outros professores a investigarem mais sobre o tema, com novos olhares, que venham preencher lacunas, e apontar novos caminhos para a educação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. *et al.* **Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial.** Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.17 | n.02 | p.372-389 | Maio-ago | 2015.

AULER, D; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê.** Rev. Ensaio | Belo Horizonte, v.03 | n.02 | p.122-134 | jul-dez | 2001.

AULER, D. **Enfoque ciência-tecnologia-sociedade:** pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência e Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

AULER, D. **Alfabetização científico-tecnológica:** um novo “paradigma”. Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.05 | n.01 | p.68-83 | Março | 2003.

BRAINLY. Disponível em: < <https://brainly.com.br/tarefa/42151998>. > Acesso em: 25 de nov. 2021.

BACICH L.; MORAN J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática, Porto Alegre: Penso, 2018.

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s):** mitos, tendências e distorções. *Ciência Educação*, Bauru, v. 20, n.3, p. 579-593, 2014.

BASTOS, C. C. **Metodologias ativas na promoção crítica do estudante.** Disponível em: < <http://www.ufaj.edu.br>. > Acesso em: 20 fev. 2021.

BERBEL, N. A. N. **A metodologia da problematização e os ensinamentos de Paulo Freire:** uma relação mais que perfeita. In:(Org.). *Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações.* Londrina: Eduel, 1999.

_____. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Londrina, Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil.** 1988.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

_____. **Ministério da Educação Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2001.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

CARVALHO, M. A. P.; OLIVEIRA, C. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, H. L.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABID, M. L. S.; BRICCIA, V.

Ensino por investigação: condições para implantar em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.** Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 18(3), 765–794. 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica:** uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro: ANPEd; Campinas: Autores Associados, v. 8, n. 22, p. 89-100, 2003.

CRESPO, M. A. G.; POZZO, J. I. **Aprendizagem e o ensino de ciências.** 5a. ed. Editora Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2018.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS J. **Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade.** Articles. Ciênc. educ. (Bauru) 24 (4) Oct-Dec, 2018.

FREIRE, P. **Alfabetização como elemento de formação da cidadania.** In:--. Política e educação. São Paulo: Cortez, 1993.

_____. **Educação como prática da liberdade.** São Paulo: Paz e Terra. 1980.

_____. **Pedagogia do oprimido.** 48. reimp. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FERREIRA M; DEL PINO J. C. **Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio:** uma proposta curricular. Acta Scientiae, v.11, n.1, jan./jun. 2009.

GOULART, I.B. **Piaget:** experiências básicas para utilização para professor. –21 ed-Voz ado 3, 2005.

LACERDA G. **Alfabetização científica e formação profissional.** Educação & Sociedade, ano XVIII, nº 60, dezembro. 1997.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social volume 14/Georg Lukács;** [traduzido por Sergio Lessa e revisado por Mariana Andrade] – Maceió: Coletivo Veredas, 2018.

LAMBACH M. **Ensino de química e contextualização:** o uso das NTIC para a problematização dialógica. Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, 2008.

LESSA, S. **O revolucionário e o estudo:** por que não estudamos? São Paulo: Instituto Lukács, 2014.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MARX, K. **O Capital.** Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1975.

_____. **Contribuição para a crítica da economia política.** Lisboa, Estampa, 1973.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; DA SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; SANTOS JR, J. B.; AKAHOSHI, L. H. **Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada.** Investigações Em Ensino De Ciências, 14(2), 281–298, 2009.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química.** São Paulo: GEPEC, 2013.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. **Química Orgânica: Reflexões e propostas para o seu ensino.** São Paulo: GEPEC, 2015.

MANUAL DA QUÍMICA. Disponível em: < <https://shre.ink/HwLN>. > Acesso em: 12 de dez. 2021.

MEMÓRIAS DAS AULAS DE QUÍMICA. **Características do Carbono.** Disponível em: < <http://quimicaa.tumblr.com>. > Acesso em: 20 de nov. 2021.

NÓS & GEOGRAFIA. Disponível em: < <https://encr.pw/nHAjC>. > Acessado em: 10 nov. 2021.

O BARICENTRO DA MENTE. Disponível em: < <http://www.obaricentrodamente.com>. > Acesso em: 25 de nov. 2022.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico.** 5.ed. São Paulo, SP: Scipione, 2010.

PEREIRA, A. S.; PIRES, D. X. **Uma proposta teórico-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de Química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum.** Investigações em Ensino de Ciências – V17(2), pp. 385-413, 2012.

PEREIRA, H.C.B.; AZEVEDO, B.F.T.; CAROLEI, P. **Design Instrucional: perspectiva didático-metodológica para a integração da tecnologia na formação docente.** Revista Teias v. 22. n. 65. abr./jun. 2021.

RICARDO E. C. **Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar.** Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS R. A.; AULER, D. **Práticas educativas CTS**: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 2, p. 485-503, 2019.

SAMPAIO C. M. **Metodologias ativas**: Um novo (?) Método (?) de Ensinar (?) Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

SANTOS, L. L. P. Pluralidade de saberes em processos educativos. In: **Didática, currículo e saberes escolares**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

SANTOS W. L. P. **A Química e a formação para a cidadania**. Educ. quím. vol.22 no.4 México, oct. 2011.

SANTOS W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Revista Brasileira de Educação v. 12 n. 36 set./dez. 2007.

SANTOS W. L. P. **Educação CTS e cidadania**: confluências e diferenças. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez. 2012, p.49-62.

SANTOS W. L. P.; MORTIMER. E. F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências**. Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SANTOS M. C.; ALMEIDA L. R.; FILHO P. F. S. **O Ensino contextualizado de interações intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes**. Ciência & Educação, Bauru, v. 26, 2020.

SASSERON L. H.; CARVALHO M. A. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental**: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação**: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 49-67, novembro, 2015.

SASSERON L. H.; CARVALHO M. A. P. **Alfabetização científica**: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.

SAVIANI D. **História da história da educação no Brasil**: um balanço prévio e necessário. Disponível em: < <https://www.filosoficabiblioteca.> > Acesso em: 03 mar. 2021.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de Química**: ideias e proposições de um grupo de professores. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Instituto de Química. Depto. Química Fundamental. São Paulo 2007.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. **Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos**. Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.12 | n.01 | p.101-118 | jan-abr | 2010.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. **Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SOLINO A. P.; FERRAZ A. T.; SASSERON L. H. **Ensino por investigação como abordagem didática:** desenvolvimento de práticas científicas escolares. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 8 N° 2, 2008.

TITO, F. M. P.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** 1ª ed. Vol. 03. --São Paulo: Saraiva, 2015.

TONET, I. **Educação, cidadania e emancipação humana.** Ijuí: Unijuí: 2005.

_____. **Método científico:** uma abordagem ontológica. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.

TORRES, P.L.; IRALA, E.A.F. **Aprendizagem colaborativa:** teoria e prática. Disponível em: < [http:// docplayer.com.br](http://docplayer.com.br). > Acesso em: 20 mar 2021.

VALENTE, J, A. **A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado:** uma experiência com a graduação em midialogia. Disponível em: < <https://www.staticssubmarino>. > Acesso em 20 mar. 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ZOMPERO A. F.; LABURÚ C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências:** um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1ª. ed., Curitiba: Appris, 2016.

ANEXO – PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL – PROFQUI**

PRODUTO EDUCACIONAL**Manual de aplicação**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: atividade investigativa para o Ensino Médio, através de experimento por extração e análise da adulteração da gasolina com enfoque CTSA, para ‘Alfabetização Científica’

MACEIÓ, 2023

ABDUCHE CAVALCANTE DOS SANTOS

MARÇO, 2023

Realização
Mestrado Profissional em Química – PROFQUI/UFAL

Autor
Abduche Cavalcante dos Santos

Orientador
Prof^o. Dr. Ricardo Silva Porto

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade sob o império da globalização e do mercado que trazem inúmeras implicações em todas as áreas da sociedade, e que exigem cada vez mais sujeitos ativos, empreendedores, proativos e protagonistas para o mundo do trabalho. Além disso, tais sujeitos precisam saber usar a tecnologia, estar informados, e ter muitos conhecimentos, para poderem estar inseridos nesse contexto.

O desenvolvimento do campo científico e tecnológico traz benefícios e, também, malefícios, principalmente, no que se refere ao meio ambiente. Diante disso, a maioria das pessoas deveria participar das decisões referente às problemáticas que envolvem a sociedade, discutir e, juntas, buscarem soluções, por isso, necessita-se de uma educação que eduque os sujeitos de forma integral para exercerem sua cidadania, de acordo com Auler (2007) e Santos e Auler (2019).

Ressalta-se que os sujeitos precisam ter capacidade de participar de decisões e, para isso, é fundamental que adquiram conhecimentos mínimos de linguagens científicas e tecnológicas, como salienta Chosst (2003). Daí a necessidade de uma educação que ofereça uma 'Alfabetização Científica', que os capacite a fazer juízo de valor e contribuir de forma direta e indireta na tomada de decisões, ao relacionar às problemáticas sociais que envolva a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA).

Nesse sentido, o ensino de Ciência tem como finalidade desenvolver a capacidade no aluno/sujeito de atuar na sociedade como cidadão consciente e crítico, em prol de uma sociedade cada vez mais justa/igualitária/democrática. Para Tonet (2005), norteado por Freire (1993), a educação de perfil epistemológico tem suas bases na pesquisa científica, e oferece ao aluno uma formação que contribua para sua emancipação política/cidadã/democrática. Dessa forma, a educação deve formar sujeitos integrais, conhecedores dos seus direitos e deveres, para atuarem nessa sociedade de forma positiva e em benefício de todos.

Mas, como dizem Crespo e Pozzo (2009), é patente que a educação formal, geralmente, em todas áreas do conhecimento, passa por tempos de grande fracasso educacional, e no ensino de Ciências/Química é ainda mais gritante. Algumas hipóteses desse fracasso escolar no Brasil apontam para alguns fatores, como: desvalorização do professor; com condições de trabalho muitas vezes insalubres; conteúdos curriculares descontextualizados e não interdisciplinar e aplicação de

metodologias tradicionais. Lessa (2014) incrementa ainda que os estudantes têm ‘alergia aos estudos’, gerada das ‘condições objetivas’ da ‘vida concreta’ cotidiana.

Nesse contexto, a aprendizagem não se efetiva, e, assim, não produz os benefícios para os campos psicológico, social, científico, industrial, para o cidadão e o mundo do trabalho. No caso da educação em Ciências, ela, ainda, está presa ao ensino tradicional, com predomínio de um processo de ensino-aprendizagem centrado no professor, com alunos passivos, enfileirados na sala de aula, ensino sem oportunidade de debater os conteúdos trabalhados e, ainda, com assuntos sem relevância social para eles e fora da sua realidade.

Diante desse panorama, buscar-se-á neste estudo, realizar um produto educacional, a partir de uma sequência pedagógica no ensino de Química Orgânica (introdução ao estudo de hidrocarbonetos e a função álcool) e Química/Interações Intermoleculares para o Ensino Médio. Para tal, será preparado uma atividade investigativa, com um experimento com materiais alternativos, em um caso concreto, sobre a extração do etanol da gasolina, para verificar se ela estaria adulterada.

Essa sequência didática não será imposta pelo professor, ela será lançada como uma proposta e moldada no decorrer de sua aplicação de forma colaborativa, em um grau maior ou menor, pela influência de boa parte de quem for participar da atividade, indivíduos que compõem a comunidade escolar, balizando-se por Berbel (2011) e Torres e Irala (2014).

Uma proposta curricular onde relacione ciência, tecnologia e sociedade (CTS) tem que ser construída e implantada de forma colaborativa/interdisciplinar, tendo como ponto de partida e chegada pedagógica, um ‘conteúdo/tema significante’/contextualizado por problematização, gerado da vida cotidiana do aluno. O ensino contextualizado e interdisciplinar de Ciência proporciona o engajamento coletivo/participação, tanto na atividade educativa quanto em processo decisório na sociedade sobre problemática social onde relacione CTS/CTSA, como salientam Auler *et al.* (2015) e Santos e Auler (2019).

Nesta pesquisa, será produzido um guia pedagógico, com o intuito de possibilitar aos professores de Ciências/Química colocarem em sua prática pedagógica, uma educação progressista, baseado em Bacich e Moran (2018), com metodologias ativas, que permite aos alunos se tornarem os protagonistas da sua aprendizagem.

As principais estratégias pedagógicas ativas que serão usadas na aplicação e desenvolvimento nesse estudo: (i) por investigação; (ii) com enfoque CTSA; (iii) para 'Alfabetização Científica' e (iv) em três momentos pedagógicos.

A primeira tem características de uma investigação científica, que permite aos alunos refletirem, discutirem, explicarem, e relatarem sobre os conteúdos estudados, conforme recomendam Azevedo (2004) e Solino *et al.* (2014).

A segunda CTSA está relacionada às práticas pedagógicas, com os conteúdos curriculares contextualizados e interdisciplinares, voltadas para o saber científico, tecnológico e ecológico, que são fundamentais para a sociedade, de acordo com os educadores Marcondes *et al.* (2009, 2015) e Fernandes *et al.* (2018).

A terceira tem como objetivo um ensino de Ciências que permite ao aluno conhecer sua realidade e educá-los para cidadania, para que compreendam o universo natural, e atuem de forma proativa em prol de todos, relacionado a problemáticas envolvendo ciência, tecnologia e meio ambiente na sociedade, como salientam Chosst (2003) e Sasseron e Carvalho (2008, 2011).

Por fim, a quarta, será a aplicação da sequência didática na sala de aula, em três momentos pedagógicos, de acordo com Delizoicov *et al.* (2018). No primeiro momento, será o lançamento da proposta da pesquisa, a problematização inicial e discussão sobre a problematização; já, no segundo momento pedagógico, será o ensino dos conhecimentos científicos (hidrocarbonetos, função álcool e forças intermoleculares) e, por último, no terceiro momento pedagógico, será o planejamento, execução do experimento e discussões.

Esse produto educacional tem como linha filosófica a epistemologia construtivista da educação, que aponta a necessidade do aluno em construir conhecimentos com seus saberes adquiridos no seu meio social, na sua realidade e seus problemas cotidianos, os quais devem fazer parte dos ensinamentos da escola. Nessa perspectiva, a educação é progressista e vê o aluno como um ser sócio-histórico e cultural, como diz Vygostyk, que muda a si mesmo e sua realidade, em um processo histórico e dialético, como ressaltam Paulo Freire, Piaget e outros.

Espera-se que esse manual contribua para os professores de Ciências/Química, como guia de estratégias pedagógicas, para uma educação que coloque os alunos como regentes no processo de ensino-aprendizagem, para que sintam prazer em aprender e desejo de buscar mais conhecimentos.

2. OBJETIVO GERAL

Este produto educacional, cristalizado numa sequência didática, visa desenvolver um processo de ensino-aprendizagem mais significativo no Ensino de Química Orgânica para Ensino Médio, a partir de um experimento por extração, com temática de relevância social, através de atividades investigativas, com materiais de baixo custo para 'Alfabetização Científica'.

2.1. Objetivos específicos

- Desenvolver, através deste produto educacional, aulas interativas, dialogadas, com atividades colaborativas com os conteúdos de Química Orgânica;
- Realizar um experimento, com material de baixo custo, para extração do etanol na gasolina, através da metodologia investigativa;
- Ensinar os alunos a verificarem a adulteração da gasolina e seus impactos no Meio Ambiente, nas aulas de Química Orgânica, no Ensino Médio, a partir do enfoque CTSA;
- Despertar reflexões e discussões entre os alunos, sobre os conceitos e dos conteúdos de Química Orgânica, relacionados aos seus cotidianos e de relevância social, com atividades e experimento investigativo;
- Instigar os alunos a buscarem respostas para a problematização sobre a adulteração dos combustíveis, com foco na 'Alfabetização Científica', com o intuito de formar sujeitos críticos e conscientes para exercerem sua cidadania.

3. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

A área do conhecimento denominada Ciências da Natureza e suas Tecnologias passa por grandes problemas no processo de ensino, não tendo efetividade em sua prática. Isso inclui, de maneira geral, o ensino de Química, de forma específica, o de Química Orgânica. Ressalta-se que um dos grandes problemas do ensino de Química Orgânica é que ele é ainda, predominantemente, descontextualizado e não interdisciplinar.

Segundo Freire (2009), para se ter um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo, é preciso romper com a educação bancária, que considera o aluno um ser

vazio, que deve ser preenchido com conteúdos descontextualizados. Além disso, o autor ressalta a necessidade de uma educação interdisciplinar e problematizadora, que leve o aluno a ser o protagonista no processo de ensino-aprendizagem. As estratégias pedagógicas devem levar o aluno a atuar, e não a ser um 'mero receptor' dos conteúdos e, sim, um construtor de conhecimentos.

Nesse sentido, é importante questionar como promover a interdisciplinaridade, contextualização, e utilizar estratégias pedagógicas pertinentes, para que haja um processo de ensino-aprendizagem de Ciência/Química Orgânica mais eficiente e significativo para o aluno. Um ensino de Química Orgânica em que proporcione a 'Alfabetização Científica', no qual contribua para o mundo do trabalho e a criticidade/cidadania para tomada de decisão, principalmente, sobre problemática ambiental.

Uma das possíveis soluções, para isso, é o ensino de Ciências/Química Orgânica que envolva disciplinas mais próximas, como a Biologia e a Física, mas também, incluir outras como as Sociais (Geografia, História e Filosofia, dentre outras). Além disso, faz-se necessário que o ensino de Química Orgânica tenha como ponto de partida e chegada pedagógica, um conteúdo/temática curricular de forte teor social, gerado do cotidiano do aluno por problematização. E as estratégias pedagógicas devem colocar o aluno no centro do processo educacional, com o ensino por investigação e com enfoque CTSA.

De acordo com Ferreira e Del pino (2009) e Marcondes *et al.* (2015) para superar essa falta de contextualização e interdisciplinaridade, no ensino de Química Orgânica, devem ser usadas outras práticas pedagógicas. Para os autores, as práticas devem considerar, além dos conteúdos de orgânicas, os extraescolares e de outras áreas do conhecimento de relevância social para os alunos; a partir de problemáticas do seu cotidiano.

Carvalho *et al.* (2013) defendem que o ensino de Ciências seja por problematização e investigação, pois dessa forma o aluno pode atuar e construir seu conhecimento. No caso específico do ensino de Química Orgânica não é diferente, ou seja, é pertinente que ele seja por investigação e problematização, para que seja um ensino significativo, como salientam Marcondes *et al.* (2015). Carvalho (2018) acrescenta que o ensino problematizado e investigativo, a argumentação (pela fala e/ou escrita) é um dos pontos chaves, pois é nela que o aluno exterioriza o que aprendeu/conteúdo curricular, ao defender seu ponto de vista em discussão/debate.

Dessa forma, ressalta-se que é fundamental que o processo de ensino-aprendizagem de Ciências/Química Orgânica seja com metodologias ativas; conteúdo interdisciplinar e contextualizado; planejamento de preferências entre professores (Química, Física e Biologia), com alunos e a comunidade escolar. Isso para que eles, em conjunto de forma direta ou indireta, delimitem com mais eficiência os problemas/temas de relevância social da comunidade que seriam abordados dentro dos conteúdos curriculares.

Para exemplificar, cita-se a questão/problema do plástico no meio ambiente, delimitado/construído de forma colaborativa, com o tema: 'Plástico na Sociedade: Vilão ou Mocinho', a partir da realidade de uma cidade, que possui um rio que sofre com a poluição gerada pelo plástico. A partir desse problema, ensinar os conhecimentos específicos de cada disciplina. Nesse contexto, o professor de Química poderá ensinar sobre a substância eteno e as reações de polimerização do plástico; na Física dar ênfase aos conteúdos de difração e refração da luz, pois na água poluída do rio elas mudam; já na Biologia, falar sobre a fotossíntese que diminui com a presença do plástico na superfície do rio e discutir as consequências do dano ecológico sofrido por moradores dessa cidade ou região.

Auler *et al.* (2015) corroboram com as estratégias pedagógicas citadas. Para eles uma proposta de atividade/currículo em que relacione CTS deve ser construída e implantada de forma colaborativa/interdisciplinar, tendo como ponto de partida e chegada pedagógica por problematização, um 'conteúdo/tema de forte teor social'/contextualizado, gerado da realidade cotidiana do aluno. O ensino de Ciência contextualizado e interdisciplinar proporciona o engajamento coletivo/participação, tanto nas atividades educativas quanto em processos decisórios sobre soluções de problemáticas onde relacione CTS/CTSA, como salientam Santos e Auler (2019).

Marcondes *et al.* (2015) afirmam ainda que o ensino de Química Orgânica descontextualizado e não interdisciplinar implica em três grandes problemas no campo pedagógico que influencia na prática educativa, quais sejam:

O primeiro refere-se ao ensino tradicional, em grande parte balizado por materiais didáticos, com conteúdo desconectados; isto é, os conhecimentos das áreas: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica não são interligados, e isso impede, por exemplo, que os alunos relacionem os conhecimentos sobre ligações químicas ou solubilidade com as propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos. Além disso, a Química Orgânica é estudada, geralmente, na 3ª série do

Ensino Médio, como um campo quase que separado da Química. Isso gera a ideia de que os princípios e leis aprendidos na Química Geral ou Físico-Química nada têm a ver com os compostos de carbono.

O segundo problema destacado por Marcondes *et al.* (2015), diz respeito à grande ênfase dada, inicialmente, nos materiais didáticos de Química, especialmente, no de orgânica, às classificações, nomenclaturas e formulações de compostos orgânicos. Exemplo disso, é que o ensino e os materiais didáticos de Química Orgânica focam, demasiadamente, em classificação dos tipos de cadeias; dos tipos de carbonos em primários, secundários etc.; classificação dos tipos de ligações, dos tipos de hidrocarbonetos, de isomeria e, também, regras para dar nomes aos compostos, para escrever as fórmulas moleculares, estruturais e de traços de compostos orgânicos, etc.

Marcondes *et al.* (2015) ressaltam que este tipo de ensino, voltado para classificações, nomenclaturas e escrita de fórmulas estruturais, é trabalhado como conhecimentos de Química Orgânica no currículo tradicional, e que em nada contribui para uma ação reflexiva. Os autores consideram tais conhecimentos importantes para a compreensão de vários aspectos da Química Orgânica. Mas, segundo eles, a forma como tais conteúdos são trabalhados, acaba por levar os alunos, muitas vezes, a passar o ano todo em treinamento e memorização da aplicação de inúmeras regras para classificar, nomear e formular compostos orgânicos. Com isso, os conteúdos se tornam irrelevantes, e não despertam uma reflexão crítica que contribua para a construção da cidadania ou para o desenvolvimento da capacidade de interpretar o mundo físico, que se faz presente em seu cotidiano e na mídia.

O terceiro problema, a que se referem Silva e Marcondes (2010, 2015) Marcondes *et al.* (2009, 2015) é sobre a carência de contextualização dos conhecimentos científicos, que no caso da Química Orgânica e das demais áreas da Química, às vezes, adquire o sentido de 'dar exemplos' de compostos orgânicos de uma determinada função. Exemplo disso é o vinagre, presente no cotidiano das pessoas é utilizado de diversas maneiras, mas que não é tratado como um 'objeto de conhecimento' a ser explorado no ensino, mas apenas um exemplo de ácido carboxílico. O mesmo pode-se dizer em relação a tantos outros tópicos de Química Orgânica, tais como etanol/álcoois, petróleo/hidrocarbonetos, acetona/cetonas ou sacarose/carboidratos; ou seja, os seus processos de produção; usos cotidianos e

industriais e composição não são estudados no processo de ensino-aprendizagem de forma satisfatória.

Diante desse contexto, recomenda-se que o ensino de Química Orgânica o qual é predominante no Brasil, não seja por exemplificação (como o ensino da reação de saponificação a partir do sabão) que, muitas vezes, só é citado pelo professor, simplesmente, por fazer parte do dia a dia do aluno, sem considerar sua devida carga social, achando que é uma contextualização/‘objeto de conhecimento’, que produz aprendizagem/construção de conhecimento de forma epistemológica (posição ativa do sujeito pela razão/subjetividade na solução de problemática de cunho social a partir de sua realidade).

Mas, um exemplo de contextualização do conteúdo, cujo ‘objeto de conhecimento’, fosse o sabão, poderia fazer as seguintes abordagens: analisar se houve algum problema ecológico ao adicionar dejetos de sabão em um manguezal, após a instalação de uma lavanderia em um bairro; e observar se diminuiu o pescado no local, onde o aluno vive. A problematização seria: o dejetos do sabão jogado no manguezal produziu algum acidente ecológico? Em caso afirmativo, questionar: há outro tipo de sabão, cuja química não traz esse impacto ecológico? Com tal abordagem, o ensino seria contextualizado; e o estudo do sabão, atrelado ao conhecimento específico como a reação de saponificação, tornaria mais significativo para o aluno. Isso acontece porque um problema de forte carga social estimula o aluno a querer entendê-lo, e a aprender tudo que o envolva, inclusive, os conhecimentos científicos, na tentativa de atuar sobre ele, em sua realidade.

Ressalta-se, assim, que para a solução Ferreira e Del pino (2009) e Marcondes *et al.* (2015) da problemática do ensino descontextualizado e não interdisciplinar de Química Orgânica, seria através de um processo de ensino-aprendizagem com currículo problematizado/elaborado de forma colaborativo, gerado de tema/contéudo de relevância social a partir da realidade cotidiana do aluno, como o de combustível, alimentício e ambiental. Os autores ainda reforçam que os alunos aprendem os conceitos científicos em concomitância, no processo de ensino-aprendizagem investigativo de Química Orgânica, com o enfoque CTSA ligados à obtenção, usos, propriedades e composição de combustíveis.

Acredita-se que o ensino de Química Orgânica com foco CTSA pode gerar problematizações relacionadas ao ecológico, com forte teor social/contextualizado, de preferência de temáticas da realidade mais próxima do aluno. Tal aproximação

estimula e motiva o aluno na resolução da problematização e favorece o aprendizado do conteúdo científico, nele envolvido. Ressalta-se que o ensino com enfoque CTSA pode e deve ser trabalhado de forma interdisciplinar com a Química, a Biologia e a Física, que criam uma certa unidade do conhecimento. Com isso, aumenta-se a compreensão do aluno com relação ao conteúdo curricular/científico envolvido e, assim, a aprendizagem se torna mais significativa na disciplina de Química Orgânica.

Portanto, diante das problemáticas ressaltadas e das teorias educativas estudadas nesta pesquisa, relacionadas ao ensino de Química Orgânica, com a finalidade de produzir uma aprendizagem efetiva, deve-se considerar, principalmente: (i) atividade contextualizada, interdisciplinar, por investigação e com enfoque CTSA; (ii) a centralidade do aluno no processo de ensino-aprendizagem; (iii) ter como ponto de partida e chegada pedagógica por problematização, um conteúdo/tema significativa para o aluno, gerado a partir de sua realidade e (iv) analisar se o aluno sabe falar e/ou escrever por argumentação, defendendo seu ponto de vista sobre conteúdo/temática de forte carga social, problematizado e ensinado em discussão/debate.

4. O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIA POR INVESTIGAÇÃO

A palavra investigação aparece, no dicionário, como sinônimo de pesquisa e busca. Carvalho *et al.* (2013) ressaltam que o mais importante de uma investigação não é o seu fim, mas, sim, o caminho trilhado para se chegar àquilo que se procura entender. Para os autores, é no processo de investigação, que os alunos constroem seus conhecimentos, ao investigar e, depois, construir.

Para Azevedo (2004) e Solino *et al.* (2015), o ensino de Ciências deve ter características de um processo de investigação científica que permite aos alunos: refletirem, discutirem, explicarem e relatarem o que foi investigado.

4.1. Introdução ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências por investigação

O Ensino por Investigação iniciou-se nos EUA, nos anos 60, com o objetivo de formar cientistas, influenciado pela Guerra Fria, entre eles e a União Soviética. Atualmente, de acordo com Zompero e Laburú (2016), essa metodologia tem os seguintes objetivos para o campo educacional: desenvolver habilidades cognitivas,

realizar procedimentos para desenvolvimento de hipótese, anotação e análises de dados e estudar o desenvolvimento das capacidades de argumentação.

Zompero e Laburú (2016) ressaltam que a ideia central de Dewey, dentro da educação científica, é a experiência, mas que, muitas vezes ela é mal interpretada e relacionada a aulas práticas. Muitos educadores argumentam que as aulas deveriam ser experimentais, ao invés de se trabalhar a memorização dos conteúdos.

O termo experimento refere-se a atividades práticas/experimentais para o ensino de Ciências da Natureza, mas abrange todas as disciplinas. Quando os professores pedem aos alunos para produzirem maquetes, levam-nos para visitar museus, parques, sítio arqueológico e outros, tais atividades são consideradas experimentais. Nota-se, assim, que elas não se limitam só a laboratórios estruturados, com vidros, reagentes e outros instrumentos.

No ensino por investigação, algumas características são relevantes, como: engajamento dos alunos para realizar as atividades, levantamento de hipóteses, identificar os conhecimentos prévios, buscar informações tanto dos experimentos quanto das referências bibliográficas e compartilhar as informações entre os colegas (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Carvalho *et al.* (2013) reforçam que as atividades investigativas podem ocorrer em qualquer tipo de atividade e não somente em aulas experimentais. Na visão dos autores, a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa, desde que haja um problema a ser resolvido, e se observe as condições para resolvê-lo. Nela, podem existir diversas interações simultaneamente entre: pessoas, pessoas e conhecimentos prévios, pessoas e objetos; todas elas são importantes, pois criam as condições para o desenvolvimento do trabalho. Para o planejamento deste tipo de aula, devem-se levar em consideração os materiais oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios para as discussões, os problemas e o gerenciamento da aula e, principalmente, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

4.2. O processo de ensino-aprendizagem de Química sobre experimentos investigativos

As atividades experimentais são um recurso importante no ensino de Química, pois proporcionam aos alunos o conhecimento de fenômenos, citados pelos professores, que são, muitas vezes, desconhecidos ou não associados à Química

pelos alunos, como o reconhecimento de um ácido ou base pelo emprego de indicadores, as diferenças na rapidez das reações químicas etc., como salientam Marcondes *et al.* (2013).

Marcondes *et al.* (2013) comentam que essas atividades são estimulantes para os alunos, pois eles apreciam observar e/ou realizar um experimento de ciência, de ver cores, fumaças, movimentos, choques, explosões e os professores gostam de ensinar através da prática. Os autores afirmam que todos gostam de experiências fantásticas; mas, ressaltam que apreciar é diferente de utilizar e/ou compreender corretamente. Os autores levantam duas questões que devem ser analisadas pelos educadores: qual é o papel didático da experimentação e de que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química.

Suart e Marcondes (2008) consideram que as atividades experimentais, tanto no Ensino Médio quanto em muitas universidades, ainda são, muitas vezes, tratadas de forma acrítica e sem problematização, e os professores não dão oportunidade aos alunos para atuarem no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. Além disso, o professor exerce o papel de detentor do conhecimento, a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno tem papel passivo e, apenas, segue o protocolo proposto para a atividade experimental, limita-se a elaborar um relatório e tentar, ao máximo, se aproximar dos resultados já esperados.

Diante disso, Marcondes *et al.* (2013) afirmam que é preciso repensar os propósitos das atividades experimentais nas aulas de Química/Ciências, para engajar os alunos não só no trabalho prático, manual, mas, principalmente, no intelectual. Para os autores, não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve, antes de tudo, manipular ideias, problemas, dados, teorias, hipóteses e argumentos. Ao se falar em participação ativa dos alunos, deve-se priorizar a intelectualidade.

Azevedo (2004) acrescenta que a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, deve, também, ter um caráter científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, e isso dará ao estudo características de uma investigação científica.

Devido a todas essas implicações, deve-se perguntar quais tipos de atividades didáticas de cunho prático/experimental podem colocar os alunos no papel de protagonistas na construção de seus conhecimentos? Marcondes *et al.* (2013) classificam as atividades experimentais, como demonstrativa, ilustrativa e descritiva (consideradas tradicionais), nelas os alunos: atuam de forma passiva (com menor

participação), como receptores de conhecimento. E, as atividades investigativas experimentais, nas quais os alunos: assumem o papel de protagonistas/ativos (com maior participação) e construtores do conhecimento no percurso dos experimentos (considerados progressistas).

Bassoli (2014) observa que, em relação aos tipos de atividades experimentais no ensino de Ciências, as demonstrativas, são aquelas realizadas pelo professor, de modo expositivo, e o aluno assiste sem poder intervir. Nas ilustrativas, os próprios alunos realizam, com as mesmas finalidades das demonstrações práticas, o que possibilita um maior contato com fenômenos já conhecidos. Nas descritivas, o aluno realiza e as mesmas não são totalmente dirigidas pelo professor; com isso, há o contato direto do aluno com coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam eles comuns ou não do seu dia a dia. E, por fim, o autor comenta sobre as investigativas que são aquelas, em que há grande participação do aluno durante sua execução, e isso as difere das demais, por envolverem, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses, argumentações, explicações e experimentos para testá-las.

5. METODOLOGIA

Para o estudo, optou-se por uma pesquisa-ação, qualitativa e epistemológica; a partir de uma sequência didática em 10 aulas, com conteúdo curricular contextualizado e interdisciplinar; e estratégias pedagógicas por investigação, com enfoque CTSA e problematizações, com sua aplicação em três momentos pedagógicos.

Conforme Thiollente (1985), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social de caráter empírico, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Nela, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema se envolvem de modo cooperativo e participativo.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa, norteado por Lüdke e André (1986), que a caracteriza como um método na qual o investigador se aproxima da realidade que quer conhecer, coleta dados sobre ela para, posteriormente, analisá-los e interpretá-los e, assim, poder descrevê-la.

Este estudo tem o caráter epistemológica (idealista/construtivista), embasado por Goulart (2005) e orientado por Piaget e Kant, que o caracterizam como um método

do conhecimento científico, que considera a relação sujeito-objeto, em que o sujeito (polo regente) é quem constrói o conhecimento. Para o educador Tonet (2013), balizando-se por Lukács (2018) e Karl Marx, existem outros caminhos na produção do conhecimento, a exemplo do ontológico (materialismo), que é o sujeito quem traduz do objeto (polo regente) o conhecimento durante o processo dialético e histórico.

Nesse sentido, na perspectiva epistemológica as pessoas no processo de construção dos conhecimentos observam os fenômenos, colhem os dados, que são processados, analisados e interpretados para tirarem conclusões. No campo educacional este tipo de pesquisa permite que os alunos sejam ativos na investigação e em todo o processo.

De acordo com Zabala (1998), sequência didática são atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor quanto pelos alunos. Os temas abordados na sequência didática serão ensinados de forma organizada, estruturada, articulada, etapa por etapa, através da metodologia educacional de acordo com a concepção de Delizoicov *et al.* (2018), em três momentos pedagógicos:

O primeiro momento pedagógico refere-se à problematização inicial quando são apresentadas questões ou situações reais, conhecidas e presenciadas pelos alunos, onde aquelas estão envolvidas com os temas a serem abordados. Os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, para que o professor conheça seus saberes. O objetivo deste momento é propiciar um distanciamento crítico dos alunos ao se defrontarem com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que eles sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos, que ainda não detêm.

O segundo momento pedagógico destina-se à organização do conhecimento. O professor mediador orienta os alunos sobre os conhecimentos e conteúdos necessários para a compreensão dos temas, que serão estudados e no qual tenham relação com a problematização inicial.

Em outras palavras, no segundo momento pedagógico, o professor apresenta aos alunos os conhecimentos científicos que têm relação direta ou indireta com a problematização inicial, lançado no primeiro momento pedagógico. Isso será feito para que, ao longo da atividade, os alunos possam propor e construir as possíveis hipóteses visando a solução da problematização inicial.

No terceiro, faz-se a aplicação do conhecimento. Neste momento pedagógico, aborda-se sistematicamente o conhecimento incorporado pelos alunos, para analisar e interpretar as situações iniciais, que determinaram seu estudo; e outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas a partir do mesmo conhecimento.

5.1. Primeiro momento pedagógico da sequência didática

O primeiro momento será destinado à apresentação da proposta, aplicação de questionário diagnóstico (aula 01), levantamento da problematização inicial (aula 02) e discussão sobre ela (aula 03).

5.1.1. Apresentação da proposta da pesquisa e questionário diagnóstico: Aula 01

Na primeira aula, o objetivo é apresentar a proposta da pesquisa aos alunos do 3º 'A', do Ensino Médio, as problematizações, os conteúdos, as concepções pedagógicas, suas principais etapas e aplicar um questionário diagnóstico, com o procedimento metodológico realizado em 03 etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor lançará a proposta da pesquisa, explicará como será desenvolvida e quais seus objetivos. Além disso, o professor explicará como será construída a sequência didática e que, nela, os alunos realizarão um experimento por extração de etanol na gasolina, para averiguar se ela fora adulterada.

Na segunda etapa desta aula, o professor informará de forma breve aos alunos quais os conteúdos que serão ensinados e aplicados na sequência didática por investigação, com enfoque CTSA e de acordo com Delizoicov *et al.* (2018), em três momentos pedagógicos.

Informar-se-á aos alunos que no 1º momento pedagógico da sequência didática, haverá 03 aulas. Na primeira, será apresentada a proposta em estudo; na segunda, analisarão uma problematização inicial e, na terceira aula, farão uma discussão sobre a resolução da problematização inicial (elaborada pelo professor, a partir de uma história hipotética, um estudo de caso) e aplicação de um questionário diagnóstico.

Na história relatada, um familiar (irmão, pai) de um dos alunos do 3º ano, que trabalha como motorista de aplicativo foi abastecer um automóvel com gasolina. Pouco tempo depois de dar a partida no veículo, o automóvel começou a perder potência e soltar fumaça. Tal fato gerou algumas dúvidas sobre a possibilidade da gasolina ter sido adulterada, e levantaram algumas questões: como verificar, através de um experimento simples, se houve adulteração; quais as formas de adulterá-la; se a gasolina adulterada polui mais o ambiente e quais os possíveis impactos sociais causados pelos gases da combustão da gasolina.

Informar-se-á ainda, que no 2º momento pedagógico da sequência didática também serão em 03 aulas. Na primeira, o professor introduzirá o estudo dos hidrocarbonetos (gerado do estudo da gasolina) aos alunos; na segunda, iniciará os estudos da função álcool (gerado do estudo etanol) pelos alunos e, na terceira aula, os alunos estudarão as interações intermoleculares mediado pelo professor, a partir do estudo dos combustíveis: butano e gasolina.

Com relação ao 3º momento pedagógico da sequência didática, o professor comentará que serão em 04 aulas. Na primeira, farão o planejamento do experimento; na segunda, o executarão em um caso concreto, e quantificarão o teor do etanol na gasolina; na terceira aula, discutirão sobre os resultados dos experimentos e os possíveis impactos sociais da gasolina adulterada com relação aos aspectos: financeiro, ecológico e na saúde da população. Na quarta aula, farão a culminância dos estudos, discutirão os principais pontos da sequência didática e, por fim, aplicarão um questionário pós-diagnóstico.

Por fim, na terceira etapa da aula, o professor aplicará um questionário diagnóstico, a partir de conteúdos relacionados ao cotidiano dos alunos, dentre eles: tabela periódica, ligações químicas, geometria molecular, polaridade e interações intermoleculares.

No final da aula inicial, o professor dará algumas instruções e informará sobre a criação de um grupo no *WhatsApp* para a turma, para que todos possam postar informações, matérias pedagógicas, e as produções dos *podcast*, quando a aula exigir.

O questionário diagnóstico levantará as seguintes questões:

1) O sal de cozinha NaCl, cloreto de sódio, consumido em excesso, poderá aumentar a pressão arterial pelo aumento de sua concentração no organismo, e trazer vários

problemas à saúde. Você sabe em qual grupo e período pertencem o Na e Cl, na tabela periódica, e qual deles é mais eletronegativo?

Leia o texto abaixo para responder às questões 02, 03, 04 e 05.

A água é a substância fundamental para a vida, ela é utilizada em nosso cotidiano em situações simples e outras complexas. Ao fazer um café ou chá, por exemplo, ela pode extrair os substratos orgânicos nos grãos de café e na folha do chá. Percebe-se, assim, que água, devido aos seus aspectos químicos (solvente, interação e outros) é fundamental para explicar muitos fenômenos físico-químicos como as extrações, solubilidade etc. Além disso, ela possui dois elementos: hidrogênio e oxigênio em sua ligação química, pertencentes aos grupos 1 e 16 da tabela periódica, respectivamente.

2) Escreva a fórmula molecular e estrutural plana da água?

3) A ligação entre o hidrogênio e oxigênio na molécula da água é:

- a) Covalente (com compartilhamento de elétrons entre os elementos).
- b) Iônica (com compartilhamento de elétrons entre os elementos).
- c) Iônica (com transferência de elétrons entre os elementos).
- d) Covalente (com compartilhamento de elétrons entre as substâncias).

4) Qual a geometria molecular e polaridade da água, respectivamente?

- a) Linear e apolar.
- b) Tetraédrica e apolar.
- c) Piramidal e polar.
- d) Angular e polar.

5) Ao se fazer cafezinhos ou chás, em nosso dia a dia, com aquele sabor característico, as substâncias terão que ser extraídas do grão moído do café e das folhas picadas, na água quente. Essas extrações são devidas as interações entre as moléculas, conhecidas como:

- a) Íon-íon.

- b) Átomo-molécula.
- c) Intermolecularar.
- d) Interatômica.

6) As substâncias polares tendem a se dissolver nas polares; as apolares nas apolares; semelhante dissolve semelhante. Mas existem moléculas que possuem parte polar e apolar, como o etanol, que se dissolve na água (polar) e no isoctano (apolar) componente da gasolina. Sabe-se que as interações intermoleculares e solubilidades têm relação com a polaridade das substâncias. A partir dessas informações, questiona-se: por que ao colocar a água na gasolina no posto de combustível (com teor até 27% de etanol) em um recipiente e agitá-lo, extrai-se o etanol dessa mistura? Justifique.

7) As substâncias polares, geralmente, dissolvem-se nas polares, como é o caso do sal na água, ao se fazer uma garapa. As apolares, nas apolares; o óleo 'de cozinha' dissolve-se na gordura/'grude' de jaca, ao limpar as mãos com ela. Pergunta-se: por que o etanol com caráter polar se dissolve na isoctano (componente da gasolina) apolar?

- a) porque o etanol é apolar igual a isoctano (componente da gasolina).
- b) porque o etanol é polar igual a isoctano (componente da gasolina).
- c) Porque o etanol possui uma parte polar, dissolvendo-se em molécula polar, como na água, e outra parte apolar, dissolvendo-se em molécula apolar, como no isoctano.
- d) porque a gasolina tem uma parte polar e apolar em sua molécula, por isso dissolve-se no etanol que é uma molécula polar, e na água que é apolar.

A avaliação dessa primeira aula será de forma quantitativa, referente aos acertos das questões; e qualitativa, em relação às participações dos alunos no desenvolvimento e na aplicação da sequência didática.

5.1.2. Lançamento da problematização inicial aos alunos: Aula 02

O objetivo da segunda da aula é o desenvolvimento, por discussão e investigação, das primeiras hipóteses provisórias sobre a problematização inicial, com procedimento metodológico realizado em duas etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos formarão grupos, farão a leitura de um roteiro disponibilizado pelo professor, via *WhatsAapp* e Xérox, em sala de aula, para discutirem sobre a problematização inicial, a partir da história hipotética, descrita na aula 01, deste estudo.

Para dar início à problematização, utilizarão o texto motivador sobre adulteração da gasolina.

O irmão e o pai do aluno José, do 3º ano do Ensino Médio, trabalham como motoristas de aplicativo, moram no bairro onde está localizada a escola e, lá, tem três postos de combustíveis. Eles, como cidadãos conscientes, sabem de seus direitos e deveres; vivem de forma equilibrada, sabem dos problemas econômicos, sociais e do meio ambiente, por isso procuram economizar combustível, e fazem a manutenção regular do veículo, para evitar poluição.

Antes de saírem para trabalhar, sempre, pesquisam o preço do combustível. Nota-se, assim, que a família de José é formada de cidadãos ativos, que procuram viver sem trazer impactos negativos na sociedade; resolvem os problemas através de diálogos; buscam informações em jornais e pela *internet*, e verificam as informações, para não divulgarem *fake news*.

Certo dia, João abasteceu o veículo com gasolina, saiu para trabalhar e observou que ele começou a perder a potência e gerar fumaça. Diante desse episódio, os três começaram uma discussão/debate sobre o que poderia ter provocado isso.

Joaquim perguntou aos seus dois filhos:

- Por que o carro está liberando fumaça escura e perdendo a potência?

José ficou pensando e respondeu:

- Boa pergunta, pai! A parte mecânica não é. Será que é a gasolina? Como podemos saber? Será que existe uma forma simples para descobrir? Como se adultera a gasolina? Gasolina adulterada polui mais o ambiente? A adulteração traz impactos sociais?

João pensou e, em seguida, falou:

- Pai e José, já vi pela *internet* e na TV que tem um teste da proveta nos postos de combustíveis, para saberem se a gasolina está adulterada. Vamos fazer?

José pensou um pouco e respondeu:

- Existe o teste da proveta! Mas, meu amigo frentista disse que eles são treinados a apertar um botão na bomba, para não chegar à gasolina adulterada e, assim, não se identifica irregularidades.

José pensou mais um pouco e falou:

- Eita! Pai e João, eu me lembrei do professor de Química. Ele fez um experimento na escola sobre o teste da adulteração da gasolina, em sala de aula, com materiais alternativos. Vamos fazer esse teste?

Na segunda etapa da aula, com base na problematização inicial, pesquisa pela *internet* e discussão, os alunos deverão responder:

a) Tem como saber com um teste simples, através de um experimento com materiais alternativos, se a gasolina pode estar adulterada com excesso de etanol? Justifique.

b) Existem formas de adulterar a gasolina? Você conhece alguma? Justifique.

c) Qual polui mais o meio ambiente: a gasolina adulterada ou a normal? Justifique.

d) Os gases da combustão da gasolina adulterada impactam o financeiro, a saúde e o meio ambiente? Justifique.

A avaliação dos alunos será de forma qualitativa, com análise da participação nas leituras, discussões, investigação e resolução da problematização.

5.1.3. Discussão sobre a resolução da problematização inicial: Aula 03

Objetivo da aula é discutir com a turma as primeiras hipóteses provisórias, desenvolvidas pelos alunos, sobre a problematização inicial, aplicada na aula anterior, com procedimento metodológico realizado em quatro etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos se organizarão em grupos, onde selecionarão as informações sobre as metodologias e sobre os materiais que serão utilizados, como celular, *internet* e outros.

Na segunda etapa da aula, os alunos receberão do professor a resolução da problematização da aula anterior; farão uma breve retomada dos assuntos e farão um *feedback* para corrigir algumas incongruências nas respostas.

Na terceira etapa da aula, eles farão discussões com toda a turma sobre a problematização inicial, para responder/ou continuar respondendo às questões que serão propostas na problematização.

Por último, na quarta etapa aula, os alunos produzirão de maneira breve em grupo um *podcast* das principais ideias geradas na aula. O material produzido será arquivado pelo professor e, em seguida, dará algumas instruções para a aula seguinte.

A avaliação dos alunos será de caráter qualitativo, sobre a participação nas discussões e resolução da problematização inicial.

5.2. Segundo momento pedagógico da sequência didática

O segundo momento pedagógico da sequência didática será voltado para estudo dos conteúdos específicos de Química: hidrocarbonetos (aula 04), função álcool (aula 05) e interações intermoleculares (aula 06).

5.2.1. Introdução ao estudo da função hidrocarboneto: Aula 04

O objetivo da aula é levar os alunos a compreenderem, por investigação e discussão, o conteúdo sobre hidrocarbonetos de forma introdutória, a partir do estudo da gasolina e do butano, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos formarão grupos e o professor informará os objetivos da aula, que consistem no estudo dos hidrocarbonetos, gerados a partir das análises da gasolina e do butano, e como eles participarão.

Na segunda etapa da aula, os alunos, através do celular, pesquisarão sobre a gasolina: (i) as fórmulas químicas (molecular e estrutural) e nomenclaturas; (ii) seu papel social, positivos e negativos; (iii) se ela é um hidrocarboneto; (iv) pesquisarão quais os principais hidrocarbonetos de seus cotidianos, como o gás liquefeitos do

petróleo (GLP), como exemplo, do butano (gás de cozinha), e do metano, gás natural (GN), usado nos carros e canalizado nas casas, dentre outros.

Na terceira etapa da aula, os alunos gravarão brevemente em grupo um podcast e discutirão rapidamente com toda a turma suas produções; além disso, o professor recolherá a produção da aula e fornecerá algumas instruções para a aula seguinte.

A avaliação será baseada na participação dos alunos na introdução ao estudo dos hidrocarbonetos, decorrente da análise da gasolina e do gás butano.

5.2.2. Introdução ao estudo da função álcool: Aula 05

Nesta aula, o objetivo é que o aluno entenda a função álcool, através do ensino em sala de aula, por discussão e investigação, a partir do estudo do etanol, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos formarão grupos e escolherão um relator para cada grupo. O professor informará sobre o objetivo da aula, que será estudar de forma introdutória a função álcool, a partir do estudo do etanol; e comentará sobre a metodologia e os materiais que serão usados na aula. Os alunos poderão acessar à *internet*, através do celular.

Na segunda etapa da aula, os alunos desenvolverão as principais hipóteses sobre a função álcool, em discussão nos grupos a partir: (i) das fórmulas moleculares e estruturais, fermentação, destilação, como antidetonante na gasolina e os aspectos sociais (renovável e menos poluente) do etanol; (ii) definir a função álcool e dar pelo menos um exemplo de molécula alcoólica de algum material/mistura do cotidiano do aluno e (iii) uma breve pesquisa sobre o metanol e etanol.

Na terceira etapa da aula, os alunos produzirão de forma breve em grupo um podcast e discutirão rapidamente com toda a turma as principais hipóteses desenvolvidas na aula. O professor recolherá a produção e dará instruções para a aula seguinte.

A avaliação dos alunos será qualitativa, levando em consideração a participação e o interesse em relação à produção na aula.

5.2.3. Introdução ao estudo sobre as interações intermoleculares: Aula 06

Nesta aula, o objetivo é estudar as interações intermoleculares, através de substâncias/misturas orgânicas, geradas pelos combustíveis: gás natural, gasolina, butano e etanol, com procedimento metodológico realizado em quatro etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos formarão grupos e elegerão um relator para cada um. O professor demonstrará qual o objetivo da aula, que é estudar de forma introdutória as interações intermoleculares, a partir do eixo norteador combustíveis: gás natural, etanol, gasolina e butano.

Na segunda etapa da aula, os alunos, em grupos, discutirão sobre o tema e pesquisarão, através do celular, sobre os principais combustíveis utilizados, que fazem parte de seu cotidiano.

Na terceira etapa da aula, os alunos analisarão as interações entre as substâncias nas misturas dos combustíveis, que eles citaram de seus cotidianos, e explicarão quais são as interações predominantes nelas: dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente ou ligação de hidrogênio.

Na quarta etapa da aula, os alunos produzirão brevemente em grupo um podcast e discutirão rapidamente com toda a turma sobre essas questões. O professor recolherá, junto com os relatores, o texto com as análises dos grupos e dará orientações para a aula seguinte.

A avaliação dos alunos será qualitativa, a partir das participações na resolução das atividades sobre os estudos das interações intermoleculares.

5.3. Terceiro momento pedagógico da sequência didática

No terceiro momento pedagógico da sequência didática, os alunos farão o planejamento provisório do experimento (aula 07); executarão o experimento (aula 08); discutirão sobre a realização do mesmo (aula 09) e, em seguida, farão um debate/discussão sobre o estudo através da sequência didática (aula 10).

5.3.1. Planejamento provisório do experimento pelos alunos: Aula 07

O objetivo da aula é planejar um roteiro provisório com os alunos, para a realização de um experimento por extração do etanol na gasolina, com materiais alternativos, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos formarão grupos e escolherão o relator.

Na segunda etapa da aula, após realizarem uma pesquisa pelo celular, os alunos elaborarão o planejamento provisório (com o passo a passo) do experimento por extração de etanol da gasolina com materiais alternativos.

Na terceira etapa da aula, os alunos discutirão sobre o número de postos de combustíveis existentes nas vizinhanças da comunidade escolar, e sobre como comprar a gasolina deles. Ao término da aula, o professor recolherá os materiais de pesquisa dos alunos e fornecerá orientações para a próxima aula.

A avaliação dos alunos será sobre a participação no planejamento provisório do roteiro do experimento por extração do etanol na gasolina.

5.3.2. Execução do experimento em um caso concreto: Aula 08

O objetivo da aula é executar, em um caso concreto, um experimento por extração do etanol na gasolina, com materiais alternativos, calcular o teor de etanol encontrado e verificar se a gasolina foi adulterada. O procedimento metodológico será realizado a partir de um caso concreto, com um experimento de extração do álcool na gasolina, em três etapas.

Na primeira etapa da aula, o professor auxiliará na organização dos alunos, comentará sobre os principais materiais, que serão utilizados no experimento: (a) a gasolina comprada (no intervalo das aulas pelo professor e alunos em um carro de aplicativo), com recipientes atestado pelo INMETRO, nos postos de combustíveis do bairro; (b) mamadeiras graduadas, para crianças e (c) seringas hospitalares. Além disso, o professor pontuará de forma breve sobre a toxicidade da gasolina e a importância de levar a sério a atividade experimental.

Na segunda etapa da aula, os alunos de cada grupo executarão o experimento, norteados pelo planejamento da aula anterior e orientações preliminares: (i) um aluno de cada grupo pegará uma seringa hospitalar e colocará 50 ml de água, na mamadeira graduada; (ii) em seguida, esse aluno colocará 50 ml de alíquotas de gasolina (de um

recipiente com gasolina, próximo do professor), na mamadeira graduada com água até completar 100 ml de ambas; e, na sequência, (iii) os alunos fecharão o recipiente, agitarão a mistura e observarão o que acontecerá; e, (iv) por fim, os alunos, em seus grupos, farão os cálculos do teor alcoólico.

Na terceira etapa da aula, os alunos farão os cálculos do teor do álcool na gasolina e verificarão se ela foi adulterada (fora do intervalo de 18% a 27% conforme ANPG). No início, eles farão os cálculos, sem ajuda do professor e se não conseguirem, receberão instruções para resolver por regra de três: (i) no primeiro passo, os alunos farão uma relação de 100% com 50 ml da amostra da gasolina por regra de três; (ii) no segundo, eles observarão a mistura agitada na mamadeira com água e gasolina da etapa 03 do experimento e farão a subtração (álcool - água) ml, para chegar a Xml de etanol e, na sequência, farão a relação com Y%, em uma regra de três como incógnita.

A representação do cálculo do teor do etanol na gasolina por regra de três:

50 ml gasolina de amostra (contendo gasolina e etanol) ----- 100 %

X ml de etanol que estava na gasolina extraída pela água ----- y %

A avaliação dos alunos será baseada na sua atuação durante a execução do experimento e dos cálculos do teor do etanol na gasolina.

5.3.3. Discussão sobre os principais pontos da resolução do experimento: Aula 09

O objetivo da aula é fazer uma análise sobre os principais passos da aula anterior com o experimento e uma discussão geral sobre os impactos sociais (financeiro, saúde e ecológico), produzido pelos gases poluentes, com procedimento metodológico realizado em três etapas.

Na primeira etapa da aula, os alunos organizar-se-ão em grupos com auxílio do professor, que repassará um roteiro e o material com os cálculos da aula anterior; pesquisarão de forma breve, via *internet* pelo celular e discutirão sobre como explicar, quimicamente, a extração do etanol na gasolina.

Na segunda etapa da aula, reanalisarão os cálculos feitos no experimento da aula anterior e discutirão sobre os possíveis impactos (financeiro, saúde e ecológico) sociais gerados pelos gases poluentes da gasolina adulterada.

Na terceira etapa da aula, produzirão rapidamente um *podcast* em grupo sobre os principais pontos da aula, e farão uma breve discussão com toda a turma. Em seguida, o professor recolherá as produções dos alunos na aula, e dará as orientações básicas para a aula seguinte.

A avaliação dos alunos será qualitativa baseada na participação e nas discussões sobre os passos do experimento por extração, resultados de seus cálculos e sobre os impactos sociais.

5.3.4. Discussão final dos principais pontos da sequência didática e culminância: Aula 10

O objetivo da aula é realizar uma discussão, e aplicar um questionário com temática/conteúdos ligados ao desenvolvimento da sequência didática, com procedimento metodológico realizado em três etapas:

Na primeira etapa da aula, o professor dará instruções e auxiliará os alunos na organização para discussão.

Na segunda etapa da aula, será realizado o debate, com a discussão final sobre os pontos mais importantes, que serão abordados na sequência didática: (i) sobre o experimento de extração; (ii) os principais impactos sociais produzidos pelos gases da combustão da gasolina, com foco na adulterada e (iii) qual a importância deste estudo, através da sequência didática.

Na terceira etapa da aula, será aplicado um questionário com os principais conteúdos: hidrocarbonetos (fórmula molecular, estrutural, reconhecimento da função, importância social) e função álcool (reconhecimento da função, importância social) e outros assuntos de Química Orgânica, que serão ensinados/revisados. O questionário terá um perfil semelhante ao questionário prévio/pós-diagnóstico, para ser comparado aos índices de acertos e erros de forma qualitativa e quantitativa, para verificar se haverá indícios de aprendizagens.

A avaliação dos alunos será em relação às discussões e resolução do questionário, nos aspectos quantitativos e qualitativos.

Questionário final: para auxiliar às respostas das questões 01, 02 e 03.

Um motorista de aplicativo sempre faz uma pesquisa de preço da gasolina em seu bairro, antes de comprá-la. Mas, certa vez, depois de abastecer, o carro começou

a soltar fumaça e perder a potência. Ao chegar em casa, comentou com os familiares sobre isso, debateram e desconfiaram que a gasolina poderia estar adulterada.

Durante o diálogo com seus familiares, um de seus irmãos fez a proposta de um experimento com materiais alternativos, sobre a extração do etanol na gasolina. Ele havia feito com sua turma do 3º ano, em sala de aula, para quantificar o teor do etanol na gasolina, para saber se ela estava adulterada. Ele informou que este experimento não pode ser feito pelo teste da proveta, pois, muitas vezes, os frentistas são treinados a colocar, na proveta, a gasolina da bomba não adulterada e, para isso, basta apertar um botão. Ele explicou que para saber se houve adulteração com etanol é preciso analisar se o teor de etanol está no intervalo de 18% a 27%, conforme a ANPG).

A partir da leitura do texto, os alunos deverão responder às seguintes questões:

1) Explique por que quando se adiciona água na gasolina, no experimento por extração, acontece a extração do etanol e a separação da mistura, água e etanol na gasolina.

2) Calcule o teor do etanol na gasolina e verifique se ela está adulterada, caso o teor esteja fora do intervalo 18% a 27%, ao ser analisado: (i) adição de 50 ml de água numa mamadeira graduada e, depois, (ii) 50 ml gasolina nesta mamadeira, ambas etapas com seringa hospitalar e, na sequência, (iii) agitá-la; e, em alguns minutos, observar a diferença de 70 ml de etanol e água da gasolina que, após, fazer a subtração desses 70 ml dos 50 ml da H₂O, sobrou 20 ml de etanol.

a) 26%.

b) 30%.

c) 35%.

d) 40%.

3) A combustão da gasolina produz gases poluentes e, quando está adulterada, produz muito mais, o que acarreta danos aos humanos. Qual a opção falsa sobre a combustão?

a) Os principais gases liberados da combustão da gasolina e mais acentuados na adulterada são: CO₂, CO, SO, SO₂, NO e NO₂.

- b) A gasolina adulterada traz prejuízos financeiros, pois aumenta os desgastes das peças dos carros.
- c) Os gases da combustão da gasolina não trazem problema à saúde como asma e câncer no pulmão, só quando os sujeitos ficam expostos à grande concentração deles.
- d) Os principais problemas ambientais produzidos pelos gases da combustão dos combustíveis são: chuva ácida e aquecimento global.

Texto auxiliar, para responder às questões 04, 05 e 06.

O carbono é o elemento químico mais importante para vida. Uma de suas características químicas fundamentais é a capacidade de formar uma infinidade de substâncias pela ligação C—C (um carbono com outro será primário, com dois secundários...) e de cadeias carbônicas de vários tamanhos, como as do metano, álcool etílico, butano e outros, que podem ser classificadas como saturadas, insaturadas, abertas, etc.

Devido a essa capacidade do carbono formar muitas substâncias orgânicas, surgiu a necessidade de agrupá-las, conforme as suas propriedades semelhantes (função química orgânica), para melhor estudá-las; contudo, para reconhecer as funções químicas é necessário analisar grupos/elementos químicos nas cadeias carbônicas. Por exemplo, se só conter carbonos (C) e hidrogênios (H), seria um hidrocarboneto; se for a hidroxila (OH⁻), pode ser a função álcool. Mas, por que o carbono forma tantas substâncias? A justificativa é porque ele tem 4 elétrons de valência e precisando de mais 4, para se estabilizar; ou seja, ele faz 4 ligações, portanto, ele é tetravalente de acordo com Kekulé (1858).

4) Sabe-se que as ligações entre os carbonos (C—C), geralmente, formam substâncias orgânicas, como o gás natural e álcool etílico, dentre outros. Esse tipo de ligação química é chamado de:

- a) Ligação iônica, com compartilhamento de elétrons.
- b) Dipolo induzido – dipolo instantâneo, com transferência de elétrons.
- c) Ligação de hidrogênio, com transferência de elétrons.
- d) Ligação covalente, com compartilhamento de elétrons.

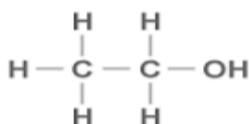
5) O elemento carbono tem a capacidade de formar uma infinidade de substâncias orgânicas (encadeamento de carbonos pelas ligações), que são agrupadas pelas suas

propriedades semelhantes. Isso ocorre porque o carbono (tetravalente) possui 4 elétrons de valência, precisa de mais 4 elétrons nas quatro ligações, para conter 8 elétrons (estabilizando-se). Pergunta-se: como são chamados os grupos de substâncias que têm propriedades semelhantes?

- Função química.
- Ligação química.
- Reações químicas.
- Ligações químicas.

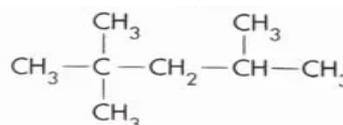
6) Substâncias são extraídas do petróleo por destilação fracionada, como o isoctano componente da gasolina, que contém só carbono e hidrogênio; já o etanol só contém carbono, hidrogênio e oxigênio e, no Brasil, ele é produzido da cana-de-açúcar, pela fermentação e posterior destilação. Assim, quais são as funções químicas, classificações do carbono na cadeia e da cadeia carbônica das substâncias, representadas nas figuras 01 e 02:

Figura 1- Etanol



Fonte: Nós Amamos Geografia, 2021

Figura 2 - Isoctano



Fonte: Manual da Química, 2021

- Álcool, ácido carboxílico e o etanol tem uma ligação dupla entre os carbonos.
- Hidrocarboneto, cetona e o isoctano não tem ramificação.
- Álcool, hidrocarboneto e o isoctano é saturado e possui cinco átomos de carbonos primários.
- Álcool, hidrocarboneto e o isoctano possui um heteroátomo (elementos diferentes entre carbonos).

7) O etileno (eteno) com fórmula molecular C_2H_4 e naftaleno, mais conhecido como naftalina, tem formula C_{10}H_8 , e estão muito presentes em nosso cotidiano. O eteno é usado na fabricação de polietileno, para fazer plástico (um dos maiores poluentes), e no amadurecimento de frutas. Já, o naftaleno é usado para combater as traças e

insetos nas casas, e exige cuidado no uso, pois ele é tóxico. Quais são as funções orgânicas, classificações das cadeias carbônicas do eteno e naftaleno, representados nas figuras 03 e 04:

Figura 3 - Eteno

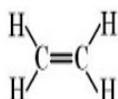
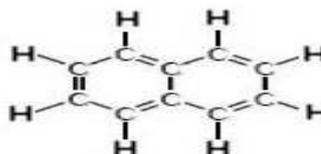


Figura 4 - Naftaleno



Fonte: O Baricentro da Mente, 2021

Fonte: Memórias das Aulas de Química, 2021

- São álcoois, contém hidroxila HO⁻ e possuem ligações duplas, saturada.
- São álcoois, contém hidroxila HO⁻ e possuem somente ligações simples, insaturada.
- São hidrocarbonetos, só contém carbono e hidrogênio e só possuem ligações simples, saturado.
- São hidrocarbonetos, só contém carbono e hidrogênio e possuem ligações duplas, insaturado.

8) Entre as substâncias orgânicas, o metano (gás natural usado nos carros e encanado nas casas), butano (gás do botijão de cozinha) e isoctano (gasolina) têm temperaturas de fusão e ebulição diferentes, devido às interações entre as moléculas. Qual a interação intermolecular predominante em cada mistura do metano, butano e isoctano? Por que o metano, não se liquefaz com o aumento da pressão, como acontece com o butano?

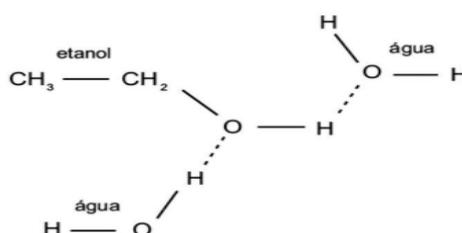
- Dispersão de London. O metano não liquefaz porque tem poucos pontos de contato em sua interação comparado ao butano.
- Dipolo instantâneo-dipolo induzido. O metano liquefaz porque não tem poucos pontos de contato entre as moléculas comparado ao butano.
- Dipolo permanente-dipolo permanente. O metano liquefaz porque não tem poucos pontos entre as moléculas comparado ao butano.
- Ligação de hidrogênio. O metano liquefaz porque tem poucos pontos de contato nas moléculas comparado ao butano em suas interações.

9) O etanol é uma das substâncias mais importantes da função álcool. Ele foi usado para evitar a transmissão do vírus da Covid-19, e está diluído na gasolina. Para melhorar sua eficiência, os teores, nessas soluções, variam na higienização contra Covid-19, recomenda-se a de 70% e na gasolina entre 18% a 27%.

Observa-se que o etanol possui um certo grau de polaridade. Ele interage e dissolve-se tanto na água do álcool 70%, quanto na gasolina, contudo, mais fortemente, com água. Por exemplo, a água extrai o álcool etílico da gasolina, quando colocada para dissolver.

Pergunta-se: Qual a polaridade e o tipo de interação intermolecular que predomina no etanol e água, na extração do etanol na gasolina e no álcool 70% comercial, representado na figura 05:

Figura 5 - Interação intermolecular de ligação de hidrogênio do etanol com a água



Fonte: brainly, 2021

- São apolares e possuem interações intermoleculares de ligação de hidrogênio.
- São polares e possuem interações intermoleculares de ligação de hidrogênio.
- São polares e possuem interações intermoleculares dipolo permanente-dipolo permanente.
- São apolares e possuem interações intermoleculares dipolo induzido-dipolo instantâneo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional deverá ser realizado a partir da metodologia do ensino por investigação, através de uma sequência didática no ensino de Ciência/Química. Através dele, espera-se alcançar mais êxito no processo de ensino-

aprendizagem, pois poderá levar os alunos à reflexão e a questionamentos sobre o conteúdo que será trabalhado, de modo que torne o conhecimento adquirido mais significativo para eles.

Os objetivos do estudo poderão ser alcançados, porque, no decorrer do mesmo, em cada aula da sequência, os alunos terão a oportunidade de expor suas ideias, opinar, sugerir, pesquisar e produzir algo sobre aquilo que aprende. As atividades serão realizadas colaborativamente, e todos poderão atuar de alguma forma, ter vez e voz na sala de aula, mediados pelo professor.

O ensino por investigação procura romper com o processo de ensino tradicional e conservador, que é centralizado no professor. Isso tem desmotivado os alunos e eles demonstram desinteresse pelos estudos, principalmente, neste momento em que estão conectados à *internet*. Eles têm em suas mãos toda informação que precisam, mas que, muitas vezes não sabem utilizar para transformá-las em conhecimentos e, para isso, o professor-mediador deve auxiliá-los. Durante a sequência didática, o professor apontará os caminhos, permitirá que usem o celular para fazerem pesquisas e para produzirem *podcast*, deverá garantir o espaço de fala a todos e os levará à produção de um experimento de algo da sua realidade.

A aplicação da sequência didática despertará o interesse dos alunos em conhecer o conteúdo de estudo e os estimulará a pesquisar e trocar experiência com seus pares. Como o conteúdo é relacionado ao cotidiano dos alunos, poderá levá-los à produção de conhecimentos, a partir desta experiência. Ao colocar o aluno no centro do processo educacional, a escola o prepara para atuar na sociedade e a exercer sua cidadania. Ao questionar se um combustível é adulterado e provar, cientificamente, isso mostra ao aluno que ele deve estar atento às fraudes e, se for da sua vontade, denunciá-la.

Esse tipo de educação, sempre, será muito importante para que o sujeito exerça sua cidadania, adquira a capacidade de tomar decisões, e participe dos momentos democráticos, principalmente, dos problemas que envolvam a sociedade. Nesse sentido, ressalta-se que a Ciências deve promover a efetivação da 'Alfabetização Científica'.

O estudo aponta para a necessidade de uma mudança na educação, que estimule o aluno à busca do conhecimento, como fator relevante para atuar na sociedade de um modo geral, especialmente, no mundo do trabalho e nas problemáticas sociais, que são as principais demandas do Capitalismo. Isso implicará

em uma educação de pessoas proativas, empreendedoras, versáteis e cidadãos, para atuar numa sociedade cada vez mais volátil e complexa, para a qual a Educação Tradicional não traz respostas. Por isso, os autores estudados reforçam a necessidade de uma educação emancipatória, politizada, cidadã e democrática, que forme cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

Com este produto educacional, aponta-se para uma nova metodologia para o ensino de Ciências, com o aluno no centro do processo, com conteúdos curriculares de relevância social e contextualizados; com menos teorias e mais problematizações e interdisciplinaridade.

Espera-se que este estudo seja socializado e possa contribuir para a prática de outros professores, principalmente para a aprendizagem da Química e os estimule a investigar mais sobre o tema, com novos olhares, que venham preencher lacunas e apontar novos caminhos para a educação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. *et al.* **Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial.** Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.17 | n.02 | p.372-389 | Maio-ago | 2015.

AULER, D. **Enfoque ciência-tecnologia-sociedade:** pressupostos para o contexto brasileiro. Ciência e Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

BRAINLY. Disponível em: < <https://brainly.com.br/tarefa/42151998>. > Acesso em: 25 de nov. 2021.

BACICH L.; MORAN J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática, Porto Alegre: Penso, 2018.

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s):** mitos, tendências e distorções. Ciência Educação, Bauru, v. 20, n.3, p. 579-593, 2014.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Londrina, Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

CARVALHO, M. A. P.; OLIVEIRA, C. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, H. L.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABID, M. L. S.; BRICCIA, V. **Ensino por investigação**: condições para implantar em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 18(3), 765–794. 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro: ANPEd; Campinas: Autores Associados, v. 8, n. 22, p. 89-100, 2003.

CRESPO, M. A. G.; POZZO, J. I. **Aprendizagem e o ensino de ciências**. 5a. ed. Editora Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2018.

FREIRE, P. **Alfabetização como elemento de formação da cidadania**. In:--. Política e educação. São Paulo: Cortez, 1993.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 48. reimp. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS J. **Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade**. Articles. Ciênc. educ. (Bauru) 24 (4) Oct-Dec, 2018.

FERREIRA M; DEL PINO J. C. **Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio**: uma proposta curricular. Acta Scientiae, v.11, n.1, jan./jun. 2009.

GOULART, I.B. **Piaget**: experiências básicas para utilização para professor. - 21 ed-Voz ado 3, 2005.

LESSA, S. **O revolucionário e o estudo**: por que não estudamos? São Paulo: Instituto Lukács, 2014.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social volume 14/ Georg Lukács**; [traduzido por Sergio Lessa e revisado por Mariana Andrade] – Maceió: Coletivo Veredas, 2018.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; DA SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; SANTOS JR, J. B.; AKAHOSHI, L. H. **Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA**: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. Investigações Em Ensino De Ciências, 14(2), 281-298, 2009.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: GEPEC, 2013.

MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. **Química Orgânica: Reflexões e propostas para o seu ensino**. São Paulo: GEPEC, 2015.

MANUAL DA QUÍMICA. Disponível em: < <https://shre.ink/HwLN>. > Acesso em: 12 de dezemb. 2021.

MEMÓRIAS DAS AULAS DE QUÍMICA. **Características do Carbono**. Disponível em: < <http://quimicaa.tumblr.com>. > Acesso em: 20 de nov. 2021.

NÓS & GEOGRAFIA. Disponível em: < <https://encr.pw/nHAjC>. > Acessado em: 10 nov. 2021.

O BARICENTRO DA MENTE. Disponível em: < <http://www.obaricentrodamente.com>. > Acesso em: 25 de nov. 2022.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 8 N° 2, 2008.

SANTOS R. A.; AULER, D. **Práticas educativas CTS**: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 2, p. 485-503, 2019.

SASSERON L. H.; CARVALHO M. A. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental**: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON L. H.; CARVALHO M. A. P. **Alfabetização científica**: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.

SOLINO A. P.; FERRAZ A. T.; SASSERON L. H. **Ensino por investigação como abordagem didática**: desenvolvimento de práticas científicas escolares. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015.

TORRES, P.L.; IRALA, E.A.F. **Aprendizagem colaborativa**: teoria e prática. Disponível em: < <http://docplayer.com.br>. > Acesso em: 20 mar 2021.

TONET, I. **Educação, cidadania e emancipação humana**. Ijuí: Unijuí: 2005.

_____. **Método científico**: uma abordagem ontológica. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ZOMPERO A. F.; LABURÚ C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1ª. ed., Curitiba: Appris, 2016.