



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPEC

ROSANE LOPES QUEIROZ

**O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA**

ANÁPOLIS – GO

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPEC

ROSANE LOPES QUEIROZ

**O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Nível Mestrado Profissional - em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Sabrina do Couto de Miranda

ANÁPOLIS – GO

2024

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LL864
e

Lopes Queiroz, Rosane

O ensino de química na educação básica no contexto da experimentação investigativa e da aprendizagem significativa / Rosane Lopes Queiroz; orientador Sabrina do Couto de Miranda. -- Anápolis, 2024.
217 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2024.

1. Ensino de química. 2. Experimentação. 3. Ensino de Ciências por Investigação. 4. Aprendizagem Significativa. I. do Couto de Miranda, Sabrina, orient. II. Título.

**Programa de Pós-Graduação stricto sensu - Mestrado Profissional em
Ensino de Ciências**

ROSANE LOPES QUEIROZ

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, “**O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**” E O PRODUTO EDUCACIONAL INTITULADO “**SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS COM EXPERIMENTAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**”, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em **30 de setembro de 2024** pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Documento assinado digitalmente
 **SABRINA DO COUTO DE MIRANDA**
Data: 02/10/2024 11:09:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sabrina do Couto de Miranda
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS - UEG

Documento assinado digitalmente
 **PLAUTO SIMÃO DE CARVALHO**
Data: 02/10/2024 11:49:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Plauto Simão de Carvalho
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS - UEG

Documento assinado digitalmente
 **LORENNIA SILVA OLIVEIRA COSTA**
Data: 03/10/2024 14:07:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lorennia Silva Oliveira Costa
(Membro Externo)
**Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás**

DEDICATÓRIA

Nesta vida eles não tiveram tempo de trilhar alguns caminhos, entre eles talvez, o de um mestrado, e ainda assim, me ensinaram que mestre não é somente o título concedido por Universidades, mas, o exercício de tentar diariamente fazer o seu melhor (e às vezes falhar) para impactar positivamente a vida dos estudantes.

Eles impactaram a minha!

Adriana, Luiz e Rita, vocês sempre serão meus Mestres!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de cursar o mestrado e por me sustentar em todos os momentos deste processo. Vários são os motivos que me fizeram e fazem sentir o cuidado e a permissão d'Ele na realização deste curso.

Aos meus pais, Joel Batista Lopes e Zilda Rosa de Queiroz Lopes, que com tanto amor me educaram, me incentivaram e acreditaram em mim. Vou mais uma vez em um momento importante da minha vida citar uma estrofe da canção “Utopia” do Padre Zezinho que diz em “...e há tantos filhos que bem mais do que um palácio gostariam de um abraço e do carinho entre seus pais...” para lembrar que vocês fizeram tudo que podiam fazer nas condições que tinham, obrigada. O apoio de vocês sempre tem um impacto gigantesco na minha vida.

Ao meu irmão, Carlos Eduardo Lopes de Queiroz, meu caçula que me inspira ser cada dia uma irmã melhor tentando através da experiência de vida e do conhecimento acompanhá-lo nos caminhos vida a fora. Sua presença é fundamental em todos os percursos que eu trilho.

A minha avó, Maria Rosa de Queiroz, que em uma das nossas últimas conversas sabiamente me fez refletir sobre muitos aspectos da minha vida naquele momento. Ela que partiu 24 dias depois da primeira aula que eu tive no mestrado está presente nessa conclusão e sempre estará ao longo da minha vida.

A minha orientadora, Sabrina do Couto de Miranda, que em cada orientação me fez sentir privilegiada. A senhora já teria um lugar especialíssimo em minha vida só por ser uma excelente professora, mas, mais que isso, em cada oportunidade que tivemos a senhora me mostrou o quão humana a senhora é.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – PPEC pois desde a primeira aula eu entendi que o diferencial deste curso era como os olhares de vocês estavam voltados e atentos às nossas particularidades e rotinas. O acolhimento de vocês fez de nós uma turma fortalecida.

À minha turma, repito o que por várias vezes já disse e escrevi: sou fã de vocês. Encontrar com cada um neste processo me inspirou a cada fala, a cada apresentação, a cada aula. Todas as vezes que eu me referir a esse tempo do mestrado vocês serão citados como fator de grande relevância.

Para além da turma, agradeço a “turma do hotel”. Obrigada por cada momento compartilhado naqueles hotéis, nos jantares e nos cafés da manhã. Compartilhar as terças e quartas com vocês por um ano fez com que vocês estivessem presentes em momentos em que as minhas emoções e sentimentos eram as mais diversas possíveis e eu sempre pude contar com vocês.

Aos meus amigos, nem se eu escrevesse o mesmo número de páginas desta dissertação seria o suficiente para agradecê-los. Por 30 meses vocês seguiram acreditando mais em mim que eu mesma e como se isso já não bastasse, vocês não hesitaram, nem uma única vez, em me ajudar para que as coisas não saíssem definitivamente do controle. Vocês me suportaram no sentido literal da palavra e eu sou grata a Deus pela presença de vocês em minha vida.

À Coordenação Regional de Educação de Palmeiras de Goiás, especialmente por ter me concedido a oportunidade de atuar por meses na coordenação da área de Ciências da Natureza permitindo assim que eu fosse aos colégios e conhecesse tantos professores de química, física e biologia, tendo trocas de tamanha relevância nesse processo do mestrado.

Às instituições em que eu trabalho, as agradeço não enquanto espaços físicos, as salas, paredes e móveis destas escolas, mas sim ao elemento humano presente em ambas. Gestores, coordenadoras, colegas professores e demais servidores e, essencialmente, os estudantes. Vocês são parte desta materialização do mestrado apresentada em forma de dissertação.

À SEDUC pelo convênio firmado com o PPEC que me permitiu o recebimento da bolsa de estudos no primeiro e tão difícil ano do mestrado.

*“When I find myself in times of trouble,
Mother Mary comes to me
speaking words of wisdom,
let it be...”*

Let It Be -The Beatles

MEMORIAL

Meu pai é o nono filho em um total de dez irmãos. Minha mãe é a primogênita em um grupo de quatro filhos. No lado paterno me encontro quase no fim da ‘fila’ de netos. Sou a vigésima primeira entre 24 netos de Pedro (falecido em 2015) e Guilhermina (falecida quando meu pai era criança). Na família materna sou a primeira entre outros nove netos de Martinho e Maria (falecida no meu segundo mês do mestrado).

Quando eu era criança morávamos na casa dos meus avós maternos, além deles dois, um tio e uma tia, que são meus padrinhos. Minha madrinha começou a trabalhar como professora em 1992, um ano antes de me levar para escola. E como meu tempo sempre foi dividido entre a casa dos meus pais e a casa dos meus avós maternos, lembro de passar grande parte da minha infância brincando de escola ao lado da minha madrinha. Ela estava sempre cheia de papéis, livros, canetas coloridas, lápis de cor, entre tantos outros materiais cheios de cores e ao meu olhar, cheios de vida.

O tanque que minha avó lavava vasilhas era de cimento queimado e muito bem encerado com uma cera vermelha. Ele foi meu primeiro quadro. Minha madrinha sempre deixava uma caixinha de giz separada para eu poder brincar e minha avó sempre deixava o ‘quadro’ impecável. Guardo até hoje a primeira coleção de livros infantis que minha madrinha me deu para que eu pudesse ler enquanto ela terminava todas as coisas de escola que ela tinha para fazer.

Minha madrinha me matriculou na escola em que ela trabalhava, uma escola particular em Palmeiras de Goiás. Nenhum dos meus primos paternos tiveram acesso à escola particular, e eu não teria tido se não fosse a bolsa que minha madrinha conseguiu. Até a quinta série foi ela a responsável pelo pagamento das mensalidades.

Quando minha madrinha se casou, meu pai assumiu as mensalidades e acumulou com as do meu irmão. Meu pai é motorista de ônibus na Prefeitura Municipal e minha mãe sempre foi integralmente mãe. O discurso repetido várias vezes por meu pai é que ele pagaria escola para mim até oitava série, pois faria exatamente igual para meu irmão. O Ensino Médio cursaríamos em um Colégio Estadual.

Em 2004, o que seria meu último ano na escola que eu estava, a diretora me convidou para trabalhar lá. Eu auxiliaria as professoras de maternal a 4ª série com correções de cadernos, atividades, tabuadas, leituras, estudantes que não se adaptavam dentro de sala e em troca não pagaria a mensalidade, seria uma aluna bolsista. E foi assim até o fim do meu Ensino Médio.

Naturalmente acontecia de alguma professora faltar e uma professora substituta assumir a sala. O tempo foi passando e a diretora, a quem chamo carinhosamente de Tia Silma, pediu que sempre que fosse necessário alguma professora se ausentar, eu fizesse a substituição, afinal, as crianças já estavam acostumadas comigo e eu com elas. Foi ali que tive certeza que ‘escolinha’ era só brincadeira de infância.

No processo de escolha do curso superior fui excluindo os que menos tinham a ver comigo. Mesmo após um teste vocacional eu não tinha certeza de nada, mas olhava para Química como uma disciplina que me desafiava e ao mesmo tempo me deixava satisfeita quando eu entendia o que era explicado. Verificando o que me deixaria longe da sala de aula e me manteria perto da afinidade com a Química, fui cursar Farmácia.

O primeiro ano foi difícil. Há anos meu pai já não pagava nem minha mensalidade escolar e de repente estava lá, pagando mensalidades em uma faculdade. Eu passei o primeiro semestre da faculdade morando na casa de uma tia paterna em Goiânia e sem conseguir trabalho. Minha inquietude com a situação me fez voltar para Palmeiras e trabalhar em um mercado para ajudar com os custos. O trabalho no mercado durou uma semana e a tia Silma ficou sabendo que eu estava de volta à Palmeiras de Goiás, logo, de volta à escola. Voltei como professora de história e artes do 6º ao 9º em função de uma licença médica da professora-regente, e sim, cursando Farmácia.

Eu já tinha feito a prova do Enem em 2005, 2006 e 2007, todos os meus anos de Ensino Médio, e não via motivos para não fazer novamente em 2008. Quando as inscrições para o ProUni abriram eu decidi colocar como primeira opção Química, escondido de todos, e preencher todos as outras com Farmácia. Em meus pensamentos estava a certeza de que eu não passaria em Química e iria continuar o curso que estava em alguma outra faculdade.

Resultado saiu e lá estava: bolsa integral para Química. O problema foi convencer meus pais que seria uma mudança positiva. Meu pai era absolutamente contra, e na verdade, hoje eu enxergo que para meus pais foi difícil lidar com a tal Química. Ambos têm Ensino Fundamental – Anos Iniciais completo. Nunca estiveram em uma sala de aula em que o foco fosse tal área do conhecimento. E tudo bem que o curso que eu estava aprovada era uma licenciatura, mas eu usei como argumento para meu pai que eu trabalharia em uma das várias indústrias que estavam sendo instaladas no município à época.

Eu seguia trabalhando na escola. Entre a licença de um professor ou outro, eu assumia inglês, matemática, filosofia, português, ciências e até educação física. E a cada semestre que

passava eu ia tendo mais e mais certeza que sala de aula era muito exaustivo e eu não queria ser uma profissional que estivesse envolvida com aquela realidade.

Felizmente, no meu penúltimo período do curso de Química, eu consegui um estágio em uma farmácia de manipulação. Deixei o trabalho na escola, a casa dos meus pais e fui para Goiânia novamente. Os dias que antecederam a ida foram de muita alegria. A sensação é que finalmente eu me ‘libertaria’ da sala de aula.

Na primeira semana que passei dentro do laboratório da farmácia o choro já estava engasgado. Todo dia tinha temperatura da sala para registrar, equipamentos para calibrar, testes em substâncias para fazer e aquele espaço que parecia tão pequeno foi ficando gigante para eu passar o dia todo sozinha.

Comecei a ver que eu queria preparar aula, mas nutrir a incerteza de como ela seria. Quem perguntaria? Eu teria que repetir a explicação porque alguém não entendeu? Como explicar o mesmo exercício uma, duas, três vezes mantendo a calma? Eu sentia falta do meu olhar encontrando outros olhares, e nesse encontro, o brilho surgindo. Pode parecer piegas, mas me distanciar da sala de aula me fez perceber sentimentos e emoções positivos que eu não estava consciente deles. Eu não ouvia mais alguém explicando para o colega do lado ‘com outras palavras’ o que eu acabei de falar.

E o choro caiu quando eu li em um rótulo o nome de uma substância que semanas antes tinha sido lida na resolução de um exercício. Parecia que naquele rótulo ela era completamente diferente. Pronto coloquei minhas roupas em um saco plástico e voltei para Palmeiras de Goiás em uma sexta-feira à noite no ônibus do transporte universitário. Estava tudo esquematizado nos meus pensamentos: eu receberia meus direitos após o tempo trabalhado enquanto cursaria o último período (2011/2) da universidade. Seria a primeira vez, desde 2004, que eu me dedicaria apenas aos meus estudos. Depois da formatura eu procuraria emprego como professora.

Teria acontecido exatamente assim se a Tia Silma não tivesse ficado sabendo do meu retorno e me chamado mais uma vez. E sim, eu fui! Ciências de 6º ao 9º ano no período matutino e Matemática de 3º ao 5º ano no período vespertino. Eu terminava a aula 16h15 na escola e precisava estar no ponto do ônibus às 16h15. Como deu certo? Ainda hoje não sei explicar, mas tenho viva a lembrança daquela correria me fazendo feliz. Foi exaustivo, mas eu fui feliz por poder no meu último período do curso de Química entender que sim, eu já era professora. E nos dias mais difíceis que eu acreditava que desistir era opção, minha avó materna, a quem chamei

a vida toda de Mãe Maria, vinha com sua sabedoria, serenidade e didática, ensinada pela vida, me fazer acreditar que eu conseguiria sim.

Em fevereiro de 2012 eu coleei grau e a tia Silma me convidou para assumir as aulas de Química no Ensino Médio. Segui entre cursos e meu emprego até que em 2019 veio a nomeação no Concurso do Estado. Não deixei a escola particular e costumo brincar que dos meus 33 anos de vida, eu comecei 30 anos letivos lá. Não sei até quando seguirei conciliando a rede privada e a pública, mas tenho o compromisso de fazer o meu melhor, mesmo em condições diferentes.

O mestrado veio logo que finalizei o estágio probatório e, novamente, “Rosane bolsista”, dessa vez em função do convênio estabelecido entre a Universidade Estadual de Goiás (UEG) e a Secretaria Estadual de Educação de Goiás (SEDUC GO). E não que seja uma obrigação, mas sim uma realização poder ser professora e participar da formação de tantos estudantes ao longo destes anos. Foi a Educação que me trouxe até aqui e é por meio dela que eu posso colaborar com outros indivíduos para que mudanças positivas aconteçam em suas vidas.

Ah... Meu pai é motorista do ônibus que traz alguns estudantes para as escolas que ministro aula. Minha madrinha trabalha nas mesmas instituições que eu. Meu irmão é motorista de ônibus do transporte universitário. Tive e tenho primos de primeiro e segundo graus como estudantes nas salas de aula. As notícias dessa Rosane professora chegam até os encontros de família. E se um dia eu não quis ser essa Rosane, hoje eu já nem me lembro.

Utilizarei das palavras de Marisa Monte para concluir a interpretação da minha jornada profissional até aqui, que não é, nunca foi ou será solitária:

“Sou feliz, alegre e forte, tenho amor e sorte aonde quer que eu vá”.

SUMÁRIO

RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPÍTULO 01: O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO, A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	
1. Introdução	21
2. Aprendizagem Significativa Crítica, Ensino de Ciências por Investigação e as Sequências didáticas	22
3. Experimentação	26
4. A experimentação, o Ensino de Ciências por Investigação e a Aprendizagem Significativa	32
5. Considerações finais	33
6. Referências	33
CAPÍTULO 02: EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA COM BASE EM PUBLICAÇÕES NA LITERATURA	
1. Introdução	36
2. Metodologia	38
3. Resultados	39
4. Discussão	43
5. Considerações finais	44
6. Referências	45
CAPÍTULO 03: A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – UM ESTUDO DE CASO SOBRE AS CONCEPÇÕES DOCENTES	
1. Introdução	48
2. Metodologia	49
3. Resultados e discussão	51
4. Considerações finais	61
5. Referências	61
CAPÍTULO 04: SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS PARA AULAS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA – UMA PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL	
1. Introdução	64
2. Metodologia	65
3. Detalhamento do Produto Educacional	67
3.1 Sequência de ensino investigativa 01	67
3.2 Sequência de ensino investigativa 02	73
3.3 Sequência de ensino investigativa 03	78
3.4 Sequência de ensino investigativa 04	84
3.5 Sequência de ensino investigativa 05	95
4. Considerações finais	101
5. Referências	101

**CAPÍTULO 05: SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS EM AULAS DE QUÍMICA
NO ENSINO MÉDIO – RELATO DE VALIDAÇÃO NO CONTEXTO REAL DE
ENSINO**

1. Introdução	103
2. Metodologia	103
3. Resultados e discussão	105
3.1 Sequência de ensino investigativa 01	105
3.2 Sequência de ensino investigativa 03	123
3.3 Sequência de ensino investigativa 05	133
4. Considerações finais	153
5. Referências	153
CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
APÊNDICE 01	156
APÊNDICE 02 – PRODUTO EDUCACIONAL	159

RESUMO

O ensino no Brasil tem vivenciado momentos de intensos debates e discussões, especialmente, com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que, após longo tempo de construção, tem sido implementada nos últimos anos. Especificamente no Ensino Médio, muito tem se falado sobre a necessidade de promover uma Educação que permita aos estudantes reconhecer em seus cotidianos o que é ensinado em sala de aula. Para o ensino de Química na Educação Básica caminhos são pensados, discutidos, propostos e até aplicados, visando identificar melhores formas de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o ensino por investigação e a experimentação são apresentados na literatura como alternativas para as aulas de Química. Assim, a presente dissertação partiu da pergunta “De que forma as sequências de ensino investigativas e a experimentação podem ser utilizadas no Ensino Médio de modo a favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes?”. O objetivo geral foi compreender as potencialidades e limitações de se utilizar as sequências de ensino investigativas e a experimentação no Ensino Médio com foco na promoção da aprendizagem significativa dos estudantes. Para atender ao objetivo proposta a dissertação foi organizada em cinco capítulos. Os capítulos 01 e 02 envolveram revisão bibliográfica e revisão sistemática da literatura para entendimento do tema de pesquisa. O Capítulo 03 envolveu a coleta de dados junto aos professores de uma regional do estado utilizando-se questionário e análise da Teoria Fundamentada nos Dados. O Capítulo 04 abarca as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) que foram construídas com base no referencial teórico apresentado ao longo da dissertação. E o último capítulo traz os resultados advindos da aplicação das SEI no contexto real de ensino-aprendizagem. Para análise dos dados utilizou-se uma abordagem qualitativa com foco em compreender as potencialidades das SEI. Cinco SEI foram elaboradas para composição do Produto Educacional que intencionou abarcar o ensino por investigação e a experimentação no ensino de Química com foco na aprendizagem significativa dos estudantes no Ensino Médio. Dentre as cinco SEI, duas foram elaboradas para aulas de Química na 1ª série do Ensino Médio, duas para a 2ª série e uma das sequências tem como público-alvo estudantes da 3ª série do Ensino Médio. As SEI foram validadas no contexto real de ensino em uma escola pública estadual no interior de Goiás com 258 estudantes das três séries do Ensino Médio. A validação do Produto Educacional foi essencial para o seu aprimoramento e espera-se que este seja utilizado por outros professores que podem adaptar as proposições ajustando aos diferentes contextos escolares.

Palavras-chave: Ensino de Química; Experimentação investigativa; Aprendizagem significativa

ABSTRACT

Education in Brazil has been experiencing intense debate and discussion, especially with the National Common Core Curriculum (BNCC) which, after a long time in the making, has been implemented in recent years. Specifically in secondary education, much has been said about the need to promote an education that allows students to recognize in their daily lives what is taught in the classroom. For the teaching of chemistry in basic education, new approaches have been devised, discussed, proposed and even applied, with the aim of identifying better ways of improving the teaching-learning process. In this context, inquiry-based teaching and experimentation are presented in the literature as alternatives for chemistry classes. Thus, this dissertation was based on the question “How can Inquiry-based Teaching Sequence and experimentation be used in high school in order to promote meaningful student learning?”. The general objective was to understand the potential and limitations of using Inquiry-based Teaching Sequence and experimentation in secondary education, with a focus on promoting meaningful student learning. To meet the proposed objective, the dissertation was organized into five chapters. Chapters 01 and 02 involved a literature review and systematic review of the literature in order to understand the research topic. Chapter 03 involved collecting data from teachers at a regional school in the state using a questionnaire and analyzing Grounded Theory. Chapter 04 covers the Inquiry-based Teaching Sequence (SEI) that were constructed based on the theoretical framework presented throughout the dissertation. The final chapter presents the results of applying the SEIs in a real teaching-learning context. A qualitative approach was used to analyze the data, with a focus on understanding the potential of SEIs. Five SEIs were developed to make up the Educational Product, which aimed to encompass teaching by investigation and experimentation in chemistry teaching, with a focus on meaningful learning for high school students. Of the five SEIs, two were designed for chemistry classes in the 1st grade of secondary school, two for the 2nd grade and one of the sequences is aimed at students in the 3rd grade of secondary school. The SEIs were validated in a real teaching context in a state public school in the interior of Goiás with 258 students from the three high school grades. The validation of the Educational Product was essential for its improvement and it is hoped that it will be used by other teachers who can adapt the proposals to help them.

Keywords: Chemistry teaching; Investigative experimentation; Meaningful learning

INTRODUÇÃO GERAL

Não é incomum nas formações para professores de Ciências da Natureza aparecerem imagens, perguntas disparadoras ou qualquer que seja o gatilho buscando na memória do próprio docente lembranças em relação às experimentações vivenciadas ao longo da vida, seja ela profissional ou não. Giordan (1999) afirma que os professores conhecem o interesse que há dos estudantes, dos mais variados níveis de escolarização, pela experimentação. Além disso, é comum professores afirmarem que a experimentação é a responsável pelo aumento da aprendizagem já que atua como uma maneira de inserir temas relevantes nas aulas.

A dualidade que envolve o assunto experimentação é complexo, ao mesmo tempo que ela aparece como um caminho para resolver alguns entraves no processo de ensino-aprendizagem de Química, ela também é apontada como incapaz de ser tão eficaz. Santos e Menezes (2020) citam que os obstáculos básicos da experimentação são: a concepção reducionista do potencial pedagógico; a oposição prática-teoria; a ausência de estrutura apropriada para a execução, e ainda os vazios na formação dos professores e a falta de interesse dos estudantes no envolvimento nas atividades propostas.

A pesquisa buscou responder a seguinte pergunta “de que forma as sequências de ensino investigativas e a experimentação podem ser utilizadas no Ensino Médio de modo a favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes?”. A escolha do Ensino Médio está intimamente ligada a atuação da professora-pesquisadora que leciona Química no Ensino Médio na rede privada e pública do município de Palmeiras de Goiás. Além disso, o contato da professora-pesquisadora com práticas experimentais em livros didáticos utilizados nas instituições de ensino em que trabalha, sempre despertou a inquietude sobre a intencionalidade de tais atividades.

Esta dissertação tem por objetivo geral compreender as potencialidades e limitações de se utilizar as sequências de ensino investigativas e a experimentação no Ensino Médio com foco na promoção da aprendizagem significativa dos estudantes. São objetivos específicos: Apresentar os fundamentos teóricos do Ensino de Ciências por Investigação (Capítulo 01); discorrer sobre os elementos teóricos que fundamentam a aprendizagem significativa, segundo David Ausubel (Capítulo 01); analisar a abordagem da experimentação no ensino de Química na Educação Básica (Capítulo 02); compreender as percepções de professores de Ciências da Natureza sobre a experimentação no processo de ensino-aprendizagem (Capítulo 03); construir um produto educacional que abarque o ensino por investigação e a experimentação no ensino

de Química com foco na aprendizagem significativa dos estudantes no Ensino Médio (Capítulo 04); validar o produto educacional no contexto real de ensino (Capítulo 05).

A dissertação foi constituída em capítulos que tem organização de artigos: Capítulo 01 “O Ensino de Ciências por Investigação, a Aprendizagem Significativa e a Experimentação no Ensino de Química”. Neste capítulo buscou-se evidenciar elementos do Ensino de Ciências por Investigação, bem como, destacar aspectos pertinentes sobre a Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel e vastamente abordada por Marco Antonio Moreira, e ainda compreender a experimentação e sua utilização. O percurso metodológico envolveu uma revisão bibliográfica com base nos principais referenciais disponíveis na literatura tais como: Zômpero e Laburú (2011); Moreira (2011) e Carvalho (2018).

O Capítulo 02 “Experimentação e Aprendizagem Significativa no Ensino de Química na Educação Básica com base em Publicações na Literatura” teve por objetivo analisar a abordagem da experimentação no ensino de Química, na Educação Básica, e sua relação com a aprendizagem significativa com base em trabalhos publicados na literatura científica. Para tanto realizou-se uma revisão sistemática da literatura.

O Capítulo 03 “A Experimentação no Ensino de Ciências da Natureza – Um Estudo de Caso sobre as Concepções Docentes” objetivou descrever e interpretar as percepções de professores de Ciências da Natureza que atuam em escolas da Rede Estadual de Educação de Goiás sobre a experimentação no processo de ensino-aprendizagem. Para a coleta de dados utilizou-se um questionário. Para a análise dos dados utilizou-se a Teoria Fundamentada nos Dados (TFD).

O Capítulo 04 “Sequências de Ensino Investigativas para aulas de Química na Educação Básica – Uma Proposta de Produto Educacional” o objetivo apresentar as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) elaboradas como produto educacional vinculado a esta dissertação de Mestrado. As SEI foram construídas com base no referencial teórico apresentado ao longo da dissertação. O último capítulo intitulado “Validação de Sequências Didáticas Investigativas em Aulas de Química no Ensino Médio” objetivou apresentar os resultados advindos da aplicação das SEI no contexto real de ensino-aprendizagem. Utilizou-se uma abordagem qualitativa dos dados com foco em compreender as potencialidades das SEI no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

SANTOS, R. dos; MENEZES, A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

CAPÍTULO 01: O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO, A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

INTRODUÇÃO

Ser professor nos dias de hoje é se deparar com algum vídeo que desafia o profissional a descobrir algo novo para ministrar suas aulas, isso se não tiver um convite para ser o protagonista na mudança que é esperada na Educação. Segundo Valente (1998) a mudança pedagógica pretendida é a transição de uma Educação fundamentada na transmissão do conhecimento para a formação de espaços de aprendizagem nos quais o estudante desempenha suas atividades e produz o seu conhecimento. Vídeos curtos em redes sociais, títulos destacados em reportagens, e-mails com oportunidades de formação e inúmeras outras possibilidades de inovar na sala de aula chegam até os professores todos os dias.

O quão inovadores esses recursos oferecidos podem ser, é discutível. Algumas metodologias têm sido divulgadas em postagens que, com a colaboração de algoritmos, chegam a professores com uma proposta de ser a mais recente, isso quando não traz a promessa de resolver os problemas enfrentados em sala de aula. A depender do contexto histórico e social de determinado país, por exemplo, o uso ou não de determinada metodologia, abordagem e/ou estratégia se dá antes que em outros lugares.

Nesse contexto, Zômpero e Laburú (2011) lembram que algumas tendências do ensino de Ciências não tiveram destaque no Brasil como aconteceu em países europeus e nos Estados Unidos. Os autores citam o ensino por investigação como uma dessas tendências, não relevantes em outros momentos no Brasil. Ainda para estes autores, é possível encontrar que o Ensino por Investigação não tem o mesmo objetivo que tinha na década de 1960 que era a formação de cientistas.

Para estes autores, o Ensino por Investigação, que leva ao desenvolvimento de atividades investigativas na Escola, é empregado atualmente no ensino com outras intenções, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, registros e análises de dados obtidos e a promoção da capacidade de argumentação.

Ainda sobre o Ensino por Investigação, Carvalho (2018) o define como sendo o ensino em que o professor estabelece em sala de aula condições para que os estudantes possam pensar, falar, ler e escrever. O 'pensar' deve levar em consideração a estrutura do conhecimento, o

‘falar’ precisa evidenciar os argumentos e conhecimentos construídos, o ‘ler’ deve acontecer com o entendimento crítico do que está sendo trabalhado e o ‘escrever’ precisa mostrar autoria e clareza nas ideias apresentadas.

Em sentido análogo, para Zômpero e Laburú (2011) o ensino com base na investigação permite o aprimoramento do raciocínio dos estudantes, bem como das suas habilidades cognitivas e a cooperação entre ambos, além de viabilizar que os estudantes compreendam a natureza do trabalho científico. Concordando com o que foi proposto pelos autores, admite-se um forte potencial de utilização do Ensino de Ciências por Investigação nas aulas de Ciências da Natureza, ou seja, é visto nesta abordagem uma alternativa para as aulas da professora-pesquisadora deste estudo acreditando que assim, os estudantes poderão assumir, verdadeiramente, o papel de protagonista tendo o professor como orientador do processo e coparticipante da ação.

Pensando na aprendizagem neste processo buscou-se referenciais para sustentar a reflexão e, posteriormente, possível aplicação à prática em sala de aula. A seguir são apresentados os referenciais teóricos que sustentarão a proposta de pesquisa desta dissertação de Mestrado.

Assim, este estudo procura evidenciar elementos do Ensino de Ciências por Investigação, bem como, destacar aspectos pertinentes sobre a Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel e vastamente abordada por Marco Antonio Moreira, e ainda compreender a experimentação e sua utilização. O percurso metodológico foi baseado na análise de referenciais disponibilizados na literatura correspondente ao tema.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA, ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

É necessário que as aulas as quais os estudantes frequentem propiciem condições de formação para situações reais do cotidiano. Sobre isso, Zompero *et al.* (2019) destacam proposta baseada no Ensino por Investigação que visa proporcionar aos estudantes condições formativas fundamentais para as exigências contemporâneas. Os autores citam que nas perspectivas das mudanças, aprender a pensar é tido como objetivo de propostas curriculares que permitem aos estudantes o desenvolvimento de habilidades, considerando que o imprescindível não é a quantidade de conhecimento, mas sim a aquisição de mecanismos para a utilização prática dos conteúdos.

Moreira (2011) afirma que a aprendizagem que mais acontece na escola é a chamada aprendizagem mecânica. Esta aprendizagem é apenas memorística e que auxilia na resolução de ‘provas’, porém, logo após, costuma ser esquecida, apagada da memória. O autor compara esta aprendizagem ao ‘decoreba’ sendo utilizada pelos estudantes e até incentivada nas escolas.

Pensando nas necessidades atuais destes estudantes, a aprendizagem mecânica simples e pura pode não ser capaz de formá-los com as habilidades necessárias para as demandas atuais, como colocado por Zompero *et al.* (2019). O ‘decoreba’ utilizado pelos estudantes nas avaliações será simplesmente esquecido ou apagado.

Em Moreira (2011) a aprendizagem significativa é colocada como a que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe (conhecimentos prévios). Substantiva neste contexto refere-se ao fato de não ser ao pé da letra, não literal, e o não-arbitrária considera que a interação acontece com algum conhecimento fundamentalmente já presente na estrutura cognitiva do sujeito.

O autor evidencia a ideia proposta por David Ausubel de chamar este conhecimento específico e relevante à nova aprendizagem de subsunçor ou ideia-âncora. Subsunçor, segundo Moreira (2011), é o nome dado a certo conhecimento específico que já está na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que propicia atribuir um significado a um conhecimento que é apresentado ou descoberto, e tanto de uma maneira quanto de outra, a atribuição de significados a conhecimentos tidos como novos é condicionado a existência de conhecimentos prévios e a interação com eles.

Destaca-se, assim, a necessidade de pensar, planejar e ministrar aulas que possibilitem a participação efetiva dos estudantes, pois se os conhecimentos prévios assumem tamanha relevância em sua aprendizagem, é fundamental conhecê-los, bem como, a realidade na qual os estudantes estão inseridos. É indispensável viabilizar momentos de fala para os estudantes e torna-se crucial ouvi-los, porque de nada adiante se eles falam, mas não são ouvidos.

Moreira (2011) destaca que no contexto da atual sociedade a aquisição de novos conhecimentos de maneira significativa não é o bastante, já que estes conhecimentos precisam ser adquiridos criticamente. Para o autor, é necessário viver nesta sociedade, bem como integrar-se a ela e ainda ser crítico dela. Sendo assim, Moreira (2011) propõe que no ensino devem ser observados os seguintes princípios: ensinar a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes; ensinar perguntas ao invés de dar simplesmente respostas; trabalhar em sala de aula com uma diversidade de materiais e estratégias, para além do quadro de giz; valorizar o erro como um importante elemento para a aprendizagem; entender o estudante como perceptor

representador do mundo; trabalhar com os estudantes a consciência semântica e a incerteza no conhecimento; identificar obstáculos epistemológicos e desconstruir para reconstruir novos conhecimentos; entender a linguagem como fenômeno essencial para mediação nos processos de ensino e aprendizagem; por fim, que o professor proporcione momentos de ouvir mais os estudantes.

Marco Antônio Moreira que no Brasil colaborou com a disseminação das ideias acerca da Aprendizagem Significativa defende que o conhecimento humano é construído, e essa construção na contemporaneidade acontece em larga escala sendo transformado rapidamente. Por isso, aprender de maneira significativa e crítica possibilita ao aprendiz lidar tanto com a quantidade e incertezas do conhecimento, quanto com as incertezas e mudanças da vida no presente.

Retomando o Ensino de Ciências por Investigação é preciso apontar a existência das Sequências de Ensino Investigativo (SEI). Carvalho (2018) define as Sequências de Ensino Investigativo como uma proposta didática em que o intuito é desenvolver conteúdos ou temas científicos.

Esta autora aponta que a principal orientação de uma atividade investigativa é o zelo do professor com a elaboração do problema e com o chamado grau de liberdade intelectual conferido ao estudante, sendo estes dois itens relevantes já que o problema colocado irá provocar o raciocínio dos estudantes e sem a liberdade intelectual eles permanecerão temerosos em manifestar seus pensamentos, raciocínios e argumentações.

É bom que todo professor se atente a sua rotina em sala de aula. Às vezes, até sem perceber, mesmo fazendo pergunta aos estudantes, o próprio professor as responde e continua sua exposição de conteúdo, sendo assim, não dá liberdade intelectual para que os estudantes possam pensar para, posteriormente, responder as questões. Considera-se aqui um aspecto comum ao Ensino de Ciências por Investigação e à Aprendizagem Significativa, quer seja para desenvolver uma atividade investigativa, quer seja para elencar os conhecimentos prévios, ouvir estes estudantes tem grande relevância.

Liberdade intelectual e elaboração de problemas são conceitos tomados por Carvalho (2018) como essenciais para que sejam estabelecidas condições para a interação dos estudantes com o material e a construção de seus conhecimentos num contexto de Ensino por Investigação. Outra reflexão motivadora deste estudo parte dessa interação dos estudantes com o material no Ensino de Ciências por Investigação e a condição de que o material de aprendizagem deve ser, potencialmente, significativo na perspectiva da Aprendizagem Significativa.

Moreira (2011) enfatiza que não há livro, nem aula, nem problema significativos, por isso é que o material somente pode ser *potencialmente significativo* e não *significativo*, afinal o significado está nas pessoas e não nos materiais. O estudante é que atribuirá significados aos materiais de aprendizagem.

Segundo Zômpero e Laburú (2011) as atividades investigativas devem propiciar aos estudantes contato com novas informações, sendo que nestas atividades os estudantes precisam realizar a divulgação das novas informações obtidas. Essa comunicação pode acontecer tanto de maneira oral, quanto escrita.

Conforme Moreira (2011) a aprendizagem mecânica é aquela que ocorre quando as novas informações passadas aos estudantes realizam pouca ou nenhuma associação com os subsunçores na estrutura cognitiva. Esta aprendizagem provém da prática sem reflexão, colaborando para aplicações somente em situações já conhecidas, sem possibilidade de extrapolações.

Para o autor citado, a aprendizagem mecânica promove um acúmulo de informações sem significado ou compreensão pelos estudantes, acontecendo de maneira arbitrária. Em contrapartida, a aprendizagem significativa acontece através da “incorporação não arbitrária” e possibilitando ao estudante compreensão, senso assim, ele é capaz de explicar com suas palavras e pode realizar extrapolações.

Entende-se aqui mais um aspecto convergente entre o Ensino de Ciências por Investigação e a Aprendizagem Significativa: o estudante, ao final do processo, precisa ser capaz de comunicação do conhecimento adquirido. O uso das ‘próprias palavras’ tanto na oralidade, quanto na escrita precisa indicar a compreensão das novas informações.

Sobre as características que precisam constar nas atividades investigativas Zômpero e Laburú (2011) apontam: o engajamento dos estudantes na realização das atividades; a formulação de hipóteses, nas quais os conhecimentos prévios podem ser identificados; a investigação, tanto em bibliografia que possa servir de base aos estudantes e auxiliá-los na proposição de resposta para o problema proposto, quanto por meio de experimentos; a divulgação dos estudos realizados pelos estudantes para toda a turma.

Quando Moreira (2011) narra as condições para a Aprendizagem Significativa ele estabelece: o material de aprendizagem de ser potencialmente significativo e o estudante deve apresentar predisposição para aprender. Essa predisposição não é necessariamente a motivação ou a paixão por determinado Componente Curricular.

O aprendiz precisa se predispor a relacionar os novos conhecimentos com os conhecimento já presentes na sua estrutura cognitiva, provocando modificações nesta estrutura, além de enriquecê-la e elaborá-la, atribuindo novos significados (Moreira, 2011). Assume-se aqui mais um ponto em comum entre o Ensino de Ciências por Investigação e a Aprendizagem Significativa, o chamado engajamento dos estudantes na realização das atividades e/ou predisposição para aprender. Acredita-se que exista similaridades entre essas duas condições inclusive considerando as dificuldades para atingi-las.

EXPERIMENTAÇÃO

Para Zômpero e Laburú (2011) são características das atividades investigativas: o engajamento dos estudantes na realização das atividades; a formulação de hipóteses; a investigação e a divulgação dos estudos realizados pelos estudantes para o grupo (argumentação). No que tange a investigação, os autores acreditam que possa ser realizado em bibliografia que sirva de base aos estudantes auxiliando-os na elaboração da resposta ao problema proposto ou por meio de experimentos.

Diversos materiais, estudos e trabalhos abordam a temática da experimentação, mas a circunscrição dessa abordagem é complexa e, muitas vezes, não tem convergência epistemológica. É o caso, por exemplo, dos termos metodologia, método, técnica, recurso e estratégia. Alves e Bego (2020) pesquisaram os diversos entendimentos que os elementos do planejamento didático-pedagógico têm ganhado nas atividades na área de Ensino de Ciências e elaboraram a delimitação dos componentes básicos, assim como suas definições.

Conforme Alves e Bego (2020):

- **Metodologia:** trata de todo conhecimento teórico sobre o de processo ensino-aprendizagem e se relaciona com as concepções psicológicas e pedagógicas essenciais sobre a aprendizagem, a natureza da ciência, o papel da educação escolar, dos docentes e discentes em aula. Apresenta, enquanto característica, a responsabilidade de ajustar e orientar todos os outros elementos do planejamento.
- **Método:** agrupamento constituído por estratégias e recursos didáticos, consequência dos retoques e adaptações que ocorrem em função de concepção metodológica de base e das restrições existentes na atuação do professor. Pode-se citar como uma característica a possibilidade de mudança conforme a perspectiva e dos objetivos do docente.

- Técnica: grupo de atividades planejadas pelo docente a fim de executar uma finalidade pré-estabelecida. Os autores entendem como sinônimo de estratégia. Como esse termo pode ser associado ao tecnicismo, prefere-se o termo estratégia.
- Recurso: instrumento físico que dá sustentação e é propagador de algum objeto de conhecimento. Alicerce para a promoção de estratégias didáticas e não precisa ser obrigatoriamente produzido pelo docente.
- Materiais de aprendizagem: são desenvolvidos pelo docente e/ou discente para a execução de ações específicas em sala de aula.
- Estratégia: agrupamento de atitudes premeditadas e traçadas pelo docente para alcance dos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Caracteriza-se pela flexibilidade e pela possibilidade de ser adequada à abordagem metodológica de ensino. É delimitada, geralmente, após a definição dos objetivos.

Com base nas definições explicitadas, assume-se que a experimentação é uma estratégia que pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem em que a intencionalidade deverá ser definida na etapa de planejamento dos objetivos da sequência de ensino e abordagem metodológica a ser utilizada (Alves, Bego, 2020). Sob essa óptica, Ataíde e Silva (2011) defendem que ao realizar o planejamento faz-se necessário que o docente pondere as possibilidades de respostas capazes de envolver os fenômenos abrangidos na realização de experimentos na escola. Segundo os autores, estas atividades deverão subsidiar discussões sobre os resultados obtidos, construção de tabelas e gráficos, contribuindo para estruturação de elucidações teóricas realizadas pelos próprios estudantes.

Utilizar a experimentação como estratégia nas aulas dos componentes curriculares que integram as Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) deve ser uma prática pautada em um planejamento bem elaborado e estruturado, no qual o professor conheça cada uma de suas etapas e esteja sempre atento à participação dos estudantes. Para Santos e Menezes (2020), a experimentação pode ser aplicada de diversas maneiras no ensino, relacionando fundamentalmente os objetivos e as concepções teóricas do docente.

Para Santos e Menezes (2020), a experimentação precisa colaborar para o entendimento de conceitos químicos, seja através do manejo e transformações das substâncias, seja na ocupação teórica, esclarecendo fenômenos e acontecimentos. Contudo, há certo receio sobre como a experimentação tem sido trabalhada nas unidades escolares, isso quando trabalhada. Os estudantes carecem de uma experimentação que viabilize a construção do

conhecimento científico, entendimento dos conceitos químicos, para que haja possibilidade do exercício da cidadania de forma plena e consciente. Ressalta-se que Química pode participar efetivamente desse processo na vida do estudante.

Santos e Menezes (2020) defendem que a Química, enquanto componente curricular, propicie ao estudante o fortalecimento de competências e habilidades, como a identificação e utilização dos limites éticos e morais, a observação dos aspectos socioeconômicos, a compreensão de eventos químicos e, ainda, a construção da cidadania.

Neste contexto, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) apresentam três formas de abordagem do conhecimento Químico: fenomenológica, teórica e representacional. Na abordagem **fenomenológica** tem-se pontos chave relativos ao conhecimento que são capazes de exibir uma visão concreta de análises e determinações. A abordagem **teórica** traz explicações fundamentadas em modelos que são essenciais para elaborar justificativas para os fenômenos. Por fim, a abordagem **representacional** compreende informações relativas à linguagem específica da Química, como fórmulas e equações. De acordo com os autores, a experimentação é uma forma de união das três abordagens do conhecimento químico.

Se a experimentação pode ser considerada uma estratégia para ligação entre teoria e prática no que tange aos conhecimentos químicos, há que se considerar as características dessa atividade. Hodson (1988) afirma que muitas atividades intituladas como trabalho prático são, na verdade, obscuras e sem aproveitamento real no processo ensino-aprendizagem. O autor justifica que isso se dá, muitas vezes, porque o docente não é capaz de distinguir entre o papel dos experimentos em ciência e no ensino de ciências.

Similarmente, Santos e Menezes (2020) discutem que a experimentação escolar não deve ser centralizada na simples replicação de experimentos que ilustrem ou atestem teorias, ou moldem cientistas, devendo possibilitar aos estudantes a elaboração de conhecimentos com significados científicos. Pensando que a experimentação é uma estratégia que deve ser planejada pelo professor, de acordo com objetivos e concepções teóricas, cabe realçar que a inclusão da experimentação no Ensino de Ciências procura fomentar a produção de materiais didáticos, incluindo a elaboração de vídeos com experimentos e propostas de ensino para utilização na Escola, conforme for necessário (Ataide, Silva, 2011).

No que tange a experimentação escolar, Oliveira (2010) afirma que essa estratégia pode ser utilizada com variados objetivos e possibilitar a obtenção de diferentes e relevantes

subsídios no ensino-aprendizagem de Ciências. A autora elenca prováveis auxílios fornecidos pelas atividades experimentais, como: estimular e motivar a atenção dos estudantes; melhorar a habilidade de se trabalhar em grupo; aprimorar a iniciativa pessoal e a capacidade de tomar decisões; impulsionar a criatividade; elevar a capacidade de contemplação e anotação de informações; exercitar a análise de dados e apresentação de hipóteses para fenômenos observados; entender conceitos científicos; identificar e reparar erros conceituais dos estudantes; interpretar a natureza da ciência e a função do cientista em uma investigação; assimilar a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade (relações CTS), e, ainda, aperfeiçoar a desenvoltura no manuseio de objetos.

De acordo com Cachapuz *et al.* (2005) em uma experiência científica praticada em sala de aula de forma inapropriada não há análise e reflexão dos resultados obtidos a partir de teorias e de hipóteses expostas, existindo somente constatação do que já era esperado que ocorresse. Os autores apresentam ainda a necessidade de o professor conhecer os contextos sociais, tecnológicos e culturais da elaboração e geração científica, não deixando tais contextos de lado nas aulas, pois do contrário, a experiência científica escolar adquire intuito de fazer, mas sem necessariamente saber o motivo e a finalidade.

De modo semelhante, Gomes *et al.* (2008) evidenciam que as atividades práticas executadas pelos estudantes nas escolas são atividades que inspiram certas características do trabalho científico, mas não todas. Os modelos que possibilitam aos estudantes elaborar previsões e apresentar interpretações para fenômenos que foram contemplados são considerados mais úteis e produtivos.

É possível encontrar no trabalho de Ferreira *et al.* (2010) a ênfase na condução das aulas de laboratório de maneira distinta às aulas tradicionais, com a necessidade de colocar os estudantes em contato com situações-problema pertinentes e que sejam capazes de possibilitar a construção do conhecimento. Mas na elaboração das situações-problema tem que se considerar, como primordial, o engajamento dos estudantes com um problema, preferencialmente, real e contextualizado.

Para Lima e Rodrigues (2016) as atividades experimentais precisam ser direcionadas por meio de um planejamento que as transformem em instrumentos de aprendizagem. Portanto, “receita de bolo” ou “show de efeitos” não devem constituir tais atividades. Todas as atividades experimentais são oportunas para o Ensino de Ciências no estudo de Oliveira (2010), mas, faz-

se necessário determinar os objetivos específicos da questão em estudo, as competências a serem ampliadas e os recursos materiais acessíveis. Para que seja possível ao professor aproveitar-se, acertadamente, das potencialidades da experimentação é considerável que ele entenda as diferenças que permeiam as atividades experimentais e identifique quando é viável sua aplicação.

Araújo e Abib (2003) classificaram as atividades experimentais em três possibilidades de abordagens ou modalidades: atividades de demonstração, atividades de verificação e atividades de investigação. É possível identificar vantagens e desvantagens em cada uma das abordagens, além de atuações diferenciadas de docentes e estudantes. O Quadro 01 sintetiza as características mais relevantes das atividades experimentais.

QUADRO 1: Principais características das atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação.

Elementos	Tipo de abordagem experimental		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do professor	Realiza o experimento e oferece as explicações para os fenômenos observados.	Supervisiona a atividade dos estudantes, detecta e repara os erros.	Conduz as atividades, encoraja e debate as decisões dos estudantes.
Papel do estudante	Assiste o experimento; em alguns contextos, propõe explicações.	Realiza a atividade experimental; explicita os fenômenos observados.	Busca, elabora e concretiza a atividade; debate explicações.
Roteiro da atividade experimental	Fechado, estrutura pronta e de poder exclusivo do docente.	Fechado e estruturado.	Quando presente: aberto e/ou não estruturado.
Posição na aula	Para ilustração: central; ou ao término da abordagem expositiva.	Ao finalizar a aula expositiva.	Pode acontecer antecedendo à abordagem do conteúdo ou pode ser a aula especificamente.
Vantagens destacadas	Requer pouco tempo; tem potencial para ser integrada à aula expositiva; oportunas na ausência de recursos financeiros e/ou espaços físicos adequados.	Estudantes conseguem elaborar explicações sobre os fenômenos com maior facilidade; essas explicações podem dar indícios da compreensão dos conceitos abordados.	Estudantes participam ativamente; criatividade e assuntos socialmente relevantes podem ser impulsionados; em caso de 'erro' existe maior aceitação e ainda contribuição para o aprendizado.

Desvantagens destacadas	A observação por ela mesmo pode desmotivar; a atenção dos estudantes é mais difícil de ser mantida bem como o envolvimento de todos.	Pouca colaboração na aprendizagem de conceitos; como os resultados já são esperados, não atença a curiosidade dos estudantes.	Tempo maior para concretização; requer um pouco mais de experiência dos estudantes e do docente.
-------------------------	--	---	--

Fonte: Oliveira (2010, p. 151), com modificações.

Ressalta-se que o experimento demonstrativo possui função ilustrativa, auxiliar, ou seja, de realização facultativa (Pinho Alves, 2000, Mori, Curvelo, 2017). O professor realiza a demonstração à classe diante da dificuldade em transmitir o fato científico, o que corrobora uma disposição empirista desse tipo de experimento (Mori, Curvelo, 2017). De acordo com Pinho Alves (2000), a demonstração experimental possui função motivadora visando despertar a atenção da classe para dado assunto. Portanto, se compatibiliza com o ensino tradicional relacionado ao conceito de motivação extrínseca (Mori, Curvelo, 2017). Nas abordagens de verificação e de investigação propõe-se que as experiências não sejam feitas diante dos estudantes, mas conduzidas pelos próprios escolares.

Desse modo, Santos e Menezes (2020) salientam que a inclusão de atividades experimentais de investigação, com base no ensino investigativo, possibilita aos estudantes um papel de protagonismo na aprendizagem. Ao encontro dessa ideia, Gonçalves e Goi (2020) apontam que as atividades experimentais de investigação conseguem beneficiar a estruturação do conhecimento químico pelos estudantes, permitindo uma aprendizagem mais satisfatória. Em virtude disso, o Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem na qual o docente pode oportunizar atividades pertinentes que possibilitem aos estudantes reflexões, tomadas de decisões e construção do conhecimento.

Para Ataíde e Silva (2011), a experimentação no Ensino de Ciências possibilita a compreensão de dados ou fenômenos, a construção de hipóteses, o manejo e a instrumentação de equipamentos, a resolução de problemas, a observação de dados e a discussão, assim contribui para a conexão entre teoria e prática. Zômpero e Laburú (2011) afirmam que as atividades de investigação são capazes de oportunizar a aprendizagem dos conteúdos de caráter conceitual e procedimental que compreendem a produção de conhecimento científico.

É necessário que as atividades investigativas propiciem aos estudantes aproximação com novos conhecimentos (Zômpero, Laburú, 2011). As novas informações adquiridas pelos

estudantes nas atividades investigativas precisam ser difundidas. A disseminação dos resultados pode acontecer fazendo usando tanto da oralidade, quanto da escrita de forma argumentativa.

Nesse contexto, vários autores defendem a utilização da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Química, podemos destacar Giordan (1999) sobre a imprescindibilidade de assumir a experimentação como elemento de um sistema pleno de investigação, sendo estimada por quem pensa e faz o Ensino de Ciências por considerar que nos espaços de atividades investigativas há construção de pensamentos e atitudes por parte do sujeito.

A EXPERIMENTAÇÃO, O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A partir das pesquisas realizadas neste estudo, assumiu-se a experimentação como uma estratégia para o processo de ensino-aprendizagem. Retomando Alves e Bego (2020) o termo estratégia é definido como a união de atitudes intencionais e planejadas pelo professor para o alcance dos objetivos de aprendizagem.

No que tange os termos utilizados neste estudo e a partir dele, concorda-se em considerar o ensino por investigação como uma abordagem didática. No trabalho de Sasseron (2018) a autora discorre sobre a utilização de tal termo já que o ensino por investigação não está relacionado a estratégias específicas, mas às ações e práticas executadas pelo professor na ocasião da apresentação dessas estratégias e trabalhos aos estudantes.

Neste sentido, entendendo o ensino por investigação como abordagem metodológica e a experimentação como estratégia, estas podem ser utilizadas favoravelmente à aprendizagem dos estudantes. Falando em ensino por investigação, sabe-se que o problema proposto precisa ser bem elaborado, contextualizado e investigativo. Carvalho (2018) narra que um bom problema nas aulas experimentais é aquele que oferece condições para que os estudantes mudem das ações manipulativas às ações intelectuais e também sejam capazes de elaborar explicações causais e legais.

Para Zômpero e Laburú (2011) as atividades investigativas, sendo ou não de laboratório, são substancialmente distintas das atividades de demonstração e experimentações ilustrativas, por tornarem os estudantes, quando apropriadamente engajados, mais intelectualmente ativos nas aulas.

A partir disto, enfatiza-se a necessidade de engajar os estudantes que estes apresentem predisposição para aprender, condição necessária para a aprendizagem significativa. Moreira (2011) diz que essa predisposição para aprender corresponde ao aprendiz querer relacionar os novos conhecimentos como os seus conhecimentos prévios, sendo assim, uma condição difícil de ser alcançada, mas não impossível.

Entende-se assim que a experimentação pode ser utilizada no Ensino de Ciências por Investigação numa perspectiva de propulsionar a Aprendizagem Significativa dos estudantes. Uma enquanto teoria da aprendizagem, outra enquanto abordagem metodológica e a terceira como estratégia podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem a partir da intencionalidade do professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo teórico apresentado, considera-se o Ensino por Investigação como uma abordagem com potencial para favorecer o processo de ensino-aprendizagem nas aulas de Ciências, bem como possibilitar caminhos para se alcançar uma aprendizagem significativa. Foram apresentados pontos de convergência entre esta abordagem e a teoria da Aprendizagem Significativa, contudo cada uma no seu nível conceitual-hierárquico.

O percurso realizado ofereceu embasamento teórico sobre a experimentação no Ensino de Ciências, a partir deste embasamento, encontrou-se diversos termos para se referir à experimentação, assim foi possível decidir pela utilização do termo estratégia no contexto desta dissertação de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 71–96, 2020.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

ATAÍDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. As metodologias de Ensino de Ciências: contribuições da experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **HOLOS**, v. 4, p. 171-181, 2011.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVIERA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008.
- GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Metodologia de Experimentação como Estratégia Potencializadora para o Ensino de Química. **Revista Comunicações**, 27(21), pp. 219-247. 2020.
- HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, 20, 53-66, 1988.
- LIMA, J. O. G. de; ALVES, I. M. R. Aulas experimentais para um ensino de Química mais significativo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 9(1), 428-447. 2016.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.
- MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. **Química nova escola**, v. 39, n. 3, p. 291-304, 2017.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273–283, mar. 2000.
- OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.
- PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- SANTOS, R. dos; MENEZES, A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020.
- SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.
- SILVA, V. G. da. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016.

VALENTE, J. A. Mudanças na sociedade, mudanças na Educação: o fazer e o compreender. In: VALENTE, J. A. (Ed.). O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, s/d. p. 31-43, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 222–239, 2019.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

CAPÍTULO 02: EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA COM BASE EM PUBLICAÇÕES NA LITERATURA

INTRODUÇÃO

As chamadas aprendizagens essenciais previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio organizam as áreas do conhecimento em: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018). Os componentes curriculares integradores das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) são: Biologia, Física e Química. A BNCC discrimina que o Ensino Médio deve propiciar a aproximação dos estudantes aos procedimentos e instrumentos de investigação, dentre os quais pode-se citar: identificação de problemas, informações ou variáveis relevantes; formulação de questões; proposição e testes de hipóteses; elaboração de argumentos e explicações; planejamento e realização de atividades experimentais e pesquisas de campo; entre outros. Ainda na BNCC (Brasil, 2018), na etapa Ensino Médio, a abordagem investigativa deve ser estimulada tomando como base desafios e problemas abertos e contextualizados, para que assim a curiosidade e a criatividade sejam estimuladas na elaboração dos procedimentos e na procura por soluções.

O referido documento orientador propõe que o ensino de Ciências da Natureza aconteça tomando como referência as temáticas: Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo. O Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio, DCGO EM, (DC-GO, 2018) propõe uma quarta temática intitulada: Pesquisa e investigação científica, em que se espera o aprofundamento do letramento científico desenvolvido no Ensino Fundamental. O DCGO EM (DC-GO, 2018) é o documento curricular, em nível estadual (Goiás), proposto para o Ensino Médio que visa atender às especificidades do território goiano à luz da BNCC.

Neste contexto, destacamos que a experimentação voltada para o ensino de Química tem sido defendida por diversos autores como um importante recurso pedagógico que pode auxiliar na construção de conceitos (Ferreira, Hartwig e Oliveira, 2010, Santos e Menezes, 2020). A experimentação pode contribuir para a compreensão de conceitos químicos por meio do manuseio e transformações de substâncias, bem como, na consolidação teórica por meio da elaboração de explicações sobre os fenômenos observados (Santos e Menezes, 2020).

Apesar de suas potencialidades, há pesquisadores que ressaltam que a experimentação no cotidiano escolar, muitas vezes, ocorre de forma puramente tecnicista, sendo limitada ao uso de roteiros (receitas de bolo) nos quais os alunos atuam como meros reprodutores buscando obter os resultados esperados pelo professor (Santos e Menezes, 2020). Assim, importante se faz investigar de que forma a experimentação pode ser utilizada visando alcançar uma aprendizagem mais significativa.

De acordo com Carvalho, De-Carvalho e Miranda (2021) o termo “aprendizagem significativa” tem sido muito utilizado, atualmente, na Educação Básica, contudo poucos profissionais conhecem as bases teóricas que sustentam tal conceito. O conceito de aprendizagem significativa foi proposto por David Ausubel, um psicólogo cognitivista que voltou seus estudos para o processo de aprendizagem relacionando este com a organização da estrutura cognitiva e conhecimentos prévios (Ausubel, 2000, Bessa, 2011). Para Moreira (2011), a aprendizagem significativa, na perspectiva ausubeliana, é aquela em que o novo conhecimento interage, de forma substantiva e não arbitrária, com o que o estudante já sabe. Essa interação é dinâmica e não aleatória.

Moreira (2003) ainda lembra que aprendizagem significativa é evidentemente uma aprendizagem com significado. Segundo este autor, é necessário entender que a aprendizagem torna-se significativa quando os mais diversos conhecimentos, sejam conceitos, fórmulas, modelos, ideias e/ou proposições, adquirem significado para o aprendiz, ou seja, quando por meio de suas próprias palavras o indivíduo consegue explicar determinadas situações, quando adquire habilidade de solucionar novos problemas, e sendo assim, quando há compreensão.

Com base no exposto, é interessante refletir sobre as possibilidades e desafios de se utilizar a experimentação no Ensino de Química buscando-se uma aprendizagem significativa. A Química é uma disciplina tipicamente trabalhada no Ensino Médio, contudo a BNCC já traz a necessidade de essa ser trabalhada desde o Ensino Fundamental Anos Finais. Diante do exposto, o presente estudo objetiva analisar a abordagem da experimentação no ensino de Química, na Educação Básica, e sua relação com a aprendizagem significativa com base em trabalhos publicados na literatura científica.

METODOLOGIA

Esse estudo se caracteriza como uma pesquisa do tipo “estado da arte”. Segundo Ferreira (2002), pesquisas desse tipo são de caráter bibliográfico e identificam-se com o estímulo de estruturar e debater a produção acadêmica em diversas áreas do conhecimento.

Para atender ao objetivo proposto foi realizada uma revisão sistemática da literatura com base nas etapas propostas por Sampaio e Mancini (2007), com ajustes:

I – Elaboração da pergunta de pesquisa. No caso deste estudo: Como a experimentação é abordada no ensino de Química na Educação Básica e de que forma a aprendizagem significativa é tratada nos trabalhos que abordam a experimentação?

II – Identificação da base de dados a ser consultada; definição das palavras-chave e estratégias de busca. Foram realizadas buscas na plataforma Google Acadêmico (*Google Scholar*) utilizando-se como palavras-chave: aprendizagem significativa, experimentação, ensino de Química. As palavras-chave foram inseridas na busca sem vírgula, separadas somente por um espaço. Não foi utilizado recorte temporal;

III – Demarcação de critérios para seleção de material, levando-se em conta a busca;

IV – Aplicação de critérios na seleção de material;

V – Análise crítica e avaliação dos materiais selecionados na revisão.

A escolha da plataforma de pesquisa se deu em função do Google Acadêmico (*Google Scholar*) oferecer uma possibilidade simplificada de pesquisa na literatura acadêmica de maneira abrangente viabilizando, inclusive, a pesquisa de diversas áreas de conhecimento em um mesmo ambiente (Puccini *et al.*, 2015).

A seleção e análise do material para pesquisa aconteceu da primeira quinzena do mês de junho de 2022 até a primeira quinzena do mês de julho do mesmo ano, sendo obtidos 44 mil resultados. A partir desse número, iniciou-se a seleção dos trabalhos que aconteceu até a 32ª página disponível na *internet*, resultando em 126 documentos salvos, levando-se em consideração o título e sua correspondência com a temática de pesquisa. Posteriormente, cada material foi analisado, verificando-se além do título, o resumo e as palavras-chave. No caso da falta de relação entre esses três campos e a temática de pesquisa, o material foi excluído, o que resultou em 24 documentos que foram selecionados para leitura analítica.

Em todos os materiais selecionados os termos aprendizagem significativa, experimentação e ensino de Química foram observados no título, resumo e palavras-chaves. Contudo, a partir de uma nova triagem levando-se em consideração adesão ao entrelaçamento da temática ensino de Química, experimentação e aprendizagem significativa com foco na Educação Básica chegou-se ao total de 12 trabalhos que constituem o *corpus* dessa pesquisa. De cada trabalho foram extraídos e organizados em uma planilha no Excel os seguintes dados: título; categoria do trabalho (artigo, monografia, dissertação); nível de ensino abrangido; público-alvo (estudantes da educação básica, estudantes da graduação, professores em formação continuada); abordagem metodológica da experimentação (demonstrativa, investigativa, problematizadora); conteúdo de Química trabalhado; principais resultados obtidos; dificuldades apontadas pelos autores para utilização da experimentação e forma de avaliação da aprendizagem utilizada na atividade experimental.

RESULTADOS

No total foram analisados 12 trabalhos sobre a experimentação no Ensino de Química e aprendizagem significativa que foram categorizados em artigos (8 do total), trabalho de conclusão de curso (1) e dissertação de mestrado (3) (Quadro 1). As publicações ocorreram entre os anos de 2009 e 2022, com a maioria (75%) a partir de 2017, podendo ser consideradas publicações recentes (entre 2017 e 2022) (Quadro 1).

Constatou-se que a maioria dos autores desenvolveu a experimentação no Ensino Médio (66,7 % do total). Em apenas um estudo (Lourenço, Alves e Silva, 2021) a experimentação foi proposta para o Ensino Fundamental – Anos Finais (8,3 %), mas também foi aplicada no Ensino Médio. Segundo Lourenço, Alves e Silva (2021) a escolha do público-alvo deve-se ao fato de os aspectos experimentais dos conteúdos trabalhados nas aulas de Química do Ensino Médio terem seu início nas aulas de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais.

Quadro 1: Trabalhos que abordaram a temática do ensino de Química, experimentação e aprendizagem significativa, com base em revisão sistemática da literatura.

	AUTOR(ES)	ANO	TIPO	TÍTULO
--	-----------	-----	------	--------

1	Batista e Gomes	2020	Artigo	Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de cinética química.
2	Carvalho	2016	Trabalho de conclusão de curso	Experimentação no ensino de química: propostas de realização em busca da aprendizagem significativa.
3	Gobbato	2018	Dissertação	Aprendizagem significativa no ensino de química: o caso da experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre polímeros sintéticos.
4	Guimarães	2009	Artigo	Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa.
5	Maia, Junqueira, Wartha e Silva	2013	Artigo	Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de química
6	Lourenço, Alves e Silva	2021	Artigo	Por uma aprendizagem significativa: metodologias ativas para experimentação nas 7 aulas de ciências e química no Ensino Fundamental II e Médio.
7	Passos, Vasconcelos e Silveira	2022	Artigo	Ensino de Química e Aprendizagem Significativa: uma proposta de Sequência Didática utilizando materiais alternativos em atividades experimentais.
8	Pires e Sá	2021	Artigo	A experimentação no ensino de cinética química: buscando indícios da aprendizagem significativa.
9	Rodrigues	2021	Dissertação	O ensino de química com a utilização de laboratório móvel: uma possibilidade de

				promoção da aprendizagem significativa por meio da experimentação.
10	Santos	2017	Dissertação	Aprendizagem significativa no ensino de química: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros.
11	Santos Júnior, Oliveira, Botero, Simonyi e Leite Júnior	2021	Artigo	Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica
12	Silva e Bizerra	2020	Artigo	A experimentação investigativa como prática de ensino de Química numa perspectiva Ausubeliana e Vygotskyniana

Em três trabalhos (Carvalho, 2016, Maia, Junqueira, Wartha e Silva, 2013, Silva e Bizerra, 2020) os autores discorreram sobre a “tríade”: aprendizagem significativa; ensino de Química e experimentação (25%) discutindo referenciais teóricos e a relevância dessa abordagem, dando possibilidades para os professores assimilarem tal agregação.

Com relação às abordagens metodológicas da experimentação, Batista e Gomes (2020) trataram da abordagem experimental contextualizada com foco na aprendizagem significativa. Carvalho (2016) apresentou diferentes perspectivas no uso da experimentação como: comprovar teoria, experimentos baseados em previsões e contextualização. Atividade experimental e o uso de simuladores foi abordado por Santos Júnior *et al.* (2021) e Silva e Bizerra (2020) discutem a experimentação investigativa.

Batista e Gomes (2021) evidenciaram a necessidade de procurar uma abordagem contextualizada e problematizadora para que ocorra o fortalecimento da participação dos estudantes numa conexão meio ambiente e sociedade, possibilitando debates e interação. Os autores lembram ainda que o fato de os conteúdos de Química poderem ser observados em fenômenos naturais e cotidianos é adequado para que o dinamismo em sala de aula promova uma aprendizagem significativa que oportunize ao estudante um envolvimento ativo (Batista e Gomes, 2021). Gobbato (2018) expõe a viabilidade da utilização da demonstração experimental

nas atividades experimentais realizadas por equipes de estudantes e das atividades experimentais de longa duração ou projetos extraclasses.

Passos, Vasconcelos e Silveira (2022) defendem a importância de realizar atividades experimentais que sejam contextualizadas com a rotina dos estudantes como maneira fundamental para a aprendizagem significativa, pensando que a consolidação do conhecimento se dará por meio dessa relação e inserção ativa do estudante no processo.

Alguns dos materiais analisados não apresentavam objeto de conhecimento especificado, pois a narrativa visava promover reflexões sobre a utilização da experimentação e não necessariamente expor algum exemplo que tenha sido aplicado. Dentro os objetos de conhecimento da Química que foram encontrados nos trabalhos analisados, pode-se citar: Cinética química (Batista e Gomes, 2020, Pires e Sá, 2021); Polímeros (Gobbato, 2018, Santos, 2017); Composição da matéria e tipos de ligação (Guimarães, 2009); Ácidos e bases (Passos, Vasconcelos e Silveira, 2022) e Misturas homogêneas, heterogêneas e separação de misturas (Rodrigues, 2021).

Os referenciais teóricos que fundamentaram os trabalhos são bem diversos. A partir da pergunta de pesquisa foi relevante identificar os estudos fundamentados em David Ausubel, Marco Antônio Moreira e/ou ainda em Joseph Novak. Em todos os trabalhos analisados, ao menos um desses referenciais teóricos foi citado evidenciando a real vinculação com a aprendizagem significativa.

Quando se analisa os principais resultados obtidos nos trabalhos é possível elencar: desenvolvimento nos relacionamentos pessoais em sala de aula (Batista e Gomes, 2020, Carvalho, 2016); construção de conceitos, predisposição para a aprendizagem, formulação de hipóteses (Gobbato, 2018); aumento da criatividade dos estudantes (Guimarães, 2009); aulas mais divertidas e dinâmicas, bem como, melhor compreensão dos conteúdos trabalhados (Rodrigues, 2021); relação das atividades com os conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante (Santos Júnior *et al.*, 2021) e recurso que promove a aprendizagem significativa (Silva e Bizerra, 2020).

Entre as dificuldades encontradas na realização das atividades experimentais pode-se citar: alguns estudantes não cumpriram todas as sugestões didáticas propostas (Batista e Gomes, 2020); em experimentos que partiam de materiais já preparados o interesse não aconteceu na mesma intensidade (Gobbato, 2018); resistências por parte dos estudantes (Guimarães, 2009);

limitação do uso em sala de aula de reagentes e solventes em função da volatilidade ou até toxicidade dos mesmos (Santos Júnior *et al.*, 2021); ideias e percepções não registradas, o que foi considerado indício da dificuldade da escrita (Pires e Sá, 2021); visão vaga ou deturpada sobre a Química (Rodrigues, 2021); passividade de estudantes (Santos, 2017).

A diversidade de avaliações utilizadas pelos autores perpassa por portfólio (Batista e Gomes, 2020); mapa mental e mapa conceitual (Gobbato, 2018, Santos Júnior *et al.*, 2021); questionários (Passos, Vasconcelos e Silveira, 2022, Pires e Sá, 2021) e avaliação contínua (Santos, 2017).

DISCUSSÃO

Os trabalhos encontrados foram conduzidos, predominantemente, no Ensino Médio e isso se deve, provavelmente, ao fato de o componente curricular Química ser principalmente trabalhado neste nível de ensino conforme previsto pelos documentos anteriores e no nono ano do Ensino Fundamental juntamente com a Física (Brasil, 1998).

O ensino das Ciências da Natureza era, na maioria dos livros didáticos, distribuído de maneira linear, ou seja, cada assunto seria abordado inteiramente de uma vez. Atualmente os documentos BNCC e DCGO-EM (Brasil, 2018, DC-GO, 2018) propõem uma mudança que possibilite o trabalho em espiral, ou seja, os eixos se repetem a cada ano, e há indicação de uma progressão da aprendizagem nas habilidades propostas. Entende-se que assim os conceitos poderão ser construídos, gradativamente, ampliando a complexidade a cada ano, de acordo com o desenvolvimento e maturidade dos estudantes. Neste estudo não cabe precisar se as mudanças estabelecidas para o Ensino Médio incentivaram tais reflexões.

No estudo desenvolvido por Batista e Gomes (2020) o envolvimento do estudante no processo ensino-aprendizagem aconteceu pelo uso da apropriação da contextualização e da experimentação enquanto ferramentas metodológicas utilizadas no ensino de Química. Teve como consequência uma junção do cotidiano do estudante com a sala de aula. Esses autores consideraram como fatores determinantes o protagonismo na realização dos experimentos e a autonomia na produção do conhecimento através da mediação do professor. Quando o estudante pondera, executa e toma atitudes, ele constrói o conhecimento, o que era conhecimento do cotidiano sustenta os conhecimentos científicos e a estrutura cognitiva se enriquece (Batista e Gomes, 2020).

Essa junção de conhecimentos é percebida também no estudo de Carvalho (2016) que descreve que o objetivo principal dos professores, ao fazer uso da experimentação, é que o estudante compreenda conceitos e adquira capacidade de transferi-lo para sua vida, tendo capacidade de argumentação e utilização dos conhecimentos quando for preciso. Silva e Bizerra (2020) articularam a experimentação investigativa à resolução de problemas o que instigou os estudantes para uma participação ativa no percurso do experimento, viabilizando a investigação e a criação de hipóteses capazes de resolver o problema proposto.

Desde os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN EM) já estava estabelecida a necessidade de evidenciar que a experimentação na unidade escolar tem função pedagógica diferenciando-se da experiência científica *stricto sensu*. Os PCN EM destacavam também que a experimentação formal em laboratórios de cunho didático não é capaz de resolver problemas de ensino-aprendizagem em Química, por si só (Brasil, 2000).

Com a realização da pesquisa Santos Júnior *et al.* (2021) concluíram que compensa todo empenho realizado pelos professores para associar os conteúdos já estudados com os que estão sendo apresentados em sala de aula. Tal atitude possibilita ao estudante ampliar o sentido das ideias subsunçoras empregadas em aprendizagens antecedentes para que ocorra novas aprendizagens.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos analisados apontaram resultados positivos sobre a utilização da experimentação no ensino de Química na promoção da aprendizagem significativa, bem como, alguns desafios. Faz-se necessário continuar a busca para que essa experimentação seja compreendida no que tange a abordagem investigativa e mais, nos textos analisados não há consonância se a experimentação pode ser entendida como recurso didático, ferramenta, metodologia ou outra definição.

Assumindo como ponto de partida que as práticas experimentais vão ao encontro do que os principais documentos norteadores da Educação Básica evidenciam no presente momento, e que as mesmas são capazes de tirar o estudante de uma atitude passiva tornando-o protagonista de sua formação, é necessário compreender como se dá a aprendizagem significativa dos estudantes neste contexto.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa, Portugal: Editora Plátano, 2000.
- BATISTA, J. de S.; GOMES, M. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. **Revista De Ensino De Ciências e Matemática**, 11(4), 79–94, 2020.
- BESSA, V. da H. **Teorias da Aprendizagem**. 2 ed. Curitiba: Editora IESDE Brasil S.A., 2011.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, 1998.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Bases Legais. Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CARVALHO, D. de A. **Experimentação no ensino de química**: propostas de realização em busca da aprendizagem significativa. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016.
- CARVALHO, R. S. C., DE-CARVALHO, P. S.; MIRANDA, S. C. O ensino de ciências por investigação à luz da aprendizagem significativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.18 n.35; p. 155-172, 2021.
- Documento Curricular para Goiás (DC-GO)**. Goiânia/GO: CONSED/UNDIME Goiás, 2018
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Revista de Ciência da Educação**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.
- GOBBATO, K. **Aprendizagem significativa no ensino de química**: o caso da experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre polímeros sintéticos. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul. 2018.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

LOURENÇO, R. W. de, ALVES, J. G. de S.; SILVA, A. P. R. Por uma aprendizagem significativa: metodologias ativas para experimentação nas aulas de ciências e química no Ensino Fundamental II e Médio / For meaningful learning: active methodologies for experimentation in science and chemistry classes in Elementary School II and High School. **Brazilian Journal of Development**, 7(4), 35037–35045, 2021.

MAIA, J. de O., JUNQUEIRA, M. M., Wartha, E. J.; SILVA, E. L. Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de Química. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n.º Extra, pp. 1002-1006, 2013.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In II Encontro Internacional: Linguagem, Cultura e Cognição. Mesa redonda Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2003.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: EPU, 2011.

PASSOS, B., VASCONCELOS, A. K.; SILVEIRA, F. Ensino de Química e Aprendizagem Significativa: uma proposta de Sequência Didática utilizando materiais alternativos em atividades experimentais. **Revista Insignare Scientia - RIS**, 5(1), 610-630, 2022.

PIRES, D. R. G.; SÁ, L. P. A experimentação no ensino de cinética química: buscando indícios da aprendizagem significativa. **Scientia Naturalis**, 3(2), 2021.

PUCCINI, L. R. S.; GIFFONI, M. G. P.; SILVA, L. F.; UTAGAWA, C. Y. Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 10, n. 28, p. 75–82, 2015.

RODRIGUES, M. D. D. M. P. **O ensino de química com a utilização de laboratório móvel**: uma possibilidade de promoção da aprendizagem significativa por meio da experimentação. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2021.

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 1, p. 83–89, jan. 2007.

SANTOS JUNIOR, J. B. dos, CAMARGO DE OLIVEIRA, L., BOTERO, W., VON SIMONYI, B.; LEITE JUNIOR, L. C. Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica: An investigation on the effectiveness of experimentation and simulation for meaningful learning in organic chemistry. **Revista Thema**, 19(3), 499–516, 2021.

SANTOS, G. G. **Aprendizagem significativa no ensino de química experimentação e problematização na abordagem do conteúdo Polímeros**. 2017. 88 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, Santos, Volume 12, número 26, p. 180-207, jan.-abril, 2020.

SILVA, R. C.; BIZERRA, A. M. C. A experimentação investigativa como prática de ensino de Química numa perspectiva Ausubeliana e Vygotskyniana. **Research, Society and Development**, v. 9, n.4, 2020.

CAPÍTULO 03: A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – UM ESTUDO DE CASO SOBRE AS CONCEPÇÕES DOCENTES

INTRODUÇÃO

No clássico “Alice no País das Maravilhas” de Lewis Carroll é emblemático o diálogo no qual a protagonista pede ajuda ao gato e pergunta para onde vai aquela estrada em que estão. O gato então a questiona sobre para onde ela quer ir, e Alice o responde dizendo estar perdida, tendo que ouvir do gato que qualquer caminho serve se você não sabe para onde ir. Muitas vezes os diálogos entre gestores escolares e corpo docente se parece com a conversa entre a Alice e o gato. Tantas demandas surgem que os profissionais se sentem perdidos e, para piorar a situação os estudantes, que estão inseridos neste contexto, acabam compartilhando os mesmos sentimentos e também se sentem perdidos.

De acordo com Soares *et al.* (2022) o diretor da unidade escolar tem o papel de liderança que, fundamentado no diálogo e no respeito mútuo, pode por meio da participação ética e colaborativa de professores convergir em cumprimento de metas e objetivos entendidos como coletivos da comunidade escolar.

As aulas de Ciências da Natureza incluem os componentes curriculares Biologia, Física e Química, não sendo muito difícil encontrar entre os estudantes falas negativas sobre suas vivências e experiências nestas aulas. Falando em experiências, estas muitas vezes são ignoradas. Tanto a experiência de vida e de mundo que os estudantes trazem, quanto as atividades experimentais que poderiam ser utilizadas nas aulas de Ciências da Natureza.

A vivência destes estudantes e tudo que os compõem enquanto sujeitos participantes do processo de ensino-aprendizagem muito podem colaborar com um caminho bem trilhado. Zômpero e Laburú (2011) apontam que nas atividades investigativas é preciso constar algumas características como: engajamento dos estudantes; formulação de hipóteses; investigação e exposição dos resultados. Sobre a formulação de hipóteses, os autores lembram ainda que constitui um momento favorável para o reconhecimento dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Para que os professores possam se sustentar em atividades experimentais e para que haja promoção da aprendizagem de conceitos científicos é necessário conhecer sobre a experimentação ou estar apto a buscar informações e conhecimentos que orientem a prática

pedagógica do docente, inclusive nos anos iniciais da Educação Básica. Zômpero, Passos e Carvalho (2012) afirmam que propiciar a reflexão, estimular o estudante, aguçar a curiosidade, promover atividades que permitam aos estudantes solução de problemas são objetivos esperados do professor ao ministrar conteúdos de Ciências nas séries iniciais.

Compreende-se que o caminho escolhido pelo professor de Biologia, Física e/ou Química para fazer uso da experimentação em suas aulas deve ser bem planejado e, portanto, bem fundamentado. Conhecer onde se quer chegar, quando se decide utilizar atividades experimentais no ensino, é essencial para que tanto os professores quanto os estudantes tenham experiências exitosas com a utilização dessa estratégia.

Diante do contexto apresentado, o presente estudo tem como objetivo descrever e interpretar as percepções de professores de Ciências da Natureza que atuam em escolas da Rede Estadual de Educação de Goiás sobre a experimentação no processo de ensino-aprendizagem.

METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza, quanto à abordagem, como uma pesquisa qualitativa. Segundo Fonseca (2002) é um tipo de pesquisa caracterizada por se preocupar com aspectos da vivência que são centrados na percepção e elucidação do funcionamento das relações sociais. Quanto à natureza pode ser entendida como uma pesquisa aplicada, pois segundo Silva e Menezes (2001), este tipo de pesquisa visa elaborar conhecimentos que sejam aplicados e dirigidos à resolução de questões específicas que abrangem interesses locais.

Considerando os objetivos, essa pesquisa é descritiva, pois intenciona retratar as características de uma população definida e envolve o uso de coleta de dados através de um questionário estruturado (Gil, 1991). Levando-se em consideração os procedimentos, esse estudo pode ser classificado como um estudo de caso, busca-se abundância de dados e informações passíveis de contribuição com os saberes na área de forma aplicada (Pereira *et al.*, 2018). Para Alves-Mazzotti (2006) no estudo de caso há uma investigação em um item específico localizado em uma situação.

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário estruturado elaborado no *Google Forms* composto por quatro sessões e 16 questões. A primeira seção do questionário contemplava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo obrigatório atestar ciência para participação na pesquisa. A segunda seção do questionário contava com seis questões

fechadas voltadas ao perfil do docente, a saber: sexo, faixa etária, tempo de atuação na docência, tipo de unidade escolar de atuação do docente, município e componente curricular (disciplinas) da área de Ciências da Natureza que o professor ministra.

Dez questões integravam a terceira seção do questionário sendo nove delas objetivas e a última discursiva. As questões voltavam-se ao uso da experimentação nas aulas, percepção docente quanto ao favorecimento do ensino com o uso da estratégia, percepção quanto à aprendizagem dos estudantes, dificuldades encontradas ao utilizar a experimentação, motivos relacionados ao não uso, espaços para realização das práticas experimentais, participação em formações pedagógicas sobre essa estratégia. A questão discursiva solicitava aos professores que escrevessem sobre o próprio entendimento da experimentação no Ensino de Ciências da Natureza. Na quarta sessão havia um agradecimento ao participante.

O questionário foi encaminhado, via aplicativo de mensagens, para os coordenadores pedagógicos de todas as unidades escolares localizadas nas nove cidades e no distrito que estão sob responsabilidade da Coordenação Regional de Educação de Palmeiras de Goiás (CRE Palmeiras de Goiás – Secretaria Estadual de Educação de Goiás). O recorte geográfico se deve ao fato de a primeira autora desta pesquisa ser vinculada a referida Regional. Solicitou-se aos coordenadores que repassassem aos professores de todas as séries do Ensino Médio, turmas e turnos, modulados em ao menos um componente curricular da área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e/ou Química).

Para a análise dos dados foi utilizada a Teoria Fundamentada nos Dados (TFD) que, de acordo com Prigol e Behrens (2019), é capaz de entender a pluralidade de fatos, dados, informações, experiências da realidade, além das múltiplas dimensões e causas dos fenômenos. Ainda segundo estes autores, esta metodologia tem etapas estruturadas, porém oportuniza ao pesquisador a construção de caminhos próprios, até a conclusão da pesquisa há aprendizado contínuo.

A questão discursiva apresentada ao final do questionário era: “O que você entende por experimentação no Ensino de Ciências da Natureza?”. Em uma tabela foram inseridos os dados de identificação do professor, em seguida a resposta dada à questão proposta e, posteriormente, as palavras e/ou fragmentos que foram retirados da resposta do professor para que finalmente o significado fosse pesquisado e registrado em uma última coluna da tabela.

Por questões éticas, os nomes dos participantes da pesquisa foram preservados. As respostas transcritas na apresentação dos resultados e discussão foram indicadas pelas letras iniciais do nome e de algum dos sobrenomes dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa envolveu 36 professores que atuam no Ensino Médio no componente curricular da área de Ciências da Natureza em unidades escolares de nove cidades (Palmeiras de Goiás, Cezarina, Nazário, Edéia, Indiara, Paraúna, Jandaia, Varjão e Palminópolis) e um distrito (Claudinópolis) pertencentes à Coordenação Regional de Educação de Palmeiras de Goiás (Figura 01).

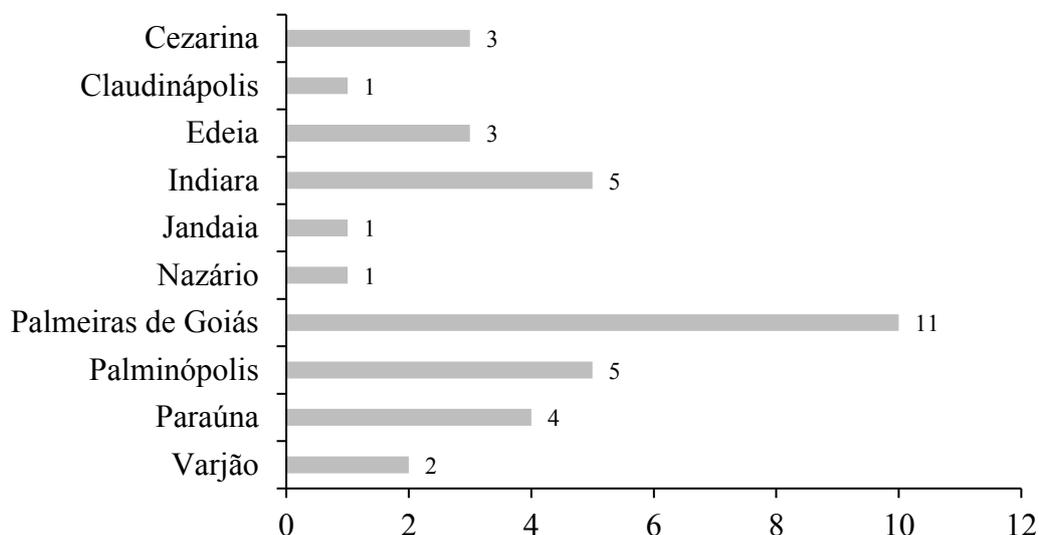
Dos 36 participantes da pesquisa, 63,9% dos respondentes são do sexo feminino e 36,1% do sexo masculino. Quanto à faixa etária dos professores, 20 (55,6%) estão na faixa etária entre 26 e 40 anos, 10 (27,8%) entre 41 e 50 anos, três (8,3%) possuem até 25 anos de idade e três (8,3%) acima de 50 anos. Sobre o tempo de atuação na docência, 19 (52,8%) professores possuem menos de 10 anos de serviço, 11 docentes (30,6%) entre 10 e 20 anos de serviço e seis professores (16,7%) com experiência entre 21 e 30 anos de serviço.

Diante do exposto, a maioria dos respondentes são mulheres, na faixa etária entre 26 e 40 anos e com menos de 10 anos de serviço na docência. Tais dados são coerentes com o Censo Escolar 2023 (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep) (<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>) que aponta que na Educação Básica na rede pública estadual brasileira 67,4% dos docentes são do sexo feminino.

Do total de professores respondentes, dois trabalham em mais de um tipo de colégio ministrando aulas em um Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (CEPMG) e em um Colégio Estadual regular. Quanto aos demais, 24 participantes da pesquisa estão modulados em Colégio Estadual regular, oito em Centro de Ensino em Período Integral (CEPI) e dois professores ministram aulas em unidade do CEPMG.

A maioria dos docentes que participou da pesquisa atua em Palmeiras de Goiás, pois o município conta com uma unidade de CEPMG, uma unidade de CEPI e duas unidades de Colégios Estadual regulares, o que não é realidade nas demais cidades e no distrito de Claudinópolis.

Figura 01: Número de professores por municípios/distrito de atuação participantes da pesquisa sobre experimentação no Ensino de Ciências da Natureza.



Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao componente curricular da área de Ciências da Natureza, a maioria dos docentes atuam em apenas um dos componentes curriculares, a saber: 12 são professores de Biologia, oito de Química e sete de Física. Com relação aos demais, dois professores lecionam as disciplinas de Química, Física e Biologia; seis atuam como professores de Química e Biologia, um professor é responsável por Física e Química. Às vezes é necessário que o professor atue em mais de um componente curricular para completar sua carga horária e, por se tratar de áreas afins, é costumeiro nas unidades escolares que os professores ministrem aulas de diferentes disciplinas.

Entende-se que tais aspectos levam à precarização da Educação. Dados do Censo Escolar 2023 (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep) (<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>) mostram que no Brasil como um todo, considerando-se o Ensino Médio, 68,2% dos professores possuem formação em licenciatura ou bacharelado com complementação pedagógica na mesma área da disciplina que leciona e cerca de 24% dos docentes possuem formação em licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) em área diferente daquela que leciona. Ainda 3,3% de professores estão em atuação sem formação em ensino superior. Portanto, são questões preocupantes conforme destacado no trabalho de Costa (2013). O autor enfatiza que passa pela formação do professor a universalização do Ensino Médio com

qualidade social. No trabalho deste autor o ensino de Física é tido como o mais preocupante, pois 74,8% dos professores não são habilitados.

A segunda etapa do questionário consistiu em levantar dados sobre a experimentação no Ensino de Ciências da Natureza. Quando questionados sobre a utilização da experimentação, 32 (88,9%) professores afirmaram que utilizam ou já utilizaram a experimentação no processo de ensino-aprendizagem nos componentes curriculares de Ciências da Natureza. Quatro professores (11,1%) responderam que não utilizam ou utilizaram a experimentação. Assim, é uma estratégia didática conhecida pela maioria dos docentes participantes da pesquisa. Do total, 32 professores afirmaram que perceberam que a experimentação favoreceu o ensino de Ciências da Natureza e quando questionados sobre a aprendizagem, estes mesmos professores afirmaram que a estratégia proposta favorece ou favoreceu a aprendizagem dos estudantes em Ciências da Natureza.

Dentre as dificuldades mencionadas pelos professores ao fazer uso da experimentação na Escola destacaram-se a falta de equipamentos e insumos, e a falta de espaço físico adequado. Nenhum participante assinalou a falta de apoio da gestão escolar ou a falta de domínio para o uso da abordagem didático-pedagógica. A pergunta possibilitava a marcação de mais de uma opção. Quanto aos professores que não realizaram ou não realizam a experimentação, os principais fatores apontados foram os mesmos: falta de equipamentos e insumos, e falta de espaço físico adequado.

Sobre a existência de espaço adequado para a realização da experimentação mais da metade dos professores, 22 (61,1%), afirmaram que não há espaço físico adequado para a realização da experimentação nas escolas onde atuam. Outros dez professores (27,8%) afirmaram que há sim espaços adequados e quatro professores (11,1%) selecionaram a opção ‘não se aplica’, pois não fazem uso da experimentação.

Do total, 27 professores afirmaram que utilizam a própria sala de aula para a realização das práticas experimentais, seguido de 22 respostas no “espaço aberto”. Laboratório obteve cinco respostas, lago municipal e a própria casa do estudante tiveram uma resposta cada. Nessa questão também era possível selecionar mais de uma resposta.

Muitas escolas da Educação Básica brasileira são carentes em termos de infraestrutura. Segundo dados do Censo Escolar 2023, publicados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) (<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>), apenas 10% das escolas

públicas possuem laboratório de ciências. A existência de espaço físico adequado, bem como, equipamentos e insumos, é essencial para a realização de atividades experimentais. Contudo, percebe-se pelas respostas dos docentes que a falta do laboratório não impede a realização das atividades experimentais que acabam ocorrendo na própria sala de aula ou ainda nos espaços abertos da unidade escolar.

Questionou-se aos professores se eles já participaram de algum tipo de formação pedagógica voltada às práticas de experimentação no Ensino de Ciências da Natureza e 61,1% dos respondentes afirmaram que não tiveram formação (22 professores), enquanto 38,9% afirmaram ter recebido algum tipo de formação (14 professores). Tal aspecto ressalta a necessidade de se trabalhar formações continuadas sobre esta temática. Dentre as opções de formação realizadas, havendo possibilidade de selecionar mais de uma resposta, 12 professores responderam que já realizaram cursos de curta duração (até 80 horas), quatro realizaram especialização *lato sensu* com até 360 horas, um professor selecionou a opção *stricto sensu*, três professores afirmaram formação em serviço e formação em disciplina específica na licenciatura foi destacada por um respondente.

As respostas dadas pelos professores à questão discursiva foram transcritas abaixo:

A.M.: “Realizar investigação experimental com intuito de provar teorias propostas.”

M.S.: “Realizar na prática experimentos que mostram como ocorrem fenômenos, procedimentos, como são as estruturas de organismos.”

N.M.: “Mostrar na prática a teoria.”

P.S.: “Uso de materiais/recursos para visualização de conceitos na prática.”

S.D.: “Essa situação de aprendizagem tem como objetivo introduzir o pensamento científico – pré-conhecimento científico - a partir da observação, identificação e registro.”

S.N.: “A experimentação conseguimos que os alunos se sintam mais fomentados para a realidade de seu cotidiano.”

S.M.: “Uma atividade prática, que complementa a teoria.”

O.B.: “União da prática com a teoria.”

W.S.: “Realizar experimentos.”

L.R.: “Atividades práticas em que os alunos possam vivenciar a prática de um assunto científico do componente curricular.”

H.F.: “Aplicabilidade dos conteúdos ministrados.”

J.M.: “É tornar prático, é tornar visível ao aluno aquilo que ele viu em sala de forma teórica, e assim poder fazer assimilação de conteúdo.”

R.S.: “Experimentação no EM pode ser entendida como demonstração do saber fazer e do saber manusear com precisão para que haja um bom entendimento da situação, bons alunos lembraram sempre daquela situação em sala e que possivelmente acrescentaram no seu dia a dia.”

P.L.: “Aulas práticas.”

J.B.: “É uma forma de ampliar o conhecimento e incentivar o aluno a pesquisa científica.”

G.P.: “Aprendizagem por meio de experiência prática.”

S.P.: “Quando o professor oportuniza aulas práticas. Quando o aluno tem a oportunidade de participação efetiva das atividades práticas.”

W.J.: “Realizar experimentos nas áreas científicas, como: tipagem sanguínea, construção de transformadores de energia, práticos para realizar em sala de aula. Exposição de densidade, usando líquidos de fácil obtenção.”

V.A.: “É aplicar a teoria na prática.”

J.S.: “Seria alguma aula onde se inclui aula prática utilizando métodos diferentes do dia a dia.”

A.S.: “Coloração de lâminas cujo o material biológico utilizado foi o sangue.”

G.G.: “Conciliar prática e teoria.”

C.N.: “Usar a prática para mostrar a teoria.”

S.A.: “Uso de materiais acessíveis para experimentos.”

W.P.: “Experimentação no Ensino de Ciências da Natureza é a ação de desenvolver experimentos práticos de tal forma a propiciar uma compreensão dos saberes teóricos abordados em sala de aula.”

R.C.: “Aplicar o conteúdo através de experimentos práticos para que o aluno associe melhor fazendo uso do visual, associando a teoria na prática.”

J.A.: “Aulas com experimentos práticos, com aulas de pesquisa de campo, e práticas de laboratório, ou qualquer aula que o aluno coloque a mão na massa.”

S.F.: “Fazer alguma experiência na área de ciências da natureza.”

L.F.: “Mostrar na prática o que estamos falando.”

J.F.: “Eu entendo como atividades interdisciplinares.”

J.R.: “Utilizar de experiências ou práticas para aprofundar os conhecimentos teóricos que são trabalhados em sala de aula.”

T.C.: “A experimentação seria uma metodologia onde podemos levantar e testar hipóteses para explicar os fenômenos observados durante a realização das atividades, induzindo o aluno ao pensamento crítico e científico.”

L.K.: “Experimentação é a complementação do ensino aprendizagem.”

L.O.: “Realizar atividades que aproxima a teoria com a prática.”

L.M.: “Estratégia didática para solução de problemas através de levantamento de hipóteses e experimentos.”

R.C.: “Tecnologia.”

A partir destas respostas foram retiradas palavras e/ou fragmentos que foram interpretados pela pesquisadora como essenciais nas respostas dos entrevistados. Cada uma dessas palavras foi pesquisada em dicionário da língua portuguesa tendo seus significados registrados (Tabela 1). Segundo Prigol e Behrens (2019) é fundamental procurar elementos que representem a subcategoria, como suas propriedades, características, atributos, caracteres e especificidades, que auxiliam a construir o conceito e as propriedades da categoria.

Tabela 01: Agrupamento das palavras retiradas das respostas dos professores participantes do estudo e proposta de categorização.

Palavra-chave para as categorias	Significado tomado como referência	Palavras retiradas das respostas dos entrevistados e associadas à categoria proposta	Número de respostas	Categoria emergente da análise
Conciliar	Aliar, combinar	Complemento, união, conciliar, interdisciplinar,	6	Favorece a aproximação

				entre teoria e prática
Conhecimento	Informação ou noção adquiridas pelo estudo ou pela experiência	Tecnologia, pensamento, fomentar.	5	Viabiliza, extrapolar o que foi estudado
Método	Procedimento organizado para atingir certo resultado	Metodologia, estratégia.	2	Desenvolve a noção do método científico
Prática	Fazer, realizar	Experimento, vivenciar, aplicabilidade, prática.	16	Oportuniza a execução de procedimentos
Ver	Ter a percepção visual de	Provar, mostrar, visualização, visível, demonstração, coloração.	7	Oferece possibilidade de visualização

Fonte: Elaboração própria.

Na maioria das respostas dos professores participantes (16 ou 44,45% do total) o entendimento acerca da experimentação no Ensino de Ciências está associado à “prática” (Tabela 1). O que possibilitou a associação às palavras essenciais: experimento, vivenciar, aplicabilidade e prática. Das palavras citadas, “prática” foi levantada, a partir das interpretações, como conceito fundamental e o significado ressaltado como: fazer, realizar. Estabeleceu-se que a categoria apontava para a experimentação como: *oportuniza a execução procedimentos*.

Para Oliveira (2010) a abordagem denominada experimentos de verificação apresenta algumas vantagens como a possibilidade de os estudantes exercitarem técnicas em laboratório e manusearem materiais. Assim, a experimentação de verificação oportuniza a execução de procedimentos.

Estudando as possibilidades da experimentação, Sato e Magalhães Júnior (2006) apontam que, a depender do sentido, a experimentação remete às aulas práticas em que os estudantes podem manusear equipamentos envolvidos na atividade que lhes foi proposta, de forma que favoreça a compreensão de conteúdo. Neste trabalho, a partir das respostas dos professores participantes da pesquisa, tenta-se entender os aspectos positivos dos estudantes manusearem materiais e equipamentos para a experimentação em aulas de componentes da área de Ciências da Natureza.

O professor que está à frente da elaboração e aplicação das aulas com a utilização das atividades experimentais deve se preocupar mais com as ações do que apenas com a

manipulação de ferramentas. Mota *et al.* (2023) expõem que a formação que prepara os professores deve não apenas ensiná-los a manusear equipamentos e materiais, mas, essencialmente, uma formação capaz de discutir o papel pedagógico do laboratório e das atividades experimentais para construção do conhecimento.

Na resposta de sete professores (19,45%) os elementos retirados para interpretação permitiram a formação de um grupo em torno da palavra principal: “ver”. Para esta palavra o significado tomado como referência foi a ideia de “ter a percepção visual de...”. O corpo de dados formado a partir das ideias compartilhadas pelos professores permitiu o estabelecimento da categoria que indicava que a experimentação: *oferece possibilidade de visualização*.

Para Araújo e Abib (2003) a característica tomada como principal para as atividades experimentais é a viabilidade de ilustrar algumas particularidades de fenômenos tratados no conteúdo curricular, fazendo com que, de alguma forma, se tornem explícitos e com oportunidade de proporcionar aos estudantes a concepção de representações.

A oportunidade de fazer com que os estudantes visualizem na experimentação o que fora estudado nas aulas de Ciências da Natureza é interessante, em especial considerando que muitas aulas dessa área de conhecimento oferecem informações abstratas para a maioria dos estudantes. Seria como possibilitar uma tradução do mundo micro para o mundo macroscópico.

Ainda sobre os experimentos tidos como demonstrativos, Oliveira (2010) cita que mesmo que a função motivacional destes experimentos seja uma das mais elencadas pelos professores que utilizam esta proposta de atividade, a experimentação de cunho demonstrativo, se for apropriadamente empregada, é válida pedagogicamente para a aprendizagem dos estudantes.

Com base na análise das repostas de seis professores participantes (16,67%), foram retiradas palavras como complemento, união, interdisciplinar e a palavra que instituiu o grupo foi “conciliar”. A partir desta palavra e da verificação de seus significados, assumiu-se uma interpretação de: aliar, combinar no que diz respeito às teorias das Ciências da Natureza e suas práticas possíveis. A categoria levantada propõe que a experimentação *favorece a aproximação entre teoria e prática*.

Na concepção de Gomes *et al.* (2016) a experimentação auxilia a associação e compreensão com aquilo que ocorre no cotidiano do estudante, conduzindo-o a recapitular a teoria que foi contextualizada em sala de aula com a prática passando, assim, para o concreto aquilo que era abstrato.

Nas respostas de cinco professores (13,88%) a identificação de palavras-chave levou a formação de um grupo que foi encabeçado pela palavra ‘conhecimento’. Além desta, foram agrupadas neste conjunto as palavras: tecnologia, pensamento, fomentar. Para a palavra ‘conhecimento’ utilizou-se como orientador o significado indicado por: informação ou noção adquiridas pelo estudo ou pela experiência.

Constatou-se nesta categoria que a experimentação: *viabiliza extrapolar o que foi estudado*. Para Batista e Gomes (2020) o estudante ao pensar, realizar e tomar decisões tem a construção de conhecimento, bem como, a interligação dos conceitos. A estrutura cognitiva vai tornando-se mais rica e passível de interação entre as informações.

Para as aulas de Ciências da Natureza é intuito que os estudantes realizem com sucesso este percurso: unir conhecimento cotidiano ao conhecimento científico para que, assim, tenham suas habilidades, tão exigidas no mundo atual, sendo desenvolvidas e aprimoradas.

Em duas respostas dos professores participantes do estudo (5,55%) foram retiradas as palavras: metodologia e estratégia. Entre os possíveis significados encontrados para estas palavras, método foi a principal. Tomou-se como significado de método: procedimento organizado para atingir certo resultado. E a partir dos estudados, interpretações e análises, tem-se que a experimentação *desenvolve a noção do método científico*.

Concorda-se com as palavras de Galiazzi *et al.* (2001) que poucos estudantes optam por seguir carreiras científicas, o que justifica o fato de não se fazer experimentos na pretensão de apenas formar cientistas. Nesse sentido, os objetivos que podem ser explanados envolvem o questionamento, o desenvolvimento da observação e a coleta e organização de dados. Estes autores consideram ainda que na formação cidadã estas não são as aprendizagens mais relevantes e por isso discordam também do destaque atribuído ao desenvolvimento das habilidades manipulativas.

No contexto deste estudo, o intuito é propor agrupamentos interpretativos a partir das respostas concedidas pelos professores-participantes sem reprovar uma ou outra concepção, os participantes estão inseridos em distintas realidades e atuam em distintas escolas no interior do estado. Se um grupo considera válido o desenvolvimento das habilidades manipulativas como utilizar uma pipeta, realizar a leitura do volume em uma bureta ou transferir líquido utilizando bastão de vidro, não será aqui determinado o que está certo ou não.

Em Costa (2013) encontra-se que os professores do Ensino Médio têm uma extensa jornada laboral em termos de horas aplicadas à docência, o que já constitui um agravante na

qualidade do trabalho, e isso ainda é adicionado exigências relacionadas às tarefas e desempenho da escola como um todo e dos estudantes especificamente.

Intenciona-se compreender o que estes professores entendem por experimentação nas suas aulas com foco em buscar formas de melhorar a formação continuada docente, bem como, investigar estratégias, metodologias e abordagens que podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem aplicáveis aos contextos dos participantes.

Acredita-se que a experimentação pode ser uma grande aliada nas aulas de Ciências da Natureza no Ensino Médio. Lima e Marcondes (2013) discutem que as atividades experimentais têm sido consideradas pelos docentes do componente curricular Química como essenciais no ensino, porém há dificuldades para que sejam propostas e analisadas atividades que estejam fundamentadas na investigação e ainda em compreender que as discussões conceituais são capazes de beneficiar o processo de ensino-aprendizagem.

Quando se trata da abordagem investigativa da experimentação, uma das características que pode ser destacada é a participação ativa dos estudantes em todas as fases propostas, o que vai ao encontro do que é proposto nos documentos orientadores da Educação Básica. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017), referindo-se ao Ensino Médio, afirma que para que haja a formação crítica, criativa, autônoma e responsável dos jovens compete às unidades escolares de Ensino Médio possibilitar experiências e processos capazes de assegurar as aprendizagens que são indispensáveis para a identificação da realidade em que estão inseridos, o confronto com os desafios de caráter social, econômico e ambiental da contemporaneidade e a seleção de escolhas que sejam fundamentadas e éticas.

É necessário ainda que o mundo seja apresentado aos jovens como possibilidades de investigações e intervenções, sejam elas políticas, sociais, produtivas, ambientais e/ou culturais, de maneira que sintam motivação para analisar e solucionar demandas herdadas das gerações antecedentes, capazes de refletir na atualidade, rompendo-se de forma inovadora para o que é novo. Entre os vários desafios encontrados pelos professores com a implantação do Novo Ensino Médio, orientado pela BNCC, está pensar a experimentação de forma que esteja alinhada ao que se espera na formação no Ensino Médio na Educação Básica.

O presente estudo buscou entender o que os professores pensam sobre a experimentação para que outros estudos sejam realizados, cada vez mais próximos da realidade vivenciada pelos docentes em sala de aula. Aponta-se ainda o desejo de que todos os professores, em meio a árdua rotina em que estão inseridos, tenham possibilidade de refletir

sobre suas intenções acerca da experimentação, particularmente, os professores dos componentes de Ciências da Natureza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atingiu-se o objetivo deste estudo quanto a análise das concepções que os professores de Ciências da Natureza, atuando em unidades escolares da Rede Estadual de Educação de Goiás, tem sobre a experimentação na Educação Básica. Os docentes que participaram da pesquisa atuam em Palmeiras de Goiás ou nos municípios que integram a Coordenação Regional de Educação do referido município. Analisando as respostas discursivas dos professores, emergiram cinco categorias relacionadas à experimentação: oferece possibilidade de visualização, oportuniza a execução de procedimentos, viabiliza extrapolar o que foi estudado, favorece a aproximação entre teoria e prática, e desenvolve a noção do método científico.

As atividades experimentais são capazes de viabilizar a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo aos docentes uma possibilidade de atuação nas aulas de Ciências da Natureza de acordo com o que é proposto nos principais documentos da Educação Básica. Neste sentido, faz-se necessário a prática docente da ação-reflexão-ação focando no objetivo que se quer chegar com a experimentação como estratégia no processo de ensino-aprendizagem. Caminhos múltiplos são encontrados na literatura e nas vivências escolares, a escolha de qual seguir precisa ser tomada de maneira intencional (consciente e responsável).

REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J. **Usos e abusos dos estudos de caso.** Cadernos de Pesquisa [online]. v. 36, n. 129, pp. 637-651, 2006.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, jun . 2003.
- BARATIERI, S. M.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R.; ROCHA FILHO, J. B. **Opinião dos estudantes sobre a Experimentação em Química no Ensino Médio.** Experiências em Ensino de Ciências. V. 3, n. 3, p. 19-31, 2008.

BATISTA, J. de S.; GOMES, M. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 79–94, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

COSTA, G. L. M. O ensino médio no Brasil: desafios à matrícula e ao trabalho docente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 236, p. 185–210, jan. 2013.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

FORQUIN, J.C. **Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais**. Teoria e Educação. n. 5, p. 28-49, 1992.

GAIA, A. M. *et al.* **Atividades experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas**. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação; Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógica, 2009.

GALIAZZI, M. do C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência educ.**, Bauru, v. 07, n. 02, p. 249-263, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Atlas. 1991.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999. Acesso em: 04 out. 2022.

GOMES, P. W. P.; MURIBECA, A. J. B.; CAMPOS, J. M.; COSTA, A. P. A.; MALATO, B. V.; SILVA, D. S. C.; SOUZA, R. F. A experimentação como instrumento para o ensino de titulação com uma turma de graduandos em licenciatura em Química. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 12, n. 6, 2016.

LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas propostas por professores de Química em uma ação formativa reflexiva. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n.º Extra, pp. 1904-1909, 2013.

MOTA, M. D. A.; SILVA, W. D. A. da; RIBEIRO, L. de S.; LEITE, R. C. M. Experimentação e docência nas Ciências da Natureza: o que pensam e fazem professores de laboratório de escolas públicas estaduais do Ceará?. **Revista Pedagógica**, [S. l.], v. 25, p. 1–24, 2023.

OLIVEIRA, J. R. S. **A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química.** Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico] – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PRIGOL, E. L.; BEHRENS, M. A. Teoria Fundamentada: metodologia aplicada na pesquisa em educação. **Educação & Realidade**, v. 44, n. 3, p. e84611, 2019.

SATO, L.; MAGALHÃES JÚNIOR, C.A.O. Investigação das dificuldades dos professores de ciências com relação à prática de ensino por meio da experimentação. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, vol. 6, n.1, p. 35-47, jan./jun., 2006

SILVA, E. L. da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**/Edna Lúcia da Silva, Eстера Muszkat Menezes. – 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 121p, 2001.

SOARES, T. P.; SILVA, L. Q.; JUNG, H. S.; FOSSATTI, P. Gestão escolar e clima organizacional: a influência da comunicação. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 6, p. 372–381, 2022.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

ZÔMPERO, F.; PASSOS, Q.; CARVALHO, L. M. **A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.** UNOPAR, v. 7, p. 43-54, maio 2012.

CAPÍTULO 04: SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS PARA AULAS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA – UMA PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL

INTRODUÇÃO

Ser professor na área de Ciências da Natureza por si só já diz muito sobre o contato do profissional com a Ciência. Passar por um curso de formação superior sem o contato com a investigação, com a experimentação, com o método científico é praticamente impossível. Mas, não sairão, necessariamente, cientistas destes cursos, isso faz lembrar que o objetivo do ensino de Biologia, Física e Química na Educação Básica também já não é mais voltado à formação de cientistas.

Depois de formados, os professores da área de Ciências da Natureza chegarão em instituições com realidades distintas quanto à documentos orientadores, espaço físico, condição socioeconômica dos estudantes, além de tantos outros aspectos que diferenciarão uma escola da outra. Planejar aulas, portanto, será uma atividade que demandará conhecimento acerca do componente curricular que será ministrado e, principalmente, das características que permeiam o público-alvo das aulas.

Esta dissertação apresentou aspectos do Ensino por Investigação como importante abordagem que pode ser utilizada pelos professores na Educação Básica. Mostrou-se que há coerências entre o uso da abordagem do Ensino por Investigação com foco em se buscar uma Aprendizagem Significativa por parte dos estudantes, conforme proposto por David Ausubel. Além disso, a experimentação revelou-se uma estratégia favorável no processo de ensino-aprendizagem investigativo.

No contexto do Ensino de Ciências por Investigação, Carvalho (2018) diz que uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma sequência de atividades/aulas abarcando um assunto em que cada atividade é planejada do ponto de vista do material e das interações didáticas. A SEI deve possibilitar aos estudantes condições de relacionar o novo tópico de ensino com seus conhecimentos prévios, construir ideias próprias e poder socializá-las com os colegas e com o professor, passar do conhecimento espontâneo ao científico entendendo assim os conhecimentos já estruturados dentro de determinada área do saber.

A autora elenca a possibilidade de utilizar laboratório, demonstração investigativa, textos históricos e outros recursos como atividades para investigar o assunto. Para Motokane (2015) as sequências didáticas podem ser encaradas e pensadas para que sejam uma ferramenta utilizada na coleta de dados na investigação em educação científica.

Diante do contexto apresentado, o objetivo deste capítulo é apresentar as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) elaboradas como produto educacional vinculado a esta dissertação de Mestrado. Assim, foram elaboradas SEI para o componente curricular Química para turmas de Ensino Médio. Os objetivos de aprendizagem propostos estão intimamente atrelados ao currículo e à fase de escolarização. As SEI elaboradas foram organizadas em etapas, conforme sugerido por Scarpa e Campos (2018). As autoras consideram o ciclo investigativo como uma maneira de colocar o Ensino de Ciências por Investigação para funcionar em sala de aula. As fases de uma investigação são discernidas e relacionadas com o intuito de apoiar o professor, tanto no planejamento quanto na execução de atividades ou sequências didáticas investigativas.

As sequências propostas podem ser adaptadas, ajustadas e/ou modificadas para outras realidades docentes. Motokane (2015) afirma que todas as sequências didáticas assumem a autonomia dos professores para que as atividades sejam adequadas às singularidades dos contextos em que desempenham seus papéis. O autor narra que, considerando que cada instituição e cada turma apresenta especificidades, é imprescindível que os professores, que conhecem essas especificidades, façam adequações às demandas de cada turma. Assim, as SEI apresentadas não são imutáveis, pois os estudantes mudam, os contextos em que estão inseridos também, bem como as condições disponíveis em cada um destes contextos.

METODOLOGIA

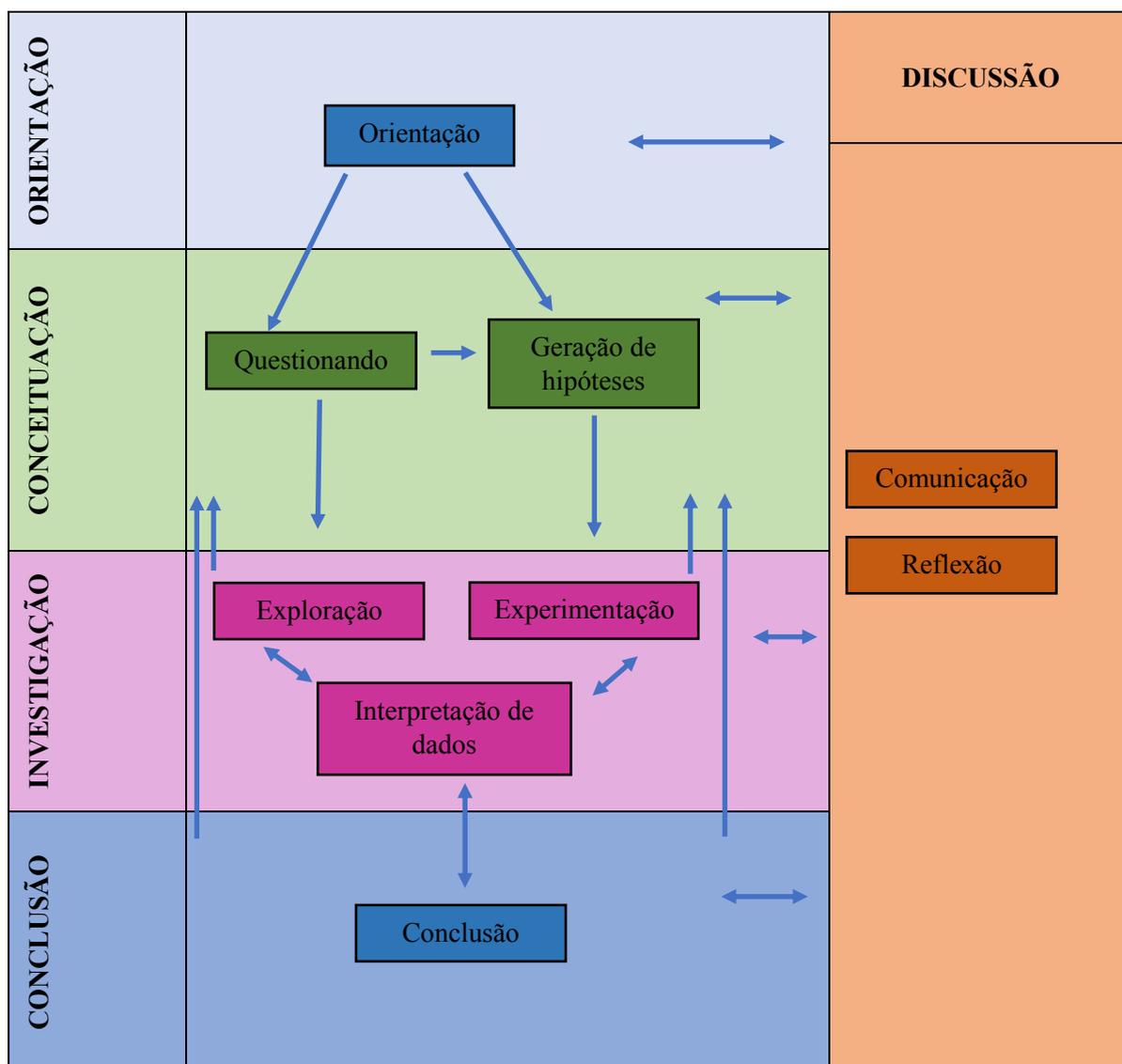
As SEI foram elaboradas a partir da compreensão do Ensino de Ciências por investigação e suas características. Para as sequências propostas tomou-se como características do Ensino por Investigação (Figura 01) a orientação, a conceituação, a investigação, a conclusão e a discussão como descrito por Pedaste (2015).

Sobre as características do Ensino por Investigação, Zompero *et al.* (2019) discorrem que a **orientação** é o período para contextualização e problematização pelo professor sobre o tema que será investigado. Já a **conceituação** está associada ao instante em que o problema é apresentado e a formulação das hipóteses pelos estudantes, fazendo-se necessário a discussão

entre os participantes. No que se trata do quesito **investigação**, as autoras citadas entendem como o enfrentamento de hipóteses que se dá através tanto de um experimento, quanto com consultas textuais que viabilizem coletar e analisar os dados fundamentados em evidências.

A **conclusão** é um momento em que a reflexão e as discussões são necessárias para que os estudantes sejam capazes de sistematizar o conhecimento retomando o problema, as hipóteses propostas e os dados que permitem a finalização da atividade proposta. Em Pedaste (2015) a etapa da **discussão** é considerada um processo que pode apresentar os resultados obtidos em fases específicas ou de todo o ciclo investigativo possibilitando a comunicação com o grupo e viabilizando atividades de reflexão.

FIGURA 01: Características do Ensino por Investigação conforme apresentado por Zompero *et al.* (2019, p.232).



Fonte: Pedaste (2015, p.56).

As SEI foram elaboradas procurando contemplar as habilidades da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) para o componente curricular Química estudantes de Ensino Médio. Cinco SEI foram desenvolvidas. Para Fernandez (2018), o ensino de Ciências, particularmente o ensino de Química, tem passado por inúmeras dificuldades no Brasil. A autora descreve ainda que dentre os componentes curriculares a Química é, frequentemente, considerada impopular, difícil e abstrata, assumindo ainda que boa parte do que é aprendido nas escolas nas aulas deste componente curricular, para um significativo número de estudantes, não faz sentido nenhum.

Diante deste contexto, o Ensino por Investigação aponta para uma proposta que busca oportunizar aos estudantes condições formativas imprescindíveis para às necessidades atuais (Zompero *et al.*, 2019).

DETALHAMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

São apresentadas a seguir as SEI desenvolvidas para o Produto Educacional.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 01

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Substâncias e misturas.

Conteúdo abordado: Propriedades dos materiais.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de

exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT104B) Identificar a composição, a toxicidade e a reatividade dos objetos (metal, madeira, vidro, plástico) que fazem parte do nosso dia a dia, relacionando as propriedades físicas e químicas, com benefícios e riscos trazidos ao ambiente por esses materiais para propor soluções para seus usos e descartes responsáveis.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO/CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas.

Objetivo da aula: Discutir a presença das substâncias químicas no cotidiano.

Recursos didáticos: Computador, projetor multimídia, quadro branco, canetões, cadernos, lápis, canetas.

Metodologia: O professor selecionará previamente, imagens que tenham palavras-chaves como: química, produto químico, substância química, entre outras. Em sites de busca ou em redes sociais é possível localizar imagens como as mostradas abaixo (Quadro 01).

Quadro 1: Imagens selecionadas para inspirar as falas dos estudantes acerca do que pensam sobre química, substâncias químicas, produtos químicos.





Fonte: Imagem da autora.



Fonte:

https://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://popularmed.com.br/BACKOFFICE/Uploads/Produto/Normal/7898623952416.jpg&tbnid=fnT4_rvaFNgoiM&vet=1&imgrefurl=https://popularmed.com.br/capilar-mascara-de-hidracao-sem-quimica-nadinha-300g/28415-01&docid=c8EcQktfpoqDVM&w=900&h=900

As imagens deverão ser projetadas no quadro para que toda a turma visualize e possa expressar suas opiniões e percepções sobre o que são os produtos químicos, possíveis riscos que eles oferecem e aplicações no próprio cotidiano dos estudantes.

Podem ser registradas as falas e percepções nos cadernos e/ou no quadro. É um momento importante para se obter os conhecimentos prévios da turma acerca do que eles sabem sobre química, produtos químicos e seus usos.

A partir deste contexto inicial o professor apresentará aos estudantes a pergunta de investigação: **Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?**

Ainda na apresentação do assunto o professor poderá trazer a seguinte notícia:

“No início de 2024 um caminhão tombou em Joinville provocando derramamento de ácido sulfônico em um rio do município.”

O professor poderá exibir reportagens e, posteriormente, discutir com os estudantes sobre as percepções que a sociedade, em geral, tem de substâncias químicas.

Link para vídeo da reportagem exibida pela Band Jornalismo: <https://www.youtube.com/watch?v=Byva2dz0dA4>

Link para reportagem escrita e publicada no site G1: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2024/02/02/empresa-que-derramou-acido-toxico-em-rio-de-joinville-e-multada-em-r-33-milhoes.ghtml>

Após a exibição das reportagens, o professor solicitará aos estudantes que listem em seus cadernos exemplos de produtos químicos que utilizem no cotidiano. A partir da listagem dos estudantes, pode-se promover um momento de discussão acerca dos exemplos elencados e sua utilização.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos estudantes nas discussões propostas na aula e registros nos cadernos.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO/INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Propriedades dos materiais.

Objetivo da aula: Associar as substâncias químicas utilizadas no cotidiano aos possíveis riscos que suas misturas oferecem.

Recursos didáticos: Computadores (ou *smartphones*), projetor multimídia, cadernos, lápis, caneta, quadro branco, canetões.

Metodologia: A partir dos exemplos citados pelos estudantes na aula anterior sobre substâncias químicas presentes em seus cotidianos, o professor disponibilizará computadores para que os estudantes acessem sites que mostram os resultados de algumas misturas. Os sites oferecem possibilidade de verificar se alguns produtos podem ser misturados ou não, além de alertar sobre a liberação de gases tóxicos em algumas reações.

O acesso aos sites pode ser realizado pelos estudantes nos próprios *smartphones* se essa for uma realidade possível na instituição. Não existindo a possibilidade de cada estudante ter o acesso em equipamento individual, o professor poderá em uma roda de conversa, ouvir as sugestões dos estudantes projetando no quadro a imagem do site. É importante oferecer espaço

para que todos os estudantes simulem o resultado de suas “curiosidades” sobre as misturas possíveis e disponíveis nos sites.

Link 1: <https://podemisturar.com/>

Link 2: <https://posso-misturar.vercel.app/>

Após a interação dos estudantes com estes sites, o professor poderá acessar ou recomendar que eles acessem uma reportagem que trata sobre o assunto sendo especialmente voltada às misturas de produtos de limpeza. Na página da reportagem há um link disponível para uma outra página que simula mistura de produtos de limpeza indicando os produtos formados por essas misturas.

Link da reportagem: <https://oglobo.globo.com/economia/defesa-do-consumidor/noticia/2023/04/misturar-produtos-de-limpeza-e-um-risco-a-saude-veja-o-que-nao-pode-ser-combinado.ghtml>

Link do simulador: https://infograficos.oglobo.globo.com/economia/produtos-de-limpeza-misturas-perigosas.html?_ga=2.260855565.1674001413.1707828907-725858799.1707828907

Para concluir a aula 2, solicitar aos estudantes que construam um mapa mental ou conceitual sobre o entendimento dos riscos de realizar determinadas associações de substâncias químicas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos estudantes nas discussões propostas na aula e registros escritos nos cadernos.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas e propriedades dos materiais.

Objetivo da aula: Perceber que produtos químicos podem reagir entre si mesmo.

Recursos didáticos: permanganato de potássio, glicerina, vidro relógio, papel alumínio, espátula e conta gotas, béquer, água, vinagre e água oxigenada.

Metodologia: Os estudantes realizarão duas atividades experimentais:

Atividade experimental 1

Materiais: Béquer, água, permanganato de potássio, vinagre e água oxigenada.

Procedimentos: Coloque água em um béquer e adicione o permanganato de potássio. Mexa até que o líquido fique violeta e o permanganato desapareça por completo. Depois, despeje o vinagre dentro do béquer com a água e mexa bem. Por fim, adicione a água oxigenada e mexa a mistura.

Espera-se que os estudantes observem as mudanças de cor que ocorrerão além da liberação de gás após a adição da água oxigenada.

Atividade experimental 2

Materiais: permanganato de potássio, glicerina, vidro relógio, papel alumínio, espátula e conta gotas.

Procedimentos: Com o auxílio de um almofariz, triture bem o permanganato de potássio, até que ele fique mais fino. Coloque o papel alumínio em cima do vidro relógio. Acrescente o permanganato de potássio sobre o centro do papel alumínio. Com um conta-gotas, acrescente a glicerina de forma que ele entre em contato com o permanganato de potássio. Afaste-se um pouco e observe o que acontece.

Espera-se que após uns segundos, o permanganato de potássio e a glicerina reajam entre si entrando em combustão por isso é de suma importância orientar os estudantes para que permaneçam atentos durante todo o experimento evitando qualquer acidente.

Resultados e conclusão:

Descreva suas observações em cada etapa do experimento anotando o que você percebeu a cada substância utilizada.

Ao socializar as observações dos estudantes entre a turma, o professor conduzirá o momento para que tenham a oportunidade de expor suas observações, ideias, registros e qualquer outra percepção.

Avaliação da aprendizagem: Envolvimento e participação na realização da atividade experimental.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas e propriedades dos materiais.

Objetivo da aula: Identificar nas produções textuais vestígios de aprendizagem sobre os riscos de misturar substâncias químicas.

Recursos didáticos: Cadernos, lápis, canetas.

Metodologia: Retomando a pergunta investigativa da primeira aula desta sequência didática (“**Por que algumas pessoas se sentem mal após preparar determinadas soluções para a limpeza de casa?**”) os estudantes irão elaborar uma produção textual (HQ, historinha lúdica, crônica, texto argumentativo), individualmente, discorrendo sobre seu entendimento acerca das substâncias químicas que são utilizadas no cotidiano e todas as informações que tiveram contato nas aulas anteriores.

Avaliação da aprendizagem: Produção textual dos estudantes e socialização com o grupo.

REFERÊNCIAS DA SEI 1

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás: Etapa Ensino Médio**. Goiás. 2021.

SOUZA R. O, SEIXAS FILHO J. T, MIRANDA M. G, CARVALHO NETO F. M. O impacto dos produtos domissanitários na saúde da população do Complexo do Alemão - Rio de Janeiro. **Química Nova**. 2015; 37:93-7.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 02

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Interações atômicas e moleculares.

Conteúdo abordado: Ligações Químicas.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular Nº 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT101G) Relacionar os elementos químicos com o tipo de ligação química que podem fazer, considerando os conceitos de estabilidade entre átomos e íons, para analisar as características dos compostos.

(GO-EMCNT201F) Relacionar as diferentes formas de interação entre átomos, considerando os tipos de ligações químicas (iônica, covalente e metálica) com os materiais existentes e formas de vida para formular explicações sobre essas interações e suas constantes mudanças e adaptações.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO/CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Ligações químicas.

Objetivo da aula: Provocar reflexões acerca da presença de ligações químicas no cotidiano. A expectativa de aprendizagem é perceber que ligações químicas podem ser verificadas no cotidiano.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de cor, marca texto, folhas de papel, canetão, apagador, quadro.

Metodologia: Para motivação inicial dos estudantes o grupo assistirá ao vídeo da música “Estranho jeito de amar – Sandy e Júnior” (4:17 min) cuja letra está disponível na descrição na página <https://www.youtube.com/watch?v=F1fjE3aJI9U>.

A partir da música será solicitado aos estudantes que citem qual trecho, frase ou palavra mais lhes chamou atenção. As respostas de todos os estudantes participantes serão anotadas no quadro. O professor dará mais relevância ao trecho da música “será tão frágil nossa ligação?” com foco na palavra “ligação” e nos seus diferentes significados (semântica). Sugere-se ao professor ouvir dos estudantes quais são suas concepções a respeito desse assunto mantendo-os instigados a refletir sobre a presença de ligações no cotidiano.

Se porventura julgar necessário, o vídeo da música poderá ser assistido novamente com os estudantes, a partir do enfoque dado ao trecho citado.

A partir deste contexto inicial o professor irá apresentar aos estudantes a pergunta de investigação: **O que são ligações químicas?**

Buscando o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, o professor irá solicitar um mapa mental a ser construído de maneira individual sobre “ligações químicas”. Para impulsionar a construção do mapa sugere-se a apresentação de perguntas relacionadas, tais como:

1. O que pensam sobre ligações químicas?
2. Onde temos ligações químicas aqui na sala de aula?
3. Será que existem ligações diferentes umas das outras?
4. Citar possíveis exemplos de ligações.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos estudantes nas discussões propostas na aula e construção do mapa mental.

AULA 2 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Eletrólitos e não-eletrólitos.

Objetivo da aula: Demonstrar por meio de um experimento simples a condução de corrente elétrica de algumas substâncias. A expectativa de aprendizagem é possibilitar elementos para a caracterização de tipos de ligações químicas.

Recursos didáticos: Papel-toalha; espátula; sal de cozinha; açúcar comum; vinagre; álcool comercial; acetona; solução de hidróxido de sódio; água destilada, fios metálicos; lâmpada; béquer; pipeta; bastão de vidro.

Metodologia:

Os estudantes serão organizados em grupos de no máximo cinco componentes para a realização de uma atividade experimental. Caso não haja laboratório disponível na escola é possível realizar a atividade sugerida em sala de aula ou em outros espaços da unidade escolar.

Atividade: Testando a condutividade elétrica de alguns materiais.

Materiais: papel-toalha; espátula; sal de cozinha (componente principal: $\text{NaCl}_{(s)}$ – composto iônico); açúcar comum ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$ – composto molecular); vinagre ($\text{H}_3\text{CCOOH}_{(aq)}$ – composto molecular); álcool comercial ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}_{(aq)}$ – composto molecular); acetona ($\text{H}_3\text{CCOCH}_3_{(aq)}$ – composto molecular); solução de ácido clorídrico ($\text{HCl}_{(aq)}$ – composto

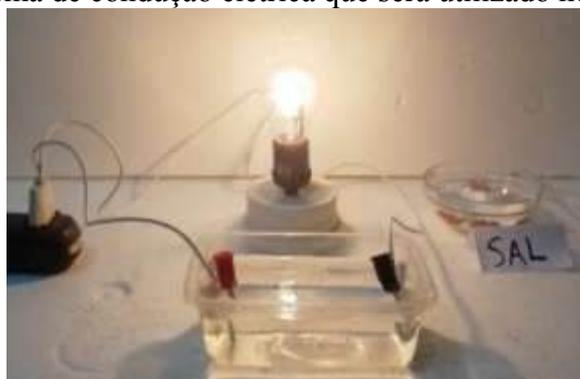
molecular); solução de hidróxido de sódio ($\text{NaOH}_{(aq)}$ – composto iônico); água destilada (H_2O); sistema de condução de corrente elétrica (Figura 01); 8 béqueres de 100 mL; pipetas volumétricas de 5 mL; 1 bastão de vidro.

Procedimentos: 5 mL dos materiais líquidos deverão ser colocados em cada béquer com auxílio das pipetas. Uma pequena quantidade de cada material sólido deverá ser colocada com a espátula em cada béquer. 20 mL de água destilada serão acrescentadas nos béqueres com material sólido e agitada com bastão de vidro. As soluções serão testadas com o sistema elétrico, conforme ilustração. As extremidades dos fios deverão ser lavadas e limpas com papel-toalha antes de testar a próxima solução.

Os estudantes observarão o efeito no sistema elétrico, ou seja, se há ocorrência ou não do acendimento da lâmpada. Os estudantes serão estimulados a sistematizar o que é observado durante o experimento. O professor pode sugerir que utilizem um quadro, como o representado abaixo, para auxiliar nos registros e futuras discussões.

Materiais	Efeito no sistema elétrico (acende ou não acende)
Água destilada	
Solução de sal de cozinha	
Solução de açúcar comum	
Vinagre	
Alcool comercial	
Acetona	
Solução aquosa de ácido clorídrico	
Solução aquosa de hidróxido de sódio	

Figura 01: Sistema de condução elétrica que será utilizado no experimento proposto.



Fonte: <https://www.labdemon.ufpa.br/eletricidade-e-magnetismo/agua-sal-e-condutividade-eletrica>

Após o experimento, o professor propiciará aos estudantes um momento para discussão de suas observações mediando o processo com a seguinte pergunta orientadora:

Em quais soluções houve condutividade elétrica? Classifique as soluções em eletrolíticas ou não eletrolíticas.

As hipóteses levantadas pelos estudantes serão socializadas e discutidas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio do engajamento dos estudantes na realização do experimento, interação/colaboração com os demais membros do grupo e participação na socialização.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Expectativa de aprendizagem: Caracterizar as ligações iônica, covalente e metálica.

Conteúdo específico: Ligações químicas.

Objetivo da aula: Consolidar os três tipos mais comuns de ligações químicas com base no estudo teórico sobre o tema. A expectativa de aprendizagem é de possibilitar elementos para a caracterização de tipos de ligações químicas.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, texto base para discussão, caderno, lápis, caneta, quadro, canetão.

Metodologia: Nesta aula o professor viabilizará momento para caracterizar as ligações químicas: iônica, covalente e metálica utilizando a leitura de um texto sobre o tema e a discussão em pequenos grupos. O texto sugerido é “Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica” (Hélio A. Duarte, 2001 - <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>). Os alunos poderão ser organizados em pequenos grupos com no máximo quatro componentes. Em grupos, os estudantes farão a leitura do texto e a produção de uma síntese sobre o assunto. Logo em seguida, em uma roda de conversas, os grupos socializarão seus entendimentos. Na oportunidade, o professor retomará as hipóteses que foram levantadas na aula anterior, a partir do experimento realizado buscando relacionar os elementos conceituais que caracterizam os diferentes tipos de ligações químicas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos alunos na aula e registros realizados no caderno.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Expectativa de aprendizagem: Sistematizar as ligações químicas iônica, covalente e metálica.

Conteúdo específico: Ligações químicas: iônica, covalente e metálica.

Objetivo da aula: Consolidar o conhecimento sobre as ligações químicas (iônica, covalente e metálica).

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de cor, marca texto, folhas de papel, canetão, apagador, quadro.

Metodologia: Após as discussões realizadas na primeira aula da sequência didática, a experimentação realizada na segunda aula e o contato com o conteúdo teórico ocorrido na terceira aula, os estudantes construirão um novo mapa mental com foco em responder a pergunta de investigação (apresentada na primeira aula). Em seguida externarão de forma oral seus entendimentos sobre as ligações químicas e o professor fará a mediação para consolidação da aprendizagem.

Avaliação da aprendizagem: Por meio da comparação entre os mapas mentais construídos o professor terá vestígios de construção do conhecimento por parte dos estudantes.

REFERÊNCIAS DA SEI 2

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

DUARTE, H. A. Ligações Química: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, nº 4, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>> Acesso em: 29 out. 2023

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás**: Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciência da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H. Ensino Por Investigação: Pressupostos e Práticas. In: **Fundamentos Teórico-Metodológico para o Ensino de Ciências**: a Sala de Aula - Licenciatura em Ciências. USP/Univesp – Módulo 7. p. 116-124, 2014. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf. Acesso em: 30 out. 2023.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0003. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152653>. Acesso em: 30 out. 2023.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 03

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Termoquímica.

Conteúdo abordado: Trocas de calor nas reações químicas.

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT106H) Conhecer as relações existentes entre as quantidades de matéria e o calor na transformação da matéria, associando a variação de entalpia com cada mudança de estado físico para quantificar a entalpia de combustão das reações e a entalpia das substâncias.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO/CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Transformações físicas da matéria e os processos endotérmicos e exotérmicos.

Objetivo da aula: Ilustrar transformações físicas da matéria associando a absorção e liberação de calor.

Recursos didáticos: Projetor, computador, lápis, caderno, canetas, quadro, canetões.

Metodologia:

Utilizar a ferramenta “Estados da matéria: básico” no site *Phet* para ilustrar as transformações físicas da matéria, com foco na água.

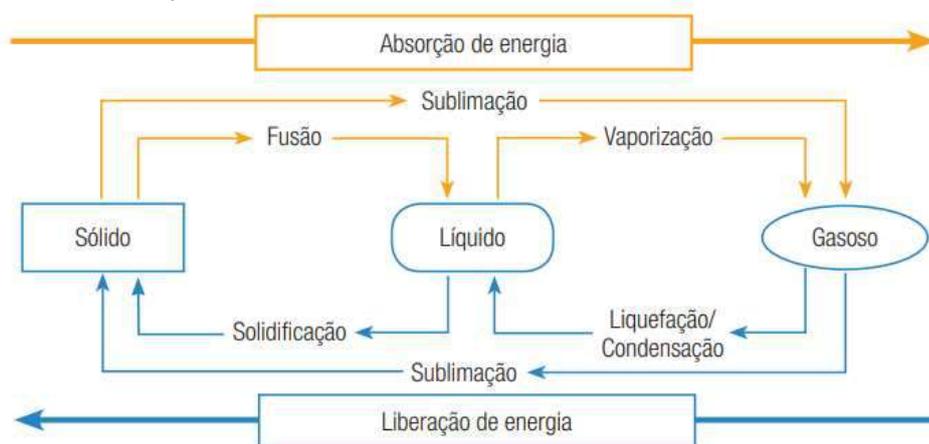
Site do simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

Com a utilização da ferramenta *online* o professor deverá rever os conceitos de temperatura e calor, assim como as características de cada um dos estados físicos da matéria observáveis no simulador.

A partir da contextualização apresentar aos estudantes a pergunta de investigação: **Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?**

O professor reverá as nomenclaturas dos processos de transformações físicas da matéria, bem como, o conceito de temperatura e calor para justificar a absorção e liberação de calor nos processos exemplificado no site Phet. A imagem abaixo (Figura 01) sugere uma formalização que poderá ser construída pelo professor após a utilização do simulador no Phet.

Figura 01: Transformações dos estados físicos da matéria



Fonte: Sistema Positivo de Ensino.

Avaliação da aprendizagem: Participação na utilização do simulador e anotações no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações endotérmicas e exotérmicas.

Objetivo da aula: Identificar fenômenos físicos e químicos em que ocorrem trocas de calor.

Recursos didáticos: Projetor, computador, lápis, caderno, canetas, quadro, canetões.

Metodologia: A partir das transformações físicas reapresentadas na aula anterior, rever as nomenclaturas e associar com palavras cotidianas como por exemplo: fusão = derretimento,

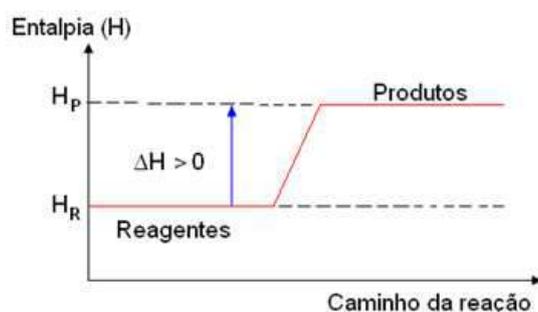
solidificação = congelamento; ressaltando como exemplo a água no estado sólido, líquido e gasoso.

Retomar junto aos estudantes as reações endotérmicas e exotérmicas levando em consideração a absorção ou liberação de calor. Em seguida, apresentar as representações para equações endotérmicas e exotérmicas. Essas representações poderão ser construídas no quadro para que posteriormente os estudantes as levem para os cadernos.

Como exemplos:

Equações para representar uma reação endotérmica:

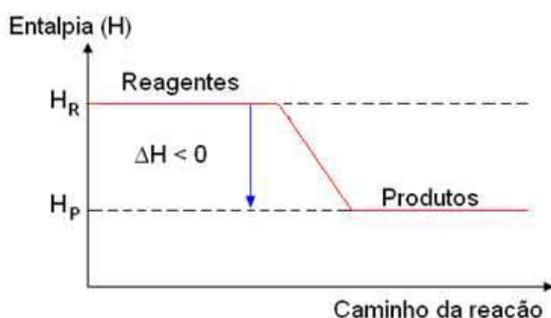
1. **Reagente(s) + calor → Produto(s)**
2. **Reagente(s) → Produto(s) – calor**
3. **Reagente(s) → Produto(s) $\Delta H = + X$ calor**
- 4.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/processos-endotermicos-exotermicos.htm>

A reação exotérmica pode ser representada por várias equações, são elas

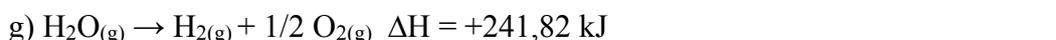
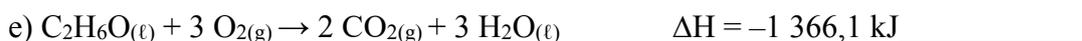
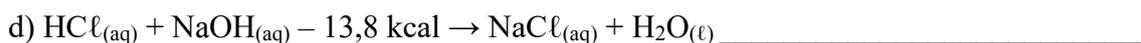
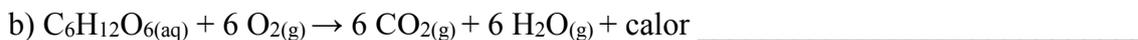
1. **Reagente(s) – calor → Produto(s)**
2. **Reagente(s) → Produto(s) + calor**
3. **Reagente(s) → Produto(s) $\Delta H = - X$ calor**
- 4.



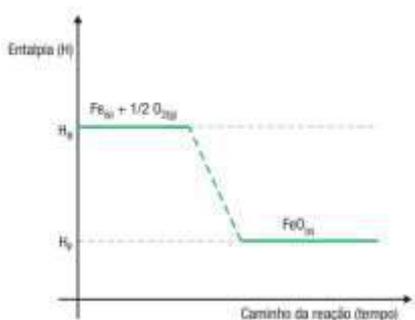
Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/processos-endotermicos-exotermicos.htm>

Para sistematizar as discussões e apresentações, oferecer aos estudantes exemplos para que eles classifiquem as equações em endotérmicas ou exotérmicas. Segue exemplo:

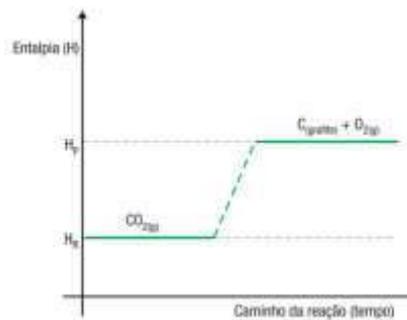
01. Classifique as transformações apresentadas em endotérmicas ou exotérmicas.



h)



i)



Avaliação da aprendizagem: Participação nas discussões e engajamento na resolução dos exemplos propostos.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações endotérmicas e exotérmicas

Objetivo da aula: Realizar experimentos que ilustrem a absorção ou a liberação de calor.

Recursos didáticos: Placa de Petri ou um béquer; papel; permanganato de potássio ($KMnO_4$) – comprimido; glicerina líquida; conta-gotas; béquer de 50mL; termômetro; espátula; bastão de vidro; ureia sólida; água; palha de aço; vinagre.

Metodologia: Os estudantes realizarão uma sequência de atividades experimentais.

A turma será dividida em grupo de até 5 estudantes por bancada. A critério do professor, cada grupo poderá fazer apenas um experimento e em seguida verificar o experimento do grupo próximo ou todos os grupos poderão realizar todos os experimentos.

Atividade experimental: Reação de oxidação da glicerina pelo permanganato de potássio

Materiais: Placa de Petri ou um béquer; papel alumínio; permanganato de potássio (KMnO_4) – comprimido; glicerina líquida e conta-gotas.

Procedimentos: Com auxílio de um almofariz, triture bem o permanganato de potássio, até que ele fique o mais fino possível. Coloque o papel dentro de uma placa de Petri. Acrescente o permanganato de potássio sobre o centro do papel alumínio. Com auxílio de um conta-gotas, acrescente a glicerina de forma que ela entre em contato com o permanganato de potássio. Afaste-se um pouco e observe o que acontece.

Espera-se que a reação do permanganato de potássio com a glicerina, por ser exotérmica, tenha formação de chamas. Por isso, é de fundamental importância que os estudantes sejam orientados a manterem-se afastados após a adição de um produto ao outro, bem como que todos os estudantes estejam sempre atentos ao experimento.

Atividade experimental: Hidrólise da ureia

Materiais: béquer de 50mL; termômetro; espátula; bastão de vidro; ureia sólida; água.

Procedimentos: Adicione 20 mL de água em um béquer de 50 mL. Com auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote. Adicione uma espátula de ureia à água e agite. Meça a temperatura da solução.

Espera-se que a temperatura do sistema diminua quando comparando a temperatura inicial e final do experimento.

Resultados e conclusão:

1. Relate o que aconteceu em cada experimento descrevendo suas observações em cada situação.
2. Classifique os processos ocorridos em cada um dos experimentos em endotérmico ou exotérmico.

Avaliação da aprendizagem: Proatividade nas atividades experimentais e capacidade de envolver-se com as discussões do grupo.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Termoquímica.

Objetivo da aula: Identificar vestígios de aprendizagem sobre Termoquímica.

Recursos didáticos: Computador; caderno; lápis; caneta; borracha; livro didático.

Metodologia: Retomar com os estudantes o percurso das últimas aulas sempre oferecendo espaço para a fala. Após as discussões, solicitar que os estudantes proponham uma resposta para a pergunta de investigação da sequência (**Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?**). A resposta deverá ser registrada no caderno em forma de parágrafo, textos ou desenhos. Quando todos os estudantes concluírem, o professor irá solicitar que compartilhem suas respostas com a turma. É fundamental que o ambiente seja propício a participação de todos e favorável para que haja exposição das ideias dos estudantes.

Avaliação da aprendizagem: Elaboração de resposta para a pergunta de investigação, bem como, participação nas discussões propostas.

REFERÊNCIAS DA SEI 3

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás: Etapa Ensino Médio**. Goiás. 2021.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 04

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Cinética química.

Conteúdo abordado: Velocidade de uma reação química.

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 6 aulas (50 minutos cada).

Competência específica Base Nacional Comum Curricular Nº 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT102A) Empregar conceito de velocidade de reação, examinando vários processos químicos, físicos e biológicos associados para escolher processos mais eficazes de conservação de diversos insumos (alimentos, medicamentos) essenciais à vida.

(GO-EMCNT102H) Reconhecer as dinâmicas das reações químicas, por meio de estudos cinéticos, de equilíbrio com ou sem uso de tecnologias digitais, considerando os efeitos das variáveis para avaliar processos reacionais e sua dinâmica no meio ambiente.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO/CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações químicas no cotidiano.

Objetivo da aula: Provocar reflexões acerca das reações químicas que ocorrem no cotidiano dos estudantes

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão.

Metodologia: Propor aos estudantes a questão para investigação: **Às margens da rodovia GO 050, no trecho entre Palmeiras de Goiás e Campestre de Goiás, está instalada uma unidade de um frigorífico que abate frangos diariamente. A unidade conta com uma estação de tratamento de efluentes, que por ser bem próxima a rodovia, é possível perceber os odores característicos, que em determinadas épocas do ano é ainda mais acentuado. Diante do exposto, quais fenômenos promovem a geração destes odores?**

O professor irá mediar a discussão registrando no quadro as hipóteses levantadas para responder à questão proposta, bem como, solicitará aos estudantes que anotem em seus respectivos cadernos.

Para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes será exibido um trecho do vídeo “Como é o tratamento dos efluentes líquidos de frigoríficos?” produzido pelo Canal Rural e que mostra que a água é retirada de uma fonte conhecida e deve voltar tratada para a natureza. A partir desse vídeo deverá ser viabilizado momento para que os estudantes retomem à questão inicial e falem sobre o que pensaram ou lembraram enquanto assistiam ao vídeo.

Em seguida, a discussão será direcionada para que os estudantes compartilhem o que sabem/entendem por reações químicas. Anotar no quadro todos os exemplos citados pelos estudantes do que seja uma reação química.

Link do vídeo: <https://youtu.be/jkEjGLW9Wt8>

(O vídeo deverá ser exibido do instante 2:14 até 7:05)

Após esta etapa inicial o professor irá apresentar à turma as questões investigativas (problema): O que são reações químicas? Quais são os fatores responsáveis por alterar a velocidade das reações químicas? Como estes fatores influenciam as reações químicas?

Para incentivar os estudantes a participarem poderá ser realizada uma leitura compartilhada do texto “A importância da mastigação” (MARINHO, 2011) como forma de estímulos às reflexões acerca do problema proposto. O texto fornecerá repertório, para além do vídeo apresentado inicialmente, numa tentativa de conduzir os estudantes a buscar diversas reações químicas que acontecem cotidianamente em suas vidas, seja no contexto local (município em que está localizado o colégio), seja no contexto individual pensando no seu próprio organismo.

Texto: A importância da mastigação (MARINHO, 2011)

É comum encontrarmos muitas pessoas preocupadas com a qualidade da sua alimentação, procurando sempre informações sobre o assunto, mas raramente encontramos pessoas que se preocupem com a sua mastigação.

Como parte do processo digestivo, na boca se inicia a digestão dos alimentos, principalmente as fontes de amido, e a insalivação, gerada pela mastigação, dá início a esse processo. Existe uma enzima digestiva (a ptialina) na saliva que tem ação sobre as massas em geral, os cereais, pães, biscoitos etc. Com isso, a digestão desses alimentos é facilitada, uma vez que chegam pré-digeridos ao estômago.

Em se tratando de digestão de alimentos, a mastigação, por si mesma, já traz grandes benefícios, pois a trituração dos alimentos, feita pelos dentes, reduz os alimentos em pedaços menores, o que aumenta a capacidade de ação das enzimas sobre eles (maior superfície de contato).

Qualquer que seja o alimento, a mastigação sempre auxilia no processo digestivo, evitando alguns transtornos tão frequentes, como azia, má digestão, sonolência após a refeição etc.

Boa parte dos problemas digestivos de que muitas pessoas se queixam podem ter origem em uma mastigação insuficiente, engolindo-se alimentos em pedaços grandes, o que exigirá maior esforço do estômago em triturá-los.

Mas não é apenas no processo digestivo que a mastigação auxilia. O controle sobre a ingestão de alimentos pode ser alterado pela mastigação, de acordo com a frequência da mesma. Uma boa mastigação, ou seja, uma trituração adequada dos alimentos, estimula o centro da saciedade, um controle que temos ao nível do cérebro e que regula a ingestão de alimentos. Quando se mastiga bem os alimentos, a movimentação dos músculos da face envolvidos nesse processo gera uma resposta mais rápida ao estímulo da saciedade, ou seja, a pessoa sente-se saciada com uma menor quantidade de alimentos. Essa é uma razão bastante interessante para se estimular a mastigação, principalmente em pessoas que precisam controlar a ingestão de alimentos pela necessidade de controle de peso.

Pessoas com propensão a comer compulsivamente certos alimentos, como doces, chocolates, biscoitos, salgados etc., podem conseguir um maior controle se mastigarem devagar esses mesmos alimentos, levando pequenas quantidades à boca. Levar pequenas porções de alimentos à boca de cada vez é uma boa maneira de se iniciar uma mastigação adequada, e deve ser um hábito a ser cultivado.

Avaliação de aprendizagem: Participação nas discussões propostas nessa aula e/ou reflexões registradas no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações e equações químicas.

Objetivo da aula: Conceitualizar reação química junto aos estudantes.

Recursos didáticos: Laboratório móvel (computadores), caderno, canetas, lápis, quadro e canetão.

Metodologia: O professor solicitará o laboratório móvel de informática, quando for o caso, para que cada estudante tenha acesso a um computador e compartilhará com todos o *link* de um vídeo disponível na Plataforma *Khan Academy* para que seja possível os estudantes visualizarem representações das reações químicas e como elas podem ser escritas em forma de equações químicas para que comecem a perceber a existência de reagentes e produtos

envolvidos nas reações representadas por tais equações. Este tipo de atividade também contribui para que o estudante apreenda a linguagem própria da ciência (Química).

O laboratório móvel consiste em um armário com trinta e seis computadores que dispensa a necessidade de deslocar os estudantes até o laboratório de informática, porém se o professor preferir, poderá traçar esse percurso, levar os estudantes ao laboratório de informática. Além dessa alternativa, como o laboratório móvel de informática, pode não ser uma opção disponível em todas as unidades escolares, o professor pode optar em mostrar o vídeo para a turma projetando na sala. Em unidades escolares em que é permitido o uso de *smartphones*, o professor poderá ainda compartilhar o *link* com esses estudantes que assistirão em seus próprios aparelhos móveis.

Link do vídeo: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/chemistry--of-life/chemical-bonds-and-reactions/v/chemical-reactions-introduction>

Tempo de vídeo: 8:59 min

Seguidamente, em função de os estudantes já estarem com computadores, eles acessarão ao site “Phet” com simulações de química, física e biologia, e irão na opção de simulador “Reagentes, produtos e excesso” para que percebam os participantes de uma reação química antes e depois dela acontecer. Esse simulador permite que sejam montados sanduíches e/ou moléculas na preparação de água, de amônia e na queima do metano.

Link do Phet: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Link do simulador “Reagentes, produtos e excesso”:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/reactants-products-and-leftovers

Ao fim da etapa com utilização dos computadores, os estudantes deverão registrar em seus cadernos suas observações/percepções sobre como acontece uma reação química.

Avaliação da aprendizagem: Envolvimento com a atividade proposta e anotações registradas no caderno acerca das reações químicas.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Teoria das colisões.

Objetivo da aula: Compreender a teoria das colisões na cinética das reações por meio do conceito de efetividade das colisões.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de escrever, lápis de cor, canetas, giz de cera, quadro, canetão.

Metodologia: Este será o momento em que o professor irá retomar as discussões que já aconteceram sobre o odor na estação de tratamento de efluente do frigorífico e as percepções dos estudantes sobre reações químicas, a partir das simulações realizados no site *Phet*. Mediando a participação dos estudantes, o professor deverá motivar para que cada um exponha o que tem observado até aqui por meio de uma roda de conversas.

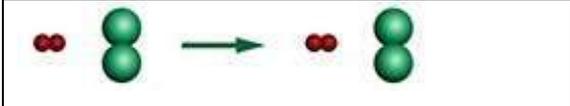
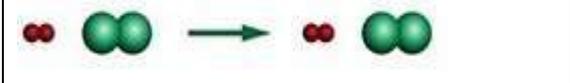
Será momento de o professor sistematizar as condições necessárias (colisão efetiva e energia suficiente) para que haja uma reação química. O professor levará para sala de aula kits para trabalhar em grupos de no máximo quatro estudantes. Cada kit consiste em uma caixa de papelão (caixa de sapatos) e duas “moléculas” de substâncias simples. Essas “moléculas” são bolas de isopor fixadas uma a outra por meio de velcro colado em diversos pontos das esferas. Como serão representadas duas substâncias simples, pode-se ainda pintar as bolinhas de isopor com tinta de duas cores distintas para que haja diferenciação das mesmas.

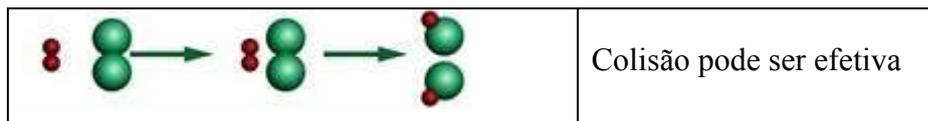
Em grupos, os estudantes deverão colocar as moléculas na caixa e “agitar” para que verifiquem em quais situações a formação de produtos poderá acontecer ou não, registrando em seus cadernos. É importante que os estudantes percebam que a intensidade da força que agitam a caixa é relevante nessa “formação de produtos” sendo assim, poderão aplicar movimentos mais intensos e menos intensos em tempos iguais e marcados em cronômetro ou relógio.

Deve-se ainda criar um ambiente que seja favorável as discussões sobre a imprevisibilidade das ciências lembrando aos estudantes que química não se trata de uma ciência exata.

Caso não seja possível a construção dos kits, sugere-se a utilização de massa de modelar para que os estudantes reproduzam situações como as mostradas na Figura 01 na intenção de perceber a necessidade de colisão efetiva como condição necessária para a ocorrência de reações químicas.

Figura 1: Colisão não efetiva e colisão efetiva.

Orientação das moléculas	Efeito
	Colisão não efetiva
	Colisão não efetiva



Fonte: autora.

Essa atividade poderá ser realizada em grupos de até quatro estudantes para que seja possível o professor, ao visitar esses grupos, realizar indicações da necessidade de rompimento das ligações das substâncias tidas como reagentes para formação de novas ligações nas substâncias denominadas produtos.

Essa será a oportunidade de sistematizar com os estudantes a energia de ativação.

Os estudantes deverão registrar em seus cadernos, por meio de desenhos, as reações representadas pelas moléculas produzidas com massa de modelar. Deverão anotar ainda o que entenderam por: colisão efetiva e colisão não efetiva, além de energia de ativação (E_a).

Avaliação da aprendizagem: Participação e envolvimento na confecção das moléculas e posterior registros no caderno.

AULA 4 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Fatores que influenciam na velocidade das reações.

Objetivo da aula: Compreender os fatores que podem influenciar as reações químicas (número de colisões efetivas).

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão e materiais para a experimentação: béqueres, comprimidos efervescentes e água.

Metodologia: O professor deverá expor imagens (Quadro 1) para os estudantes e levantar a discussão de quão rápida ou lenta é a reação química que acontece ali.

Quadro 1: Imagens para discussão da velocidade das reações

 <p>Fonte: https://www.petz.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/08/fogos-de-artificio3.jpg</p>	<p>Queima de fogos de artifício</p>
 <p>Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTeUt9oTjIf_gABdvNIK3GBRI-NFEJViCx7Q&s</p>	<p>Oxidação</p>
 <p>Fonte: https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/b23303c04e003f443ad0adfc3a498423.jpg</p>	<p>Dissolução de comprimido efervescente</p>
 <p>Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS5QnXNep_L0C4S7ZrezWMwRCQTgfAOM8mg9A&s</p>	<p>Digestão</p>

Em grupos de até quatro estudantes eles deverão realizar a experimentação sugerida a seguir no intuito de observar como o fator temperatura influencia a velocidade de uma reação química. Essa experimentação poderá ser realizada no laboratório da unidade escolar (se houver essa disponibilidade) ou na própria sala de aula.

Experimento 1: A influência da temperatura na reação.

Materiais: 3 béqueres de 100 mL (ou copos de requeijão); 3 comprimidos efervescentes; água na temperatura ambiente; água quente (até a fervura); água fria (até que gelo comece a se formar); cronômetro.

Procedimentos: Os estudantes deverão colocar, em cada béquer, separadamente, 50 mL de água em diferentes temperaturas. Em seguida adicionarão, simultaneamente, um comprimido efervescente em cada béquer. Após observar a ordem de finalização das transformações nas diferentes temperaturas, eles registrarão numa tabela a ordem de término.

Temperatura da água	Tempo para término da reação (segundos)
Ambiente	
Fria	
Quente	

Ao concluir os resíduos poderão ser descartados diretamente em uma pia.

Resultados e conclusões

- Em qual béquer (ou copo) a reação foi mais rápida?
- Que fator foi determinante para a rapidez do processo?
- Como o fator verificado com o experimento influencia na velocidade de uma reação?

Professor, caso algum grupo não obtenha o resultado esperado, o ‘erro’ deverá servir de estímulo para discussões que busquem caracterizar quais os aspectos foram diferentes de um grupo para o outro e que possam ter influenciado na variação da resposta. Se necessário o grupo poderá refazer o experimento após as discussões para que verifiquem quais atitudes no procedimento podem ter ocasionado o resultado inesperado.

Avaliação de aprendizagem: Envolvimento e participação na experimentação e socialização das conclusões obtidas.

AULA 5 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Fatores que influenciam na velocidade das reações.

Objetivo da aula: Perceber o quanto a superfície de contato influencia na velocidade de uma reação química.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão e materiais para a experimentação: béqueres, comprimidos efervescentes, água e cronômetro.

Metodologia: Os estudantes começarão a aula a partir do segundo experimento que está descrito abaixo.

Experimento 2: A influência da superfície de contato em uma reação.

Materiais: 2 béqueres de 100 mL; almofariz e pistilo; água na temperatura ambiente; 2 comprimidos efervescentes; cronômetro.

Procedimento: Os estudantes colocarão 50 mL de água em cada béquer e triturarão um dos comprimidos com auxílio do almofariz e pistilo. Em seguida, deverão adicionar, simultaneamente, o comprimido efervescente não triturado ao primeiro béquer e o triturado ao segundo béquer. Ao observar os experimentos os estudantes deverão preencher a tabela abaixo:

Experimento	Tempo gasto para término da reação
I	
II	

Resultados e conclusão

- Em qual dos dois béqueres ocorreu uma efervescência mais rápida?
- Que fator foi determinante para verificar a velocidade desse processo?
- Como o fator verificado com o experimento influencia na velocidade de uma reação?

Após a realização do segundo experimento, o professor poderá retomar o problema proposto na primeira aula e discutir os fatores observados até aqui: reações químicas, velocidades das reações, temperatura e superfície de contato.

Nos mesmos grupos em que foram realizados o segundo experimento, os estudantes irão responder as questões propostas a seguir.

Questionário

01. O que é necessário para que uma reação química ocorra?
02. Para alguns medicamentos há recomendação de mantê-los em ambiente fresco. Por que essa recomendação é feita?
03. Explique a razão de um alimento no freezer poder ser conservado por um tempo maior do que a uma temperatura de 30 °C.
04. Um pedaço de palha de aço em cima da pia enferruja mais rapidamente do que um prego, nas mesmas condições e com a mesma massa, explique o motivo disso acontecer.
05. Retornando à problematização dessa sequência didática, explique em qual estação do ano (verão ou inverno) você acredita que o odor liberado na decomposição na estação de tratamento de efluente será mais intenso. Considere apenas a temperatura como fator determinante para alterar a velocidade das reações químicas.
06. Retome o texto sobre a mastigação e escreva para você qual ‘a importância da mastigação’ considerando os fatores estudados.

Para finalizar a aula o professor poderá elaborar no quadro com auxílio dos estudantes um fluxograma que relacione os dois fatores observados às colisões efetivas e à velocidade das reações.

Sugestão:

Fator – Temperatura

Temperatura aumenta	→	Aumenta a energia cinética das moléculas	→	Mais colisões efetivas ocorrem	→	Mais rápida é a reação
------------------------	---	---	---	-----------------------------------	---	---------------------------

Fator – Superfície de contato

Fracionamento do sólido	→	Maior superfície de contato	→	Mais colisões efetivas ocorrem	→	Mais rápida é a reação
----------------------------	---	--------------------------------	---	-----------------------------------	---	---------------------------

Avaliação da aprendizagem: Envolvimento e participação na experimentação. Socialização das conclusões obtidas. Respostas ao questionário proposto e/ou elaboração do fluxograma.

AULA 6 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Termoquímica.

Objetivo da aula: Apresentar uma resposta para a pergunta de investigação apresentada na aula 01 da sequência.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; canetas; lápis de cor; borracha; quadro; canetões; computador; projetor; caixa de som.

Metodologia: Após retomar o percurso realizado pelos estudantes desde a aula 01 o professor irá novamente reler a pergunta de investigação apresentada no início da sequência didática: **Às margens da rodovia GO 050, no trecho entre Palmeiras de Goiás e Campestre de Goiás, está instalada uma unidade de um frigorífico que abate frangos diariamente. A unidade conta com uma estação de tratamento de efluentes, que por ser bem próxima a rodovia, é possível perceber os odores característicos, que em determinadas épocas do ano é ainda mais acentuado. Diante do exposto, quais fenômenos promovem a geração destes odores?**

Em seguida, o professor acompanhará as respostas dos estudantes que poderão ser apresentadas em forma de parágrafos, textos, desenhos e/ou esquemas. É importante que haja momento para que os estudantes socializem com a turma as suas respostas.

Avaliação da aprendizagem: Participação na retomada das aulas anteriores e proposição de resposta para a pergunta de investigação.

REFERÊNCIAS DA SEI 04

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás: Etapa Ensino Médio**. Goiás. 2021.

MARINHO, J. A importância da mastigação. **Revista evidência**, 11 nov. 2011. Disponível em: <https://www.revistaevidencia.com/2011/11/a-importancia-da-mastigacao/>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 05

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Introdução às funções orgânicas.

Conteúdo abordado: Hidrocarbonetos.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica Base Nacional Comum Curricular Nº 2 (BNCC, 2018)

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT203A) Aplicar conhecimento sobre os diversos compostos orgânicos e suas propriedades, identificando representações e simulações referentes a esses compostos para formular proposições sobre as suas interações no corpo humano.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO / CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Reconhecer os hidrocarbonetos e a regra de nomenclatura dos compostos desta função orgânica.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; canetas; borracha; quadro; canetões; computador; projetor; caixa de som.

Metodologia: Ao iniciar a aula, apresentar aos estudantes o vídeo “O caminho do petróleo” disponível no canal do You Tube da Petrobrás.

Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=a2ObyRy9dG8>

A partir do vídeo conversar com os estudantes sobre alguns produtos derivados do petróleo que estão presentes no dia-a-dia de todos. Lembrar aos estudantes que o petróleo ocupa uma posição de importância porque além de ser uma das principais fontes de energia utilizadas pela

humanidade, os derivados dele servem de matéria-prima para a produção de diversos bens de consumo.

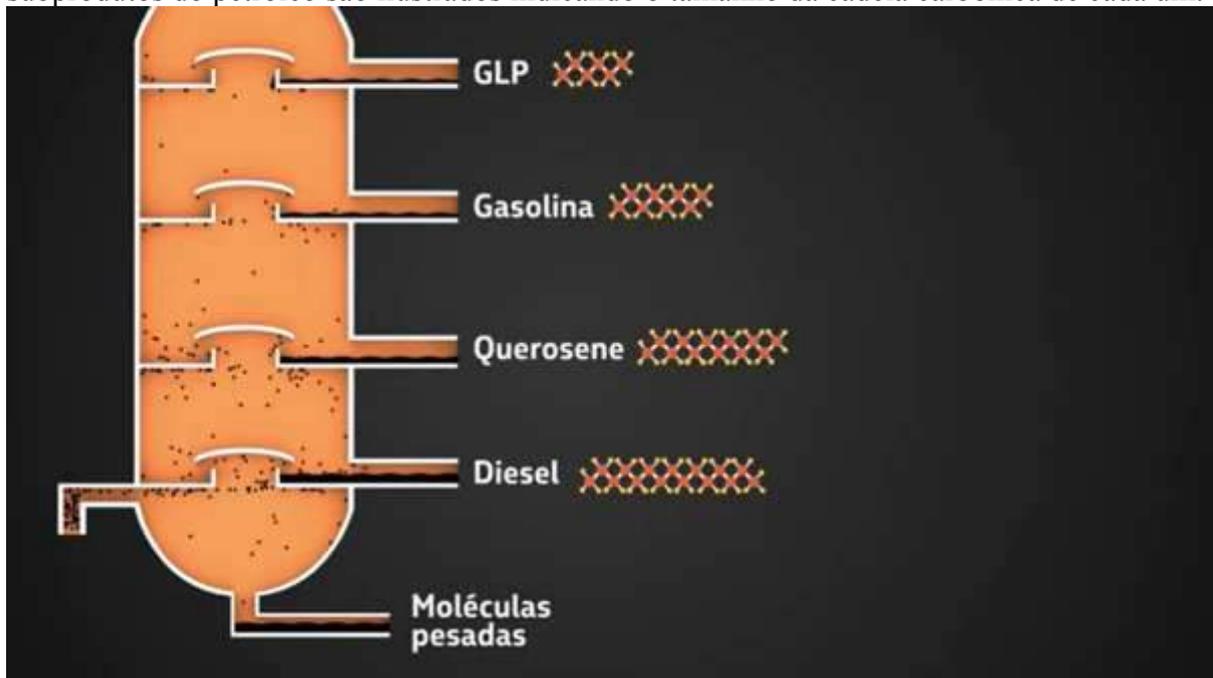
Nesta sequência considera-se como relevante trabalhar com o petróleo pois ele na sua forma bruta é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, mas que apresenta as mais diversas contaminações de enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais.

Se julgar necessário e interessante, assistir também o vídeo “O caminho da gasolina”.

Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=xpLkO3QFLqI>

Neste vídeo, a partir do segundo 51, a separação do petróleo é descrita podendo ser utilizada de forma pausada para que o professor faça mediações utilizando, por exemplo, a Figura 01 que é instante 1:30 min do vídeo para comentar sobre separação de mistura no que diz respeito ao petróleo já dando indícios visuais dos tamanhos das cadeias carbônicas dos produtos obtidos por meio desta separação.

Figura 01: Imagem retirada do vídeo “O caminho da gasolina” no instante em que os subprodutos do petróleo são ilustrados indicando o tamanho da cadeia carbônica de cada um.



Fonte: Captura de tela do vídeo disponível em

<https://www.youtube.com/watch?v=xpLkO3QFLqI>

A partir deste contexto questionar os estudantes: **Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?**

Na continuidade apresentar aos estudantes a regra básica geral para nomenclatura dos hidrocarbonetos como mostrada abaixo:

Prefixo	Infixo (ou intermediário)	Sufixo (ou terminação)
Nº de carbonos presentes na cadeia	Tipo de ligação entre os átomos de carbono	Função à qual pertence o composto
1 carbono – met	Simplex – an	Hidrocarboneto – o
2 carbonos – et	Dupla – en	Álcool – ol
3 carbonos – prop	Duas duplas – dien	
4 carbonos – but	Três duplas – trien	
5 carbonos – pent		
6 carbonos – hex	Tripla – in	
7 carbonos – hept	Duas triplas – di-in	
8 carbonos – oct	Três triplas – tri-in	
9 carbonos – non		
10 carbonos – dec		

Ao final da aula o professor solicitará que os estudantes pesquise os principais hidrocarbonetos constituintes da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

Avaliação da aprendizagem: Participação na aula e registro realizados no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO / INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Familiarizar com a regra de nomenclatura dos hidrocarbonetos de maneira lúdica.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; lápis de cor; tesoura e cola.

Metodologia: O professor dará início a aula a partir das pesquisas realizadas pelos estudantes acerca dos constituintes da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

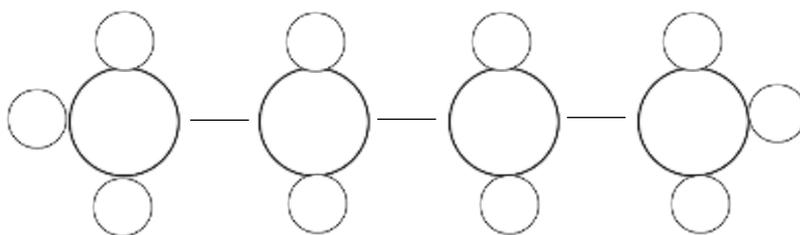
Em seguida, para que os estudantes possam experienciar a aplicação da regra de nomenclatura eles receberão uma folha com circunferências de dois diâmetros distintos.

O professor deve orientar para que cada estudante escolha uma cor para colorir a circunferência menor (que representará o hidrogênio) e outra cor para a circunferência maior (que será representacional para o carbono).

Após colorir as circunferências os estudantes deverão recortá-las e utilizar para montar as moléculas. A sugestão é que os estudantes escolham dentre os hidrocarbonetos pesquisados e encontrados na constituição da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

Por exemplo: Os estudantes poderão ter encontrado em suas pesquisas que o gás liquefeito de petróleo é composto por propano, propeno, butano, buteno, entre outros, e escolherão um destes hidrocarbonetos para montar a estrutura a partir das circunferências que eles têm e em seguida colarão no caderno. As ligações (simples, dupla, tripla) deverão ser acrescentadas com a caneta ou lápis de cor. Cada estudante escolherá um componente de cada subproduto do petróleo que foi pesquisado previamente para que possa ser representado, assim, registrarão seis cadeias carbônicas no caderno.

Butano:



Avaliação da aprendizagem: Registros realizados nos cadernos e participação.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Combustíveis fósseis e biocombustíveis.

Objetivo da aula: Possibilitar a investigação acerca das características dos hidrocarbonetos.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, quadro, caneta, caderno, pincel para quadro branco.

Para a experiência: laranja, isopor, balão, vela, fósforo, caneta de tubo transparente.

Metodologia:

Atividade experimental:

Materiais: casca de laranja; caneta de tubo transparente; isopor; balão; vela; fósforo.

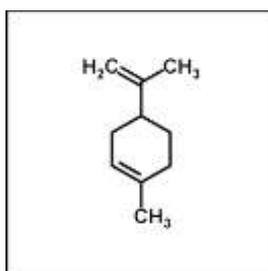
Procedimentos: Retire a casca da laranja e separe-a. Utilize um pedaço da casca da laranja para friccionar o tubo transparente de uma caneta. Aguarde um tempo para ver o que acontece. Aperte a casca da laranja para que o “sumo” saia e esfregue em uma das partes do isopor e reserve-o. Após encher um balão, espirre nele o sumo da laranja e veja o que acontece. Com uma vela acesa, direcione a casca da laranja para a chama e observe o que acontece.

Espera-se que os estudantes percebam que o sumo da casca da laranja deixará a tubo da caneta mais fosco, bem como poderá derreter o isopor, além de estourar o balão e servir de combustível para a chama da vela.

É muito importante que os estudantes estejam atentos a todas as etapas para evitar qualquer acidente.

Resultados e conclusão:

1. Copie no caderno a estrutura do D-limoneno presente na casca de laranja.



Fonte: <https://www.quinari.com.br/loja/d-limoneno>

2. Determine a função orgânica presente na estrutura do D-limoneno.
3. Escreva a fórmula molecular do D-limoneno.

Avaliação da aprendizagem: Participação no experimento proposto e nos debates para discussão dos resultados.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Identificar e compreender o ponto de ebulição como propriedade física dos hidrocarbonetos, com base em sua fórmula estrutural ou em sua nomenclatura.

Recursos didáticos: Computador, projetor multimídia, caixa de som, caderno, lápis, caneta.

Metodologia: Iniciar a aula retomando o percurso trilhado nas aulas anteriores e voltar à pergunta proposta na aula 01 (**Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?**) e permitir discussões. Depois de socializar solicitar aos estudantes que proponham respostas para a pergunta de investigação.

Quando todos os estudantes finalizarem a elaboração da resposta, organizar uma roda de conversa para que todos tenham oportunidade de expor suas ideias e perspectivas.

Avaliação da aprendizagem: Participação e socialização de respostas.

REFERÊNCIAS DA SEI 5

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás: Etapa Ensino Médio**. Goiás. 2021.

Considerações finais

As sequências de ensino investigativas apresentadas foram elaboradas com base nos pressupostos teóricos da abordagem do ensino de ciências por investigação e da aprendizagem significativa. Em todas as SEI a experimentação é sugerida como estratégia para a coleta de dados e análise. A escolha de cada assunto abordado se deu por sua relevância no contexto da Química. De modo geral, os conteúdos foram uma rede de interações com o tema ‘reações químicas’, sendo este um conteúdo fundamental na Química e essencial como conhecimento prévio para a aprendizagem dos demais conteúdos (p. ex.: funções químicas e reações). Além disso, as atividades e conteúdos propostos são interdisciplinares com intersecções com a Física, Biologia e Matemática.

REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 10 ago. 2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____. (org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. Editora: Cengage Learning, 2013.

FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 205–224, set. 2018.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 115–138, nov. 2015.

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational research review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

ZOMPERO, A. F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 222–239, 2019.

CAPÍTULO 05: SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO – RELATO DE VALIDAÇÃO NO CONTEXTO REAL DE ENSINO

INTRODUÇÃO

Muitos professores alimentam inquietudes quanto às aulas ministradas e os efeitos nos estudantes. Buscar melhorias no processo de ensino-aprendizagem, meios distintos de favorecer esse processo ou simplesmente a tentativa de não fazer mais do mesmo, rondam os pensamentos de professores.

Opções não faltam para os que decidem enveredar por caminhos diferentes. No âmbito do ensino de Ciências da Natureza pode-se considerar como possibilidade a abordagem do Ensino por Investigação, que mesmo não sendo recente, tem sido pouco explorado. O Ensino por Investigação para Zompero *et al.* (2019) permite ao estudante possibilidades de formação essencial às exigências atuais. A autora lembra, ainda, que mais necessário que a quantidade de conhecimento é alcançar os recursos para a utilização dos conteúdos.

Refletindo sobre as mudanças de conteúdos programáticos, objetos de conhecimento e qualquer outra nomenclatura já utilizada ou que possa vir a ser utilizada, concorda-se com a autora acima citada. Acredita-se neste estudo que o professor precisa mediar o conhecimento no processo de ensino-aprendizagem e ainda agir de maneira a possibilitar que os estudantes saibam utilizar o conhecimento adquirido.

O presente capítulo tem por objetivo relatar sobre a validação das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) que foram aplicadas no contexto real de ensino com estudantes do Ensino Médio. As SEI foram elaboradas abarcando a abordagem do Ensino de Ciências por Investigação com o uso da experimentação no processo investigativo na perspectiva da aprendizagem significativa.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é qualitativa caracterizando-se como uma pesquisa de natureza interventiva (PNI). De acordo com Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1056) “as Pesquisas de Natureza Interventiva, seriam práticas que conjugam processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações”. Ainda segundo os autores este tipo de pesquisa abarca várias modalidades de pesquisa “caracterizadas por articularem, de alguma forma,

investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos” (Teixeira; Megid Neto, 2017, p. 1056).

No contexto deste estudo utilizamos a modalidade Pesquisa de Aplicação que, de acordo com Teixeira (2020), as prioridades de investigação são definidas pelos pesquisadores. Assim, o planejamento, a condução da ação e a análise de dados visa identificar limites e possibilidades do que é testado. Os objetivos se voltam a dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas, no caso deste estudo, às questões mais diretamente relacionadas aos processos de ensino-aprendizagem.

Foram avaliadas as aplicações de sequências de ensino construídas com base nos pressupostos teóricos do Ensino de Ciências por Investigação voltadas à aprendizagem significativa de conhecimentos das Ciências da Natureza componente curricular Química. A experimentação está presente em todas as sequências como etapa essencial para a coleta e análise de dados. Das cinco sequências construídas e apresentadas no capítulo 04, três (SEI 01, 03 e 05) foram validadas e os dados serão a seguir apresentados.

A sequência 02, apesar de não ter sido validada em sala de aula, foi submetida para apreciação pelos pares à ocasião do III Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI) acontecido em maio de 2024 em Belo Horizonte. A sequência foi aprovada para apresentação no evento.

A validação ocorreu com turmas de Ensino Médio do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás – Cabo PM Edmilson de Sousa Lemes (CEPMG – CESL) localizado em Palmeiras de Goiás. Destaca-se que a professora-pesquisadora é docente efetiva nesta instituição de ensino. Para a aplicação das sequências a professora-pesquisadora reuniu-se com a equipe gestora da unidade escolar que assinou o termo de autorização para a realização da pesquisa. A aplicação das SEI nas diferentes turmas foi conduzida tanto pela professora-pesquisadora, quanto por professores regentes das turmas nas quais a professora-pesquisadora não ministrava aulas. Ressalta-se que o Ensino de Ciências por Investigação não é uma abordagem utilizada pelos professores da unidade escolar, assim os estudantes não estavam familiarizados com as etapas a sugeridas.

Antes do início das validações a professora-pesquisadora conversou com as turmas sobre como ocorreriam as aulas evidenciando se tratar de uma pesquisa de Mestrado. Neste contexto, a professora-pesquisadora apresentou aos estudantes o “Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido” para participação na pesquisa científica sanando todas as dúvidas. Para a composição dos resultados foram considerados para análise os dados dos estudantes que entregaram o Termo de Consentimento assinado pelo responsável e que participaram de todas as aulas de cada sequência. Estes estudantes foram categorizados como “estudantes participantes” da pesquisa. Os resultados da validação serão apresentados de forma descritivo-analítica buscando identificar as potencialidades e dificuldades para utilização das SEI no contexto real de ensino, na perspectiva da aprendizagem significativa dos estudantes.

A aplicação da sequência 01 aconteceu no fim do 1º bimestre de 2024, em meados de abril. A SEI 03 foi aplicada no início do 2º bimestre de 2024, também em meados de abril, bem como a SEI 05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sequência de Ensino Investigativa 01 (1ª SÉRIE)

A sequência didática 01 abarcou quatro aulas de 50 minutos cada e teve como público-alvo estudantes da 1ª série do Ensino Médio. O objeto de conhecimento trabalhado foi “Substâncias e misturas” e o conteúdo “Propriedades dos materiais”.

A aplicação da sequência ocorreu em cinco turmas de primeiras séries do Ensino Médio. As turmas em que a Sequência Didática foi aplicada estão especificadas na Tabela 01, onde o número de “estudantes efetivos” abarca o quantitativo de alunos devidamente matriculados nas respectivas turmas e os “estudantes participantes” considera apenas aqueles que entregaram o Termo de Consentimento assinado pelo responsável e participaram de todas as aulas da sequência.

Tabela 01: Número de estudantes efetivos e número de estudantes participantes por turma em que a Sequência Didática foi aplicada nas primeiras séries.

Série/ Turma	Estudantes efetivos			Estudantes participantes		
	Meninos	Meninas	Total	Meninos	Meninas	Total
1ª A	17	22	39	3	12	15
1ª B	19	17	36	4	3	7
1ª C	12	27	39	4	17	21
1º D	17	21	38	7	10	17
1º E	14	23	37	9	11	20
Total	79	110	189	27	53	80

Fonte: Elaboração própria.

Para manter o anonimato dos estudantes seus dados foram inseridos em uma tabela, inicialmente, organizados por turma e em ordem alfabética. Assim tem-se, primeiramente, os estudantes da primeira série A organizados em ordem alfabética, depois, os dados dos estudantes da primeira série B listados em ordem alfabética e, assim, sucessivamente até a primeira série E. Neste trabalho serão identificados pela letra maiúscula E (estudante) e o número que indica sua posição na listagem completa, tendo assim, do estudante E 01 até o estudante E 80. Os estudantes efetivos que estão matriculados nas primeiras séries do CEPMG – CESL nasceram entre 2006 e 2009, tendo, portanto, entre 15 e 19 anos de idade completos ou a serem completados até 31 de dezembro de 2024.

Tabela 02: Ano de nascimento dos estudantes matriculados nas primeiras séries do Ensino Médio no Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás – Cabo PM Edmilson de Sousa Lemes

Série/turma	2006	2007	2008	2009	Total
1ª A	0	2	22	15	39
1ª B	0	0	14	22	36
1ª C	0	0	17	22	39
1ª D	0	1	23	14	38
1º E	1	4	25	7	37
Total	1	7	101	80	189

Fonte: Elaboração própria.

Será tratado como grupo participante deste estudo os dados de 80 estudantes (42,33% do total) que cumpriram os critérios para inclusão na pesquisa. A mesma sequência foi aplicada pela professora-pesquisadora em todas as turmas, assim neste trabalho não se considera a distinção de turmas, tratando os participantes como um único grupo.

A aula 01 da sequência tinha como objetivo discutir a presença das substâncias químicas no cotidiano. A aula 02 tinha por finalidade associar as substâncias químicas utilizadas no cotidiano aos possíveis riscos que suas misturas oferecem. Na aula 03 era esperado dos estudantes que percebessem que os produtos químicos de uso cotidiano podem reagir entre si e por englobar experimento e leitura de texto, pretendia-se perpassar pela investigação propriamente dita. A aula 04 possibilitou aos estudantes elaborar suas conclusões acerca da pergunta de investigação. Ressalta-se que a etapa de discussão se fez presente em todas as fases do ciclo investigativo.

A primeira aula da sequência começou a partir da exposição de uma série de imagens que contemplavam a palavra “química” e/ou “produtos químicos” (Figura 01). Neste momento as falas dos estudantes geraram discussões proveitosas, pois tanto indicava que a fase

‘discussão’ do Ensino de Ciências por Investigação estava acontecendo, quanto possibilitava percepção sobre os conhecimentos prévios dos estudantes.

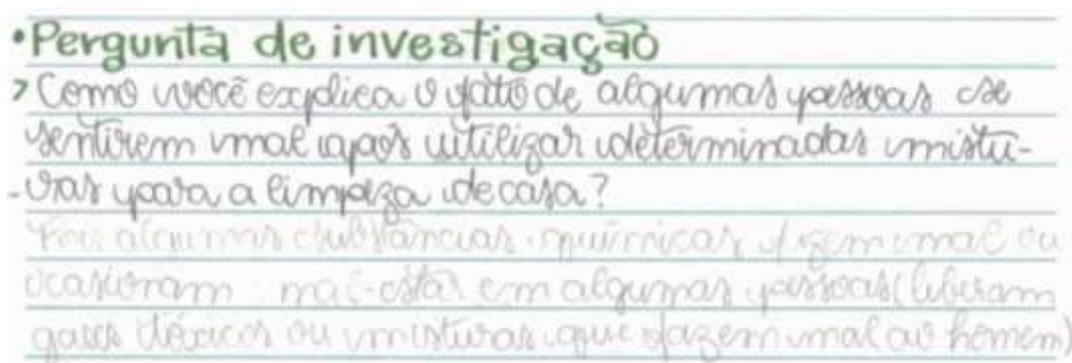
Figura 01: Fotografia feita do micro-ondas da sala dos professores do CEPMG-CESL.



Fonte: Arquivo pessoal.

Ao finalizar a exposição das imagens, a professora-pesquisadora deixou projetado no quadro a pergunta de investigação: **Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?** Tendo em vista que se tratava de uma sequência investigativa, os estudantes apresentaram suas hipóteses. A Figura 02 traz exemplos hipóteses das levantadas que foram levantadas pelos estudantes.

Figura 02: Respostas dadas pelos estudantes E07, E13, E14, E35, E43, E67, E75 e E 79, respectivamente, à pergunta de investigação.



Resposta da Pergunta ↓

Alguns produtos não podem se misturar, por causa de reações que se misturados podem causar explosão, fumaça, cheiro, etc. sendo pode ser prejudicial a saúde.

Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinados misturas para a limpeza de casa? Isso ocorre porque os produtos misturados muitas vezes reagem quimicamente e pode afetar o organismo, como resultado um fatal.

Pergunta de investigação:

Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinados misturas para a limpeza de casa?
Por causa dos produtos químicos incidentes em lésão.

*Pergunta de investigação:

*Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?

Cada organismo de cada pessoa tem uma reação a esses produtos.

Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?

Algumas pessoas reagem mal com cheiro forte.

Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa? pois misturas podem fazer mal devido ou cheiro muito forte.

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas observadas evidenciam as principais questões levantadas pelos estudantes: algumas substâncias químicas fazem mal; alguns produtos não podem ser misturados; organismos tem resistências diferentes aos produtos químicos e/ou são alérgicos; cheiro forte causa danos à saúde das pessoas.

Para fortalecer a contextualização a professora realizou uma leitura compartilhada com os estudantes sobre o tombamento de um caminhão em janeiro de 2024 que estava carregado com ácido sulfônico. Os estudantes assistiram alguns vídeos disponíveis em páginas de notícias. Na sequência ouviram também trechos de músicas em que a palavra ‘química’ é mencionada. Os estudantes participaram ativamente do processo contrastando como as palavras “química” e “produtos químicos” são enfatizadas nas reportagens e nas músicas. A participação ativa dos estudantes expondo suas percepções, entendimentos e opiniões foi considerada positiva.

Ao se aproximar do fim da primeira aula os estudantes foram desafiados a elaborar uma lista com nomes de produtos químicos que utilizavam no cotidiano. Ao analisar os registros feitos nos cadernos foi possível encontrar exemplos como: água, oxigênio, gás de cozinha, vários produtos de higiene pessoal (xampu, condicionador, creme dental, desodorante), produtos de limpeza (detergente, sabão em barra, água sanitária, cloro em gel), entre outros exemplos.

No momento da contextualização da pergunta de investigação alguns estudantes relataram suas próprias experiências com misturas de produtos químicos e o que sentiram. Na Figura 03 é possível visualizar o “conselho do estudante E02” sobre misturar água sanitária e cloro em gel.

Figura 03: Exemplos de substâncias químicas utilizadas, diariamente, pelo estudante E02, bem como, alerta sobre as misturas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Provavelmente o estudante E02 observou formação de bolhas ou percebeu liberação de gás quando misturou água sanitária e cloro em gel, e teria associado a ideia de ‘fermentação’ conforme é possível encontrar no registro realizado pelo estudante.

Na aula 02 da sequência a professora-pesquisadora retomou algumas discussões sobre os produtos químicos listados pelos estudantes, em seguida, utilizou projeções no quadro-branco para explicar o caminho a ser seguido na SEI. Os estudantes receberam *Chromebooks* e foram orientados a acessar ao *site* <https://podemisturar.com/> para realizar testes de misturas.

A professora-pesquisadora se surpreendeu, positivamente, com a interação dos estudantes neste momento da atividade investigativa. De fato, os estudantes utilizaram o momento para simular misturas que já presenciaram com pais, avós, tias e outros familiares. Além do primeiro *site* indicado para a simulação, os estudantes também acessaram ao *site* <https://posso-misturar.vercel.app/>. Alguns estudantes pediram autorização para consultar páginas de pesquisa para saber o resultado de misturas específicas, que não encontraram nos simuladores.

Após explorarem os *sites* solicitou-se aos estudantes que registrassem as misturas que mais lhes chamaram a atenção. Na Figura 04 é possível ler o registro do estudante E15 sobre suas pesquisas. De acordo com Zômpero e Laburú (2011) uma característica importante é a primordialidade de que as atividades investigativas propiciem aos estudantes a interação com novas informações. Os autores destacam, ainda, que a comunicação destas novas informações alcançadas pelos estudantes é fundamental podendo ter uma divulgação de resultados feita por

meio da oralidade ou da escrita. As pesquisas realizadas nos sites que simulavam os resultados de algumas misturas entre substâncias químicas que foram registradas de formas diversas pelos estudantes. A Figura 05 traz as anotações realizadas pelos estudantes E 19, E 51, E 55, E 59, E 61 e E 69, respectivamente.

Figura 04: Registro do estudante E15 sobre as pesquisas realizadas em simuladores de misturas de produtos químicos.

Descobertas: descobri descobindo que coisas e misturas que faço em casa são prejudiciais a minha saúde. Exemplo: detergente líquido com água sanitária, são prejudicial a minha saúde, pode causar queimaduras, irritações nos olhos e garganta.
 Conheci de descobrir que misturas álcool gel com vinagre são ótimas para tirar manchas e para limpeza de cerâmicas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 05: Anotações dos estudantes, respectivamente acerca das misturas entre substâncias químicas.

Ingredientes 1	+	Ingredientes 2	=	Sim/não	Por que?
Água de limão	+	Água sanitária	=	Não	Risco de Exporão
Formol	+	Vinagre	=	Não	Risco de Exporão
Alcool	+	Vinagre	=	Sim	
Água sanitária	+	Salzin um Pé	=	Não	Douo de Calceca

Atala 2

Podem misturar	Não pode	Depende
podem misturar bebidas alcoólicas com dipirona;	misturas paracetamol com bebidas alcoólicas;	misturas curio com antidiarreico;
podem misturar álcool gel com vinagre;	misturas detergente com água sanitária;	depende do antibiótico;
misturas para tirar manchas com água sanitária;	misturas para tirar manchas com água sanitária;	misturas álcool com antidiarreico;
misturas comidinha com açúcar;	com vinagre com água sanitária;	depende do antibiótico;

	experimento 1	experimento 2	experimento 3	experimento 4	experimento 5
Componentes	com. Tinta manchas	água sanitária	laranja	esqu coast	salada em pó
	+	+	+	+	+
	água sanitária	água sanitária	leite	água sanitária	água sanitária
Resultado	✓	x	✓	✓	x

Explosão

 Vinagre + Água Oxigenada 

Não pode misturar!
Gera ácido peracético, substância corrosiva.
Consequências: Queimaduras na pele.

Cloro + Água Oxigenada 

Explosão!
Hipoclorito de sódio da água oxigenada = gás oxigênio
Porém, sua liberação pode provocar explosões.

Sabão + Água Sanitária

Não Misture!

reage com o composto de amônia do detergente =
cloramina

↳ pode causar problemas de saúde
consequência ao respirar: tosse, irritação na garganta
& ardência nos olhos.



Manga + leite → O Mito!

Sim, pode misturar! fica uma delícia.

Receita exemplar: vitamina, de inspiração indiana.



Bebida alcoólica + Dipirona

"Pra que?"

Não misture!

consequência → intoxicação e probabilidade



▶ Pode misturar: Alcool gel e água sanitária?
 Não pode! Usar um, enxaguar, depois usar o outro
 → Água sanitária misturada com álcool (em qualquer concentração) forma três produtos muito tóxicos: o cloroetano, o cloroformio e o ácido clorídico. Podem causar irritações e queimaduras

▶ Pode misturar: Tira manchas com vinagre?
 Não pode! Nunca usar junto
 → A maioria dos produtos para tirar manchas de roupas (vanish, omopl, etc manchas e similares) tem água oxigenada.

▶ Posso misturar: sabão com bicarbonato de sódio?
 Pode misturar!
 Detergente com o bicarbonato de sódio não promove reação química, então a mistura é segura.

pede vai mãos pede
 misturar?

água oxigenada vinagre
 não pode!

leite e manga
 pede, vai fazer uma
 delícia (o leite de
 cada um com

diploima bebida
 não pode! po
 de causar uma
 intoxicação.

Fonte: Dados da pesquisa.

A diversidade de registros feitos pelos estudantes é considerada favorável, pois apresenta modos distintos de organização de ideias. Para que os estudantes comunicassem suas aprendizagens ao grupo foi proposto que as informações levantadas nesta aula fossem organizadas em *folders* para alerta às pessoas. Alguns estudantes fizeram no próprio caderno e outros optaram por versões digital. A Figura 06 traz o material elaborado pelos estudantes E 03, E 07, E 33, E 54 e E 26 (digital), respectivamente.

Figura 06: Elaboração de materiais para comunicar os riscos das misturas com produtos químicos de uso cotidiano.

Água sanitária com desinfetante

Não pode misturar!
Essa mistura libera compostos de tipo 1,4-dioxano, que causam alergias, irritações ou até queimaduras.



Leite com manga

Não misturar!
A combinação de sua melancina com a caseína do leite pode causar alergias em bebês. Leite com manga.

Vinagre com bicarbonato de sódio

Não misturar!
Vinagre e bicarbonato de sódio reagem quimicamente, liberando gás carbônico, mas é um efeito temporário que não causa danos à saúde.



Pode misturar?

Cloro com sabão em pó

Não pode misturar!
A combinação de que se forma um gás irritante para os olhos e a pele. Também libera compostos de cloro que podem causar problemas respiratórios.



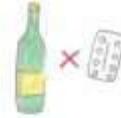
Vinagre com álcool

Não misturar!
Misturar vinagre com álcool a longo prazo pode irritar a pele e causar problemas respiratórios. Não misturar.



Bebida alcalina com aspirina

Não pode misturar!
A combinação de ácido salicílico com a base da bebida alcalina pode causar problemas de saúde, incluindo danos ao estômago.



Misturas que não podem misturar?

Perigoso (Red boxes with warning symbol):

- Água sanitária + Desinfetante
- Água sanitária + Sabão em pó
- Água sanitária + Vinagre

OK (Green boxes with OK symbol):

- Leite + Manga
- Água sanitária + Água sanitária
- Água sanitária + Água sanitária
- Água sanitária + Água sanitária

* pode causar queimaduras na pele e danos ao meio ambiente

* prejudica as vias respiratórias

AVISO



importante

Água-Sanitária + Alcool !!

Substância formadas ao se misturar pode causar problemas nos pulmões, no fígado, nos rins e pele. Pode prejudicar os olhos, o sistema nervoso e causar enjoo. Além dele que usa mistura também produz cloroeto de hidrogênio (HCL) o que é **TOXICO!!**



Quemaduras

Ao realizar misturas químicas de maneira incorreta, pode-se ocasionar queimaduras da pele de 1^o a 3^o grau.



risco ao realizar determinadas

Misturas químicas



Intoxicação

Misturas químicas realizadas de forma errada podem causar intoxicação por vias respiratórias ou por contato direto com os produtos químicos.



Reações Alérgicas

Ao entrar em contato com determinadas misturas químicas, pode-se ocasionar reações alérgicas.



PODE MISTURAR?

Produtos de limpeza



A limpeza é uma parte importante da rotina doméstica e no dia a dia é comum usar uma variedade de produtos para chegar a resultados mais eficazes. Mas especialistas afirmam que é preciso cuidado, já que a mistura inadequada de produtos de limpeza pode resultar em reação química perigosa. Alguns produtos têm substâncias químicas fortes que, combinadas, podem criar gases tóxicos, vapores nocivos ou até mesmo explosões.



ÁGUA SANITÁRIA E VINAGRE?

PARA ALGUNS PESSOAS, ESSAS SUBSTÂNCIAS MISTURADAS PODEM PARECER COMUNS, MAS A ESPECIALISTA EFELICA O PODEJO E MISTURA NÃO É UMA BOA IDEIA: "O VINAGRE TEM GRANDE QUANTIDADE DE ÁCIDO ACÉTICO E QUANDO ENTRA EM CONTATO COM O HIPOCLORITO DE SÓDIO PRODUZ CLORO GÁSICO: O GÁS CLORO É SUPER AGRESSIVO PARA O SISTEMA RESPIRATÓRIO. NÃO É RECOMENDÁVEL QUE SE USE OS DOIS JUNTOS, TAMBÉM NA MESMO LOCAL, MESMO QUE DE FORMA SEPARADA", RESPOSTA VANESSA CARVALHO.

ÁGUA SANITÁRIA E ALCÓOL?

NINGUÉM MISTURA O PULO NOME DOS PRODUTOS PERCEBEMOS QUE PODE SER PERIGOSO, COMO É O CASO DESSA COMBINAÇÃO: "O ALCÓOL, ALÉM DE SER MUITO INFLAMMÁVEL, APRESENTA UM CARÁTER ÁCIDO. SUA JUNÇÃO COM O HIPOCLORITO DE SÓDIO REDUZ A EFICÁCIA DOS PRODUTOS, OCASIONANDO DIFICULDADE DE RESPIRAÇÃO E QUEDA NOS NÍVEIS DE OXIGÊNIO. PORTANTO, É UMA MISTURA ALTAMENTE PERIGOSA E NÃO RECOMENDADA", EFELICA O ESPECIALISTA QUÍMICA.

VINAGRE E BICARBONATO DE SÓDIO?

VINAGRE E BICARBONATO SÃO DOIS PRODUTOS MUITO ÚTEIS E NATURAIS, REPLETOS DE FUNÇÕES. MAS, QUANDO MISTURADOS, PODEM SE TORNAR INATIVOS: O VINAGRE É UM COMPOSTO ÁCIDO. O BICARBONATO, POR OUTRO LADO, É UM COMPOSTO BÁSICO. MESM, QUANDO MISTURADOS BY DOIS, HÁ UMA REAÇÃO DE BOMAS AÇÕES. ALÉM DISSO, ELAS TAMBÉM PODEM CAUSAR EXPLOSIÃO EM CASO DE RECIPIENTE FECHADO. MAS, SEPARADAMENTE, ESSES DOIS PRODUTOS SÃO ÓTIMOS PARA LIMPEZA E IDEIAS PARA QUEM QUER EVITAR OS PRODUTOS CONVENCIONAIS.

DETERGENTE E DESINFETANTE?

PRODUTOS COMUNS E DE USO DIÁRIO TAMBÉM PODEM PARECER INOFENSIVOS, MAS A MISTURA INADEQUADA PODE SER PERIGOSA: "DETERGENTES DE USO GERAL NORMALMENTE SÃO FEITOS À BASE DE ÁGUA QUE TEM CARGA NEGATIVA, JÁ OS DESINFETANTES DE USO GERAL À BASE DE ÁGUA TEM CARGA POSITIVA. AO MISTURAR OS PRODUTOS TERÁ UMA REAÇÃO QUÍMICA INFLAMMÁVEL OS ÁTIVOS. A MISTURA DOS DESINFETANTES COM TEM COMPOSTOS AMONÍACAL, AO MISTURAR COM DETERGENTE PODE OCORRER A FORMAÇÃO DE GASES DURANTE INTOXICAÇÃO, QUEIMADURAS E ALERGIAS.

Fonte: Dados da pesquisa.

As comunicações realizadas pelos estudantes são entendidas como de suma importância no processo investigativo. Scarpa e Campos (2018) discutem sobre as fases do processo investigativo e descrevem que o trabalho em grupos menores e a sistematização com a turma completa possibilita interações entre os pares e entre professores e estudantes. Tais interações contribuem com a organização, discussão e avaliação dos conhecimentos.

A comunicação realizada pelos estudantes, por meio da elaboração de material de divulgação, favoreceu a exposição de ideias e conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores. Ao mesmo tempo favoreceu a divulgação de percepções, contato com os materiais produzidos pelos colegas e trocas de informações.

Na aula 03 as turmas foram levadas para o laboratório para a realização de experimentos voltados a interação entre algumas substâncias que pode promover reações químicas ou

vestígios das mesmas (combustão, liberação de gases e mudanças de cor). Percebeu-se muita expectativa, por parte dos estudantes, com relação a esta aula, pois devido a uma reforma, por um longo período os estudantes não puderam ocupar o espaço do laboratório.

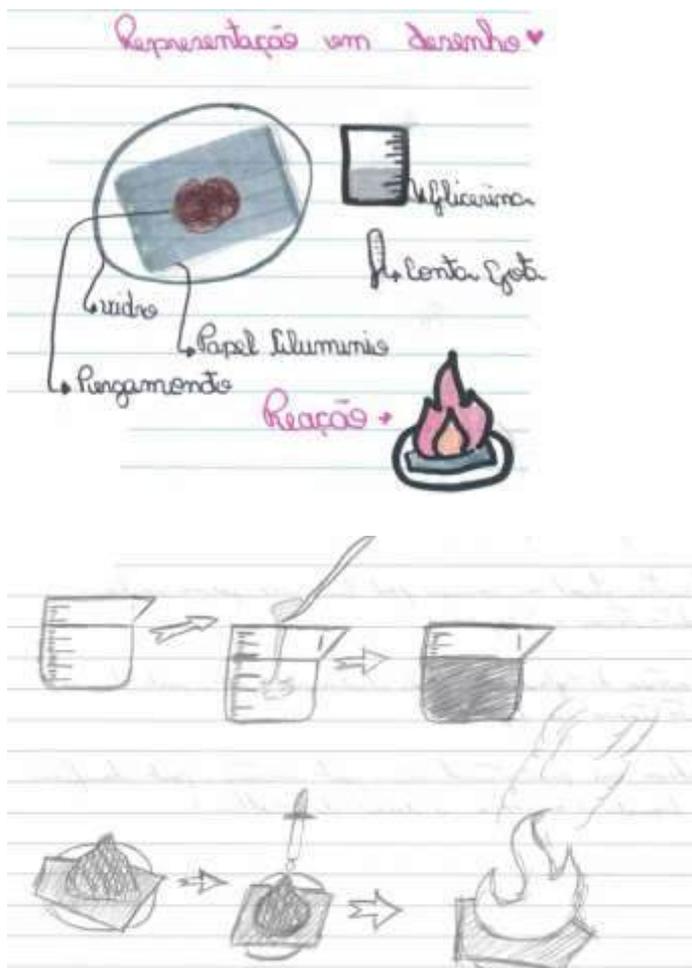
Na primeira atividade experimental os estudantes adicionaram permanganato de potássio a um béquer com água e mexeram até completa dissolução. Em seguida, eles despejaram vinagre e agitaram a mistura e, por último, adicionaram água oxigenada. Foi possível observar mudança de cor e liberação de gases.

Na atividade seguinte trituraram permanganato de potássio, utilizando um almofariz e pistilo, depois o colocaram no centro do papel alumínio que estava em cima do vidro relógio. Utilizando um conta-gotas acrescentaram glicerina, de modo que ela entrasse em contato com a superfície do permanganato. Rapidamente observou-se combustão. Esta atividade foi realizada grupo a grupo com a presença da professora-pesquisadora em cada uma das bancadas tentando minimizar as possibilidades de acidentes, que felizmente, não aconteceram.

Os estudantes apresentaram em seus cadernos registros que incluíam o material utilizado e suas anotações. A Figura 07 apresenta os registros feitos, por meio de desenhos, dos estudantes E 07, E 19, E 37, respectivamente.

Figura 07: Desenhos feitos pelos estudantes ilustrando suas observações acerca das experimentações vivenciadas.



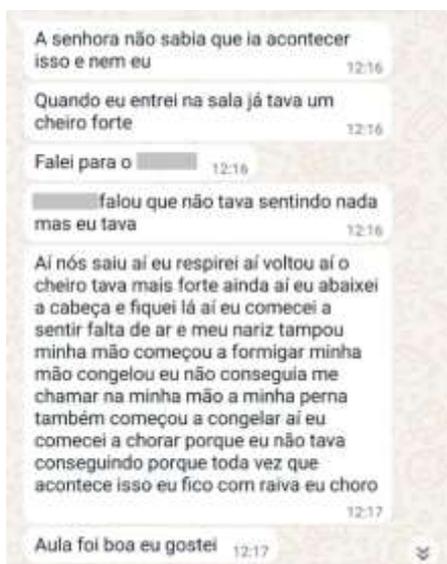


Fonte: Dados da pesquisa.

Como é possível notar no último desenho, representação do estudante E 37, mesmo em preto e branco identifica-se a mudança de cor a partir de adição do permanganato de potássio a água, assim como a liberação de gás ocorrida na combustão. Nos outros desenhos também é possível perceber alterações que foram visualizadas e registradas pelos estudantes.

Apesar de não ter tido nenhum acidente nos experimentos é preciso destacar que um estudante passou mal. Na Figura 08 há uma captura da tela da conversa entre o estudante e a professora-pesquisadora com o relato do incidente. O estudante precisou receber atendimento médico em uma unidade de saúde da cidade. No mesmo dia coordenação pedagógica, professora-pesquisadora e professora de apoio se reuniram para traçar estratégias para as aulas seguintes na tentativa de ressignificar o acontecido com o estudante e com a turma de maneira geral.

Figura 08: Captura de tela da conversa entre o estudante e a professora-pesquisadora em um aplicativo de mensagem.



Fonte: Arquivo pessoal.

Na quarta e última aula da sequência retomou-se a pergunta de investigação: **Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?** Os estudantes foram orientados a se expressarem por meio de produções textuais de diferentes gêneros (texto argumentativo, carta, conto e outros) além da possibilidade de criar tirinhas, histórias em quadrinhos (HQ's), entre outras formas criativas.

As produções encontradas nos registros dos estudantes foram: 25 (31,25%) tirinhas, 12 (15 %) textos, três (3,75%) textos acompanhados de tirinhas, 26 (32,5%) parágrafos, nove (11,25%) parágrafos com tirinhas, um (1,25%) diálogo, dois (2,5%) parágrafos com desenhos, um (1,25%) quadrinho e um (1,25%) mapa mental. A partir das produções dos estudantes, as respostas foram classificadas como satisfatórias, regulares ou insatisfatórias (Tabela 03) levando-se em consideração a presença de elementos teórico-conceituais-práticos que foram trabalhados ao longo das aulas.

Tabela 03: Categorização das respostas apresentadas pelos estudantes à pergunta de investigação da Sequência Didática.

Categoria	Exemplos de respostas	Número de respostas
Satisfatória	“... te falo para pesquisar os produtos do seu dia a dia para não acontecer alguma coisa grave.” E 02	9

	<p>“...Bem, há uma explicação científica. Quando você mistura vinagre com bicarbonato de sódio, ocorre uma reação química que libera dióxido de carbono, água e um pouco de calor. Então, aqui vai a dica antes de se aventurar nas misturas de limpeza caseira é sempre bom fazer uma rápida pesquisa sobre o que pode ser misturado.”</p> <p>E 12</p>	
Regular	<p>“Algumas substâncias como por exemplo, o detergente em pó e a água sanitária não podem ser misturadas porque ocasionam reações químicas sérias, na qual, quando inaladas ou em contato com a pele, pode gerar alergias e até queimaduras. Algumas pessoas passam mal devido a essas reações que tais misturas podem ocasionar.” E 21</p> <p>“Várias misturas para limpeza de casa, podem causar problemas á saúde por motivo das substâncias químicas existente, como por exemplo a água sanitária misturada com sabão em pó, detergente, álcool e vários outros produtos causam a cloramina, que é um gás que se for inalado pode causar problemas a saúde.” E 31</p>	56
Insatisfatória	<p>“Muitas das vezes essas químicas com produtos de casa podem ter um efeito muito forte e pode causar mal por causa do cheiro. (...)” E 16</p> <p>“Alguns produtos de limpeza como por exemplo detergente e desinfetante, um tem carga positiva e outro tem carga negativa, que quando se misturam a carga é anulada, causando reações químicas como explosões, queimaduras, entre outros. (...)” E 39</p>	15

Fonte: Elaboração própria.

As respostas consideradas satisfatórias (11,25% do total) apresentavam, além da ideia de que as misturas de produtos químicos geram reações químicas, a explicitação da necessidade de seguir instruções dos rótulos dos produtos ou orientações sobre pesquisar antes do uso e ainda termos como dicas e recomendações. Os estudantes que tiveram suas respostas categorizadas neste grupo apresentaram no contexto que mudanças de coloração, liberação de gases e outras evidências de reações químicas podem ser observadas e ainda estabeleceram conexões com situações cotidianas. A resposta apresentada pelo estudante E 59 (Figura 09), por exemplo, explicitou situação muito comum na vivência dos jovens que consiste em buscar informações na *internet* sem o cuidado de confrontar a veracidade de tais informações.

Figura 09: Resposta apresentada pelo estudante E 59 à pergunta de investigação da SEI 01.



Fonte: Dados da pesquisa.

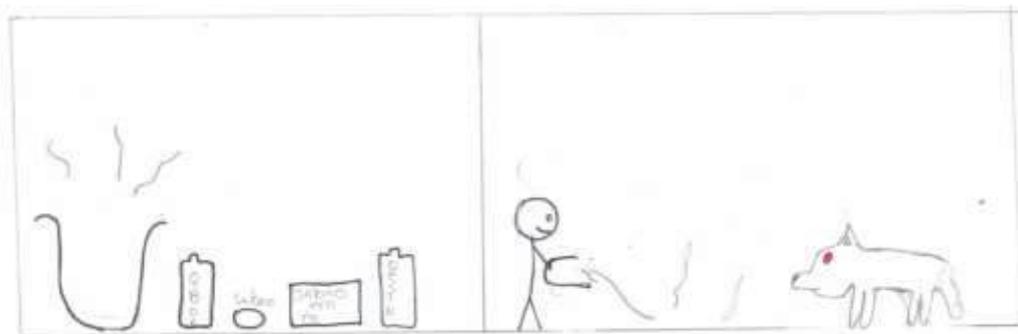
Foram consideradas como regulares 56 respostas (70% do total). Nestas observou-se, principalmente, que as reações químicas liberam gases tóxicos ou outros que em contato com a pele, olhos, narinas e outros órgãos causam prejuízos. É válido ressaltar que pelos documentos orientadores do componente curricular Química, ‘reações químicas’ é objeto de conhecimento a ser explorado a partir do 4º bimestre letivo da 1ª série do Ensino Médio, ou seja, os estudantes ainda não dominam as representações destas reações em forma de equações químicas ou outros assuntos relacionados.

No início do ano letivo foram apresentadas aos estudantes evidências de uma reação química num contexto que buscava oferecer sustentação de ideias para que diferenciassem transformações químicas e físicas. À época, provavelmente, a aprendizagem se deu de forma mecânica. Em Moreira (2011) essa aprendizagem é tida como sinônima do termo coloquial ‘decoreba’ por ser puramente memorística e cobrada em avaliações do tipo certo ou errado, sim ou não. Como o autor lembra, a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não estabelecem uma oposição, mas estão ao longo de um processo contínuo com rupturas e consolidações.

Acredita-se na existência de vestígios de aprendizagem nas repostas consideradas regulares, pois os estudantes apontaram evidências de reações químicas. Mesmo nos desenhos

foi possível identificar distinções que apontam para a mudança de cor indicando que uma reação química aconteceu. O estudante E 45 (Figura 10) inseriu em sua resposta inclusive o organismo de um animal de estimação em contato com os produtos desta reação química.

Figura 10: Resposta apresentada pelo estudante E 45 à pergunta de investigação da sequência didática 01.



Fonte: Dados da pesquisa.

Do total, 15 respostas (18,75%) dos estudantes à pergunta de investigação foram categorizadas como insatisfatória, principalmente, pela visão simplista e incompleta que foi apresentada. Nestas respostas os estudantes apontavam generalizações como se todas as reações químicas do cotidiano de uma casa fossem causar prejuízos às pessoas envolvidas.

O estudante E 44 (Figura 11) elaborou um desenho em que um cientista, em seu primeiro dia de trabalho, provocou uma explosão em um laboratório a partir de misturas realizadas. Essa visão estereotipada é um ponto de atenção por expressar uma visão reduzida do trabalho de um cientista, além de alimentar no imaginário dos estudantes de que a Química estará associada a explosões.

Para um melhor entendimento dos estudantes sobre a ciência e o cientista, Zanon e Machado (2013) acreditam na necessidade do conhecimento acerca da natureza da ciência e baseados em questionamentos estudar sobre o desenvolvimento de teorias, os responsáveis por elas, os momentos históricos em que aconteceram e as tecnologias disponíveis para as épocas, para assim tentar associar a realidade de um cientista à de qualquer outro profissional.

Figura 11: Resposta apresentada pelo estudante E 44 à pergunta de investigação da sequência didática 01.



Fonte: Dados da pesquisa.

Acredita-se que a sequência investigativa validada seja um material potencialmente significativo na perspectiva da aprendizagem significativa. Do total das respostas dos estudantes à pergunta de investigação, 81,25% foram classificadas como satisfatórias e/ou regulares, ou seja, verificou-se vestígios de aprendizagem significativa no processo. Porém, seria ingênuo pensar que a aprendizagem significativa poderia ser alcançada com um conjunto pequeno de aulas de Química. A SEI construída na abordagem do Ensino de Ciências por Investigação com o uso da experimentação como estratégia para coleta de dados e investigação pelos estudantes mostrou-se uma ferramenta exitosa no processo de ensino-aprendizagem.

Sequência de Ensino Investigativa 03 (2ª SÉRIE)

Na SEI 03 trabalhou-se o objeto de conhecimento “Termoquímica” tendo como conteúdo as “Trocas de calor nas reações químicas”. A sequência teve como público-alvo estudantes da 2ª série do Ensino Médio com duração de quatro aulas de 50 minutos cada. A aplicação da sequência investigativa compreendeu cinco turmas das segundas séries do CEPMG – CESL (Tabela 04).

Tabela 04: Número de estudantes efetivos e número de estudantes participantes por turma em que a Sequência Didática foi aplicada nas segundas séries.

Série/ Turma	Estudantes efetivos			Estudantes participantes		
	Meninos	Meninas	Total	Meninos	Meninas	Total
2ª A	9	26	35	3	11	14
2ª B	16	18	34	4	5	9
2ª C	14	22	36	7	7	14
2º D	18	16	34	2	6	8
2º E	18	13	31	5	8	13
Total	75	95	170	21	37	58

Fonte: Elaboração própria.

Será tratado como grupo participante deste estudo os dados de 58 estudantes (34,12% do total de efetivos) que cumpriram os critérios para inclusão na pesquisa. Para manter o anonimato dos estudantes seus dados foram inseridos em uma tabela, inicialmente organizados por turma e, em seguida, em ordem alfabética. Assim, tem-se primeiramente os estudantes da segunda série A organizados em ordem alfabética, depois, os dados dos estudantes da segunda série B listados em ordem alfabética e sucessivamente até a segunda série E. Serão, portanto, identificados pela letra maiúscula E (estudante) e o número que indica sua posição na listagem completa, tendo assim, do estudante E 01 até o estudante E 58. Os estudantes efetivos das segundas séries do CEPMG – CESL nasceram entre 2005 e 2008, tendo, portanto, entre 16 e 19 anos de idade completos ou a serem completados até 31 de dezembro de 2024.

Tabela 05: Ano de nascimento dos estudantes matriculados nas segundas séries do Ensino Médio no Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás – Cabo PM Edmilson de Sousa Lemes.

Série/turma	2005	2006	2007	2008	Total
2ª A	0	0	21	14	35
2ª B	1	2	17	14	34
2ª C	0	1	20	15	36
2ª D	0	0	19	15	34
2º E	0	0	23	8	31
Total	1	3	100	66	170

Fonte: Elaboração própria.

A primeira aula da sequência visou ilustrar sobre as transformações físicas da matéria associando absorção e liberação de calor. Para isto os professores (professora-pesquisadora e professor regente da turma) utilizaram o simulador disponível no site “*PheT*” e retomaram as principais características dos estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso).

Ainda no simulador os professores voltaram à discussão dos termos calor e temperatura já trabalhados nas aulas de Física. A partir da contextualização foi apresentada a pergunta de investigação aos estudantes: **Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?**

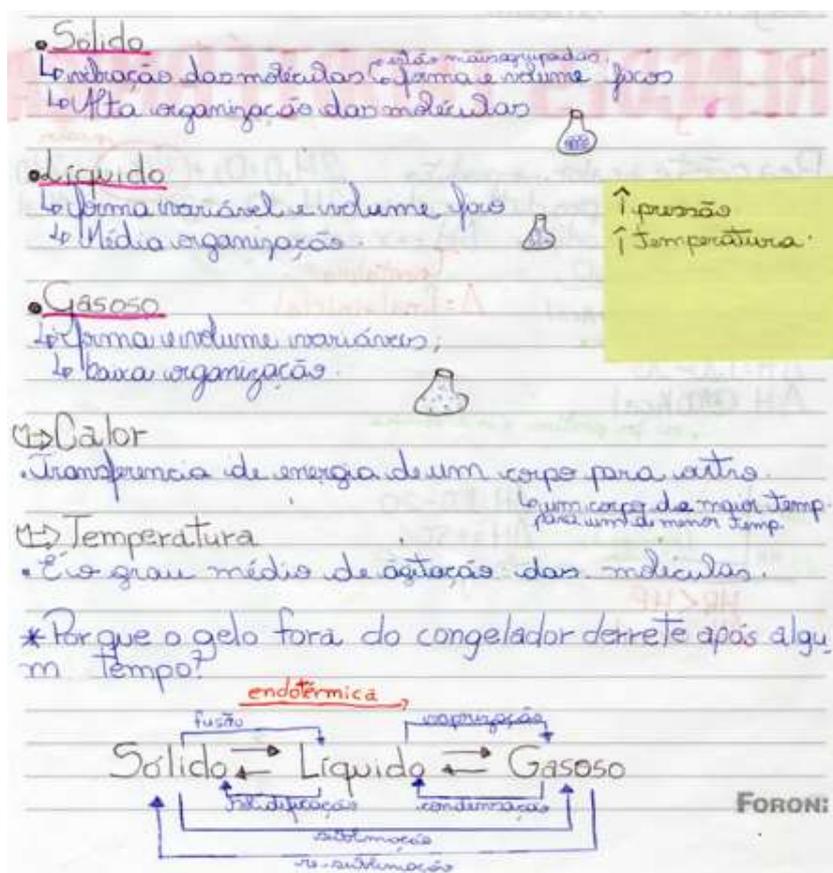
Os estudantes tiveram momento para refletir e expor suas hipóteses. Foram relacionadas as seguintes hipóteses: esquentar, muda de sólido para líquido, a temperatura aumenta e depende do tempo que ele ficar fora do congelador. As hipóteses foram registradas no quadro.

Em seguida, os professores conduziram a aula retomando os termos específicos para indicar as mudanças de estado físico da matéria e ainda com o simulador, que apresenta a funcionalidade “esquentar e esfriar” o sistema, começaram a discutir sobre os efeitos da absorção e da liberação de calor. Como exemplo pode-se citar a ênfase dada aos estudantes à organização das moléculas quando o sistema era “resfriado” e a desorganização das moléculas quando o sistema era “aquecido”.

Com base nos registros feitos pelos estudantes em seus cadernos, 100% apresentou informações sobre as principais características dos estados físicos, sobre a definição de calor e temperatura, e a construção do diagrama que revisava as nomenclaturas adotadas para as transformações físicas da matéria. A Figura 12 traz imagens que mostram alguns dos registros.

Figura 12: Anotações dos estudantes E 16 e E 44 a partir das informações apresentadas na aula 01 da SEI 03.





Fonte: Dados da pesquisa.

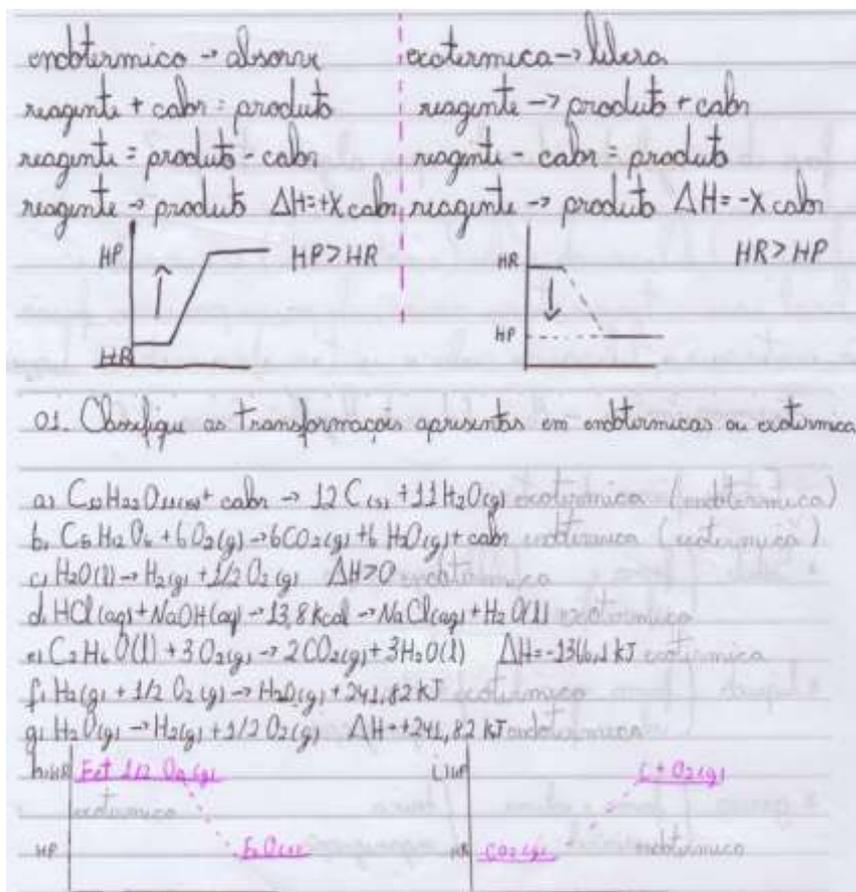
Na primeira imagem da Figura 12 o estudante apresentou uma organização do que havia sido dito em aula. Na segunda imagem é possível perceber a ilustração evidenciando a organização das partículas em diferentes estados físicos da matéria acrescentada ao lado das informações registradas. Essa primeira aula, na perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação, permitiu que a fase da orientação fosse explorada, enquanto em um contexto da Aprendizagem Significativa foi possível perceber os conhecimentos prévios dos estudantes.

Na segunda aula da sequência foram apresentadas equações químicas que caracterizavam as reações endotérmicas e exotérmicas, além dos gráficos para as respectivas reações. A aula foi, em sua maior parte, expositiva e os professores apresentaram o conteúdo para que os estudantes formalizassem em representações por meio de equações químicas as mudanças de estados físicos apresentadas na aula anterior com o uso de simulador.

Nesta aula foram apresentadas ainda uma sequência de equações químicas para que os estudantes pudessem classificá-las como endotérmicas ou exotérmicas colaborando, assim, com a etapa de conceituação do Ensino de Ciências por Investigação. Em todos os cadernos foram encontradas as anotações com as representações das equações químicas e dos gráficos, além da

classificação das equações como exotérmica ou endotérmica. A Figura 13 traz anotações realizadas pelo estudante E 56.

Figura 13: Registros do estudante E 56 acerca da aula 02 da SEI.



Fonte: Dados da pesquisa.

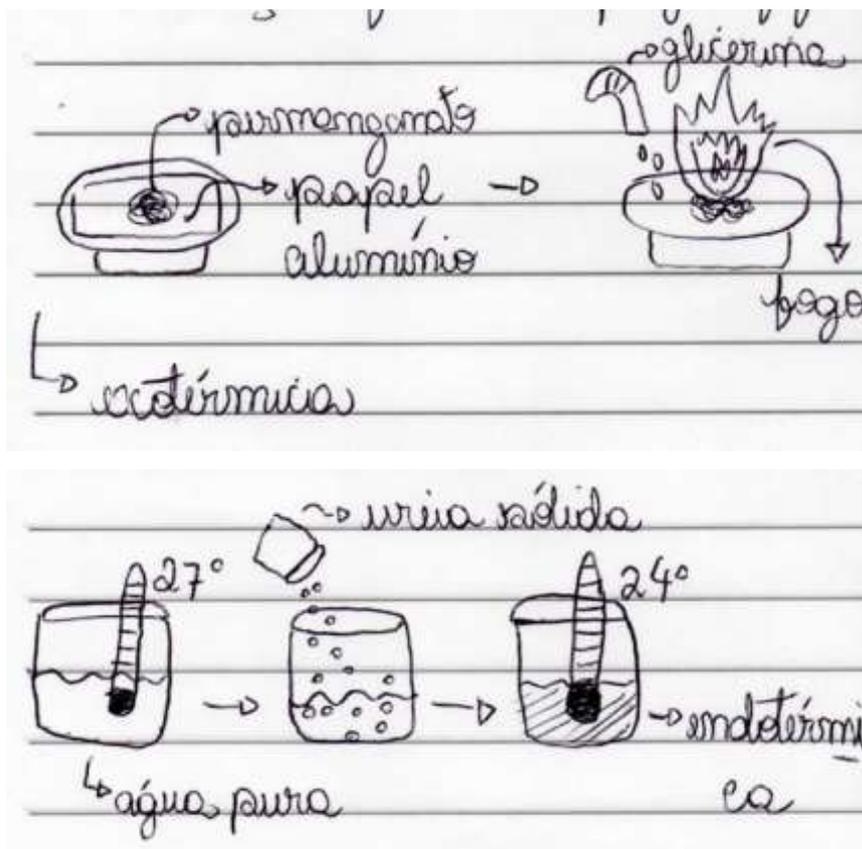
A terceira aula foi realizada no laboratório de Ciências Naturais da instituição de ensino. A expectativa dos estudantes era elevadíssima. Os estudantes realizaram duas reações químicas para investigação quanto a absorção (endotérmica) ou liberação de calor (exotérmica). Em um experimento os estudantes teriam a possibilidade de investigar a reação entre o permanganato de potássio e a glicerina para que percebessem a liberação de calor ocorrida na combustão destes reagentes, se tratando de uma reação exotérmica. No outro experimento, para que a hidrólise da ureia ocorresse seria necessária uma absorção de calor, sendo então, uma reação endotérmica. A ordem dos experimentos foi diferente já que as bancadas à direita do laboratório começavam por um e as bancadas à esquerda do laboratório começavam por outro.

Nas anotações dos estudantes foi possível encontrar registros quanto os materiais utilizados, os procedimentos e as observações. Alguns estudantes anotaram só os materiais e

suas observações, enquanto outros só suas percepções acerca dos experimentos realizados e outros ainda anotaram suas observações e conclusões sobre os experimentos.

Na Figura 14 é possível visualizar parte das anotações feitas pelo estudante E 29 para as duas reações químicas realizadas no laboratório. No recorte realizado nos registros deste estudante é possível visualizar os desenhos feitos para ilustrar as reações.

Figura 14: Ilustrações do estudante E 29 para as reações presenciadas na aula em laboratório.



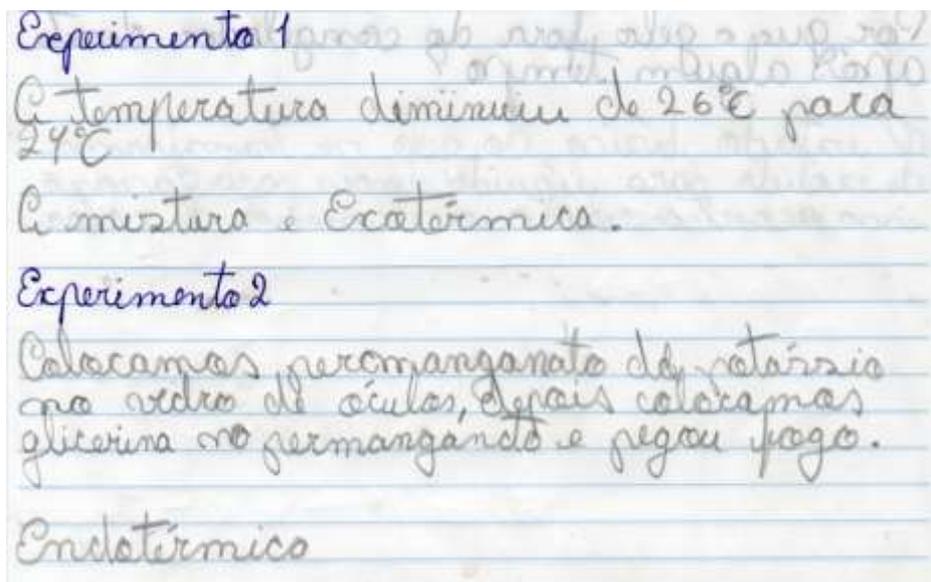
Fonte: Dados da pesquisa.

O estudante em questão classificou as reações como o esperado pelos professores, a combustão como exotérmica e a hidrólise da ureia como endotérmica. Mas isso não aconteceu em todos os casos. Alguns estudantes, nessa etapa investigativa, apresentaram classificações diferentes do esperado, o que não foi imediatamente corrigido pelos professores.

Os estudantes foram estimulados a discutir suas conclusões com os colegas de bancada. Vale salientar que a etapa da discussão é considerada imprescindível em todo o processo investigativo, se tratando de uma fase que ocorre não só ao final, mas ao longo de todo o processo.

A Figura 15 traz os registros do estudante E 42 que fez uma inversão na classificação das reações, considerou a hidrólise da ureia como uma reação exotérmica e a combustão uma reação endotérmica. Em alguns grupos a discussão foi em torno de: no experimento com a hidrólise a temperatura do sistema diminuiu fazendo alguns estudantes argumentarem que isso seria uma evidência para uma reação exotérmica e no caso da combustão discutiam sobre a necessidade de os reagentes absorverem calor para que a reação acontecesse.

Figura 15: Anotações do estudante E 42 sobre as reações químicas realizadas.



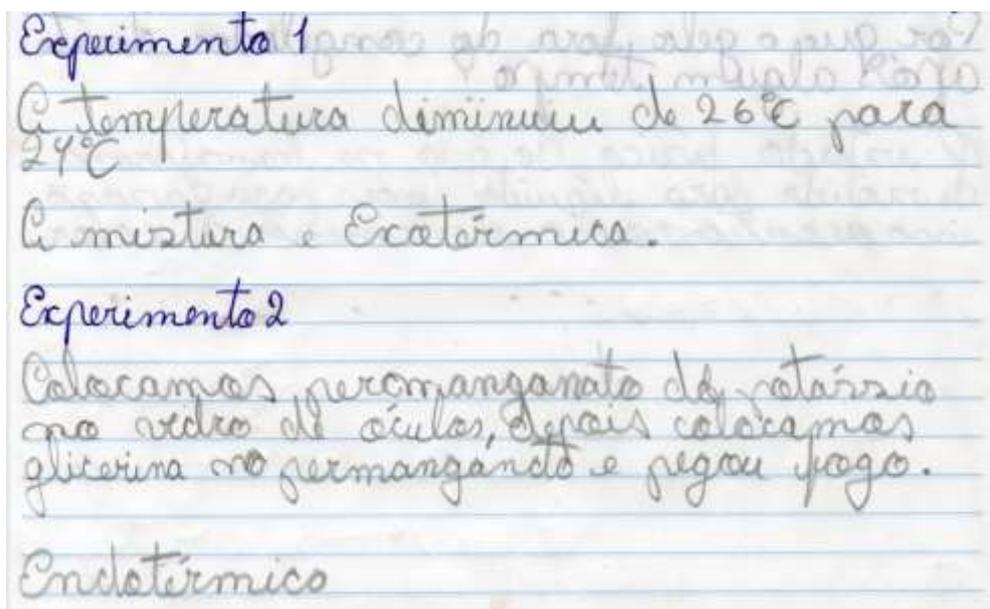
Fonte: Dados da pesquisa.

Os momentos em que a discussão foi privilegiada foram de extrema relevância para a investigação. Os estudantes argumentando e contra argumentando entre eles transformou algumas percepções antes tidas como ‘erradas’. No caso da combustão, por exemplo, os estudantes discutiam que não era só questão de absorver calor para dar início a reação, mas sim, olhar a reação como um todo. Alguns estudantes mais afoitos e impacientes tentavam convencer os colegas com frases do tipo “por que você não põe a mão no fogo então?” na intenção de lembrá-los que isso os queimariam e, portanto, trata-se de uma reação que libera calor, exotérmica.

No caso da hidrólise da ureia foram ainda mais intensas as discussões que ocorriam nos grupos. Alguns estudantes entendiam a diminuição da temperatura como indicativo de reação exotérmica, pois acreditavam que era uma liberação de calor. Ao longo das discussões dos estudantes foi possível notar uma confusão entre os conceitos de calor e temperatura.

As discussões seguiram mais intensas nos grupos sobre a necessidade de absorção de calor pela ureia. Ao longo do processo, como era esperado, alguns estudantes mantinham suas conclusões e outros não. A Figura 16 traz as anotações do estudante E 42 com suas observações sobre os experimentos realizados.

Figura 16: Anotações do estudante E 42 com as observações acerca do experimento realizado com as segundas séries.



Fonte: Dados da pesquisa.

Como é possível notar, o estudante, mesmo após a realização dos experimentos e as discussões em grupo, classificou de forma equivocada a mistura água e ureia como uma reação exotérmica e a combustão do permanganato de potássio com glicerina como endotérmica.

Na quarta aula da sequência os estudantes retomaram o percurso realizado e foram reapresentados à pergunta de investigação: **Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?** Seguidamente foram incentivados a refletir sobre a resposta que iriam propor tomando como base as aulas anteriores. Na Tabela 06 estão categorizadas as respostas dos estudantes.

Tabela 06: Categorização das respostas apresentadas pelos estudantes à pergunta de investigação da SEI.

Categoria	Exemplos de respostas	Número de respostas
Satisfatória	“Pois o gelo estando no estado sólido recebe a transferência de calor (energia) pela a fonte natural	8

	<p>que é o ambiente, mudando seu estado físico para líquido caracterizando uma reação endotérmica com entalpia maior que zero.” E 26</p> <p>“Após algum tempo fora do congelador o gelo, que se encontra em uma temperatura inferior à do ambiente, começa a receber calor do mesmo, afim de atingir o equilíbrio térmico, com esse ganho de calor caracterizando uma reação endotérmica. Recebendo esse constante ganho de calor, o gelo que estava no estado sólido, começa a mudar para o estado físico líquido, sendo essa mudança popularmente chamada de ‘derretimento do gelo’.” E 47</p>	
Regular	<p>“Porque o gelo absorve calor (processo endotérmico) do ambiente o que faz o gelo derreter e se transformar em líquido.” E 17</p> <p>“Ele passa de sólido para líquido, isso acontece por causa do calor que faz as partículas se agitarem.” E 43</p>	39
Insatisfatória	<p>“O gelo fora do congelador derrete com a temperatura/clima. Absorve com o calor. O gelo sendo exotérmico.” E 06</p> <p>“Porque ao ser exposto a uma temperatura maior que a dele há uma liberação de calor por parte do gelo afim de alcançar equilíbrio térmico. Ele passa por um processo de fusão (sólido para líquido) sendo caracterizado por uma reação endotérmica pois libera calor.” E 38</p>	11

Fonte: Autora.

Analisando as respostas oferecidas pelos estudantes à pergunta de investigação, oito (13,79%) foram categorizadas como satisfatórias. Isso se deu porque nestas respostas os estudantes, além de considerarem o processo como endotérmico, discorreram sobre as trocas de calor entre o ambiente e o gelo até o equilíbrio térmico.

As respostas de 39 estudantes (67,24%) foram categorizadas como regulares, pois apresentaram ideias sobre a absorção de calor, o aumento da agitação das moléculas e a classificação do processo como endotérmico, propriamente dito. A partir das leituras de todas as respostas apresentadas pelos estudantes, foi possível ir percebendo as relações feitas por alguns deles do que foi apresentado nas aulas de Química e nas aulas de Física. As respostas selecionadas para a categoria satisfatória surgiram a partir daí a capacidade do estudante de

traçar paralelos entre os componentes curriculares distintos, deixando as respostas ainda mais fortalecidas. Os estudantes que utilizaram os argumentos e conhecimentos adquiridos a partir das aulas de Química e apresentaram uma resposta coerente com o que era esperado, mas sem fazer associação com outro componente curricular, tiveram as respostas categorizadas como regulares. Os Na Figura 17 tem-se a representação e a resposta dada pelo estudante E 08.

Figura 17: Resposta dada pelo estudante E 08 a pergunta de investigação da SEI.

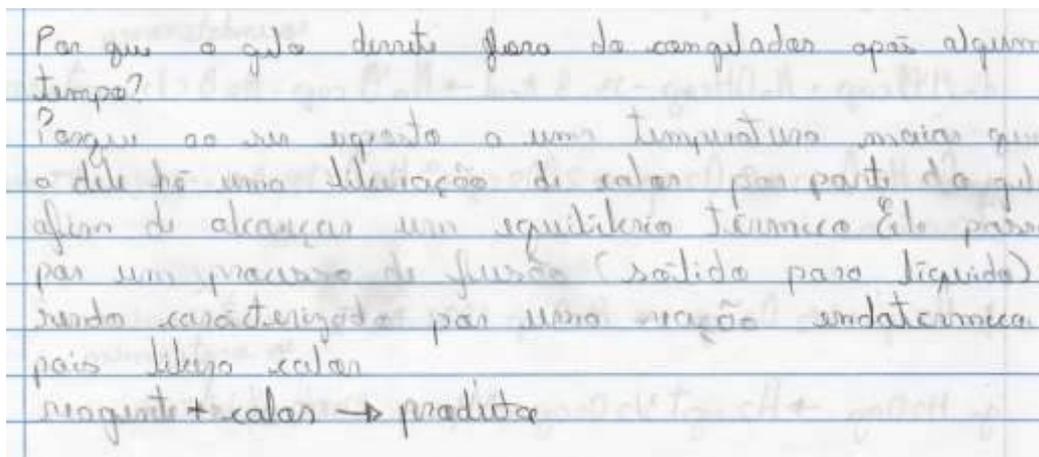


Fonte: Dados da pesquisa.

O estudante apresentou em sua resposta uma ilustração que permite identificar condições diferentes para a troca de calor. Em um primeiro momento a imagem se assemelha com as condições dentro de um congelador e, seguidamente, é possível identificar fatores externos interferindo no processo de fusão deste ‘gelo’. A resposta foi considerada regular pois o estudante demonstrou em seus desenhos e sua resposta a compreensão acerca da absorção de calor para a ocorrência da reação, tratando-se, portanto, de uma reação endotérmica.

As respostas de 11 estudantes (18,96 %) foram categorizadas como insatisfatórias, pois não foram condizentes com o que foi discutido nas aulas. Na maioria dos casos, mesmo após a etapa de investigação, os estudantes acreditavam que o derretimento do gelo se tratava de um processo exotérmico. Na resposta do estudante E 38 (Figura 18) há uma boa argumentação do processo, porém, com um erro, pois o estudante responde que o derretimento do gelo é um processo endotérmico, pois há liberação de calor.

Figura 18: Resposta oferecida pelo estudante E 38 à pergunta de investigação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Considera-se que as atividades trabalhadas na SEI 03 favoreceram a Aprendizagem Significativa, pois 81,03% das respostas dos estudantes foram consideradas satisfatórias e regulares. Analisando também todo caminho percorrido pelos estudantes e professores há motivos para considerar a Sequência exitosa como, por exemplo, percebeu-se envolvimento dos estudantes com o conteúdo, melhoria na capacidade de argumentação nas discussões, além do fortalecimento da relação professor-estudantes a partir da desconstrução de aulas apenas expositivas.

Sequência de Ensino Investigativa 05 (3ª SÉRIE)

A sequência 05 abarcou o objeto de conhecimento “Introdução às funções orgânicas” tendo como conteúdo abordado os “Hidrocarbonetos”. A Sequência foi trabalhada com estudantes da 3ª série do Ensino Médio do CEPMG – CESL ao longo de quatro aulas de 50 minutos cada. As turmas em que a Sequência foi aplicada estão especificadas na Tabela 07. Nos resultados são contemplados os dados de 32 estudantes (26,6%) que cumpriram os critérios para inclusão na pesquisa. Para preservar o anonimato dos estudantes seus dados foram inseridos em uma tabela, inicialmente organizados por turma e, em seguida, em ordem alfabética. Assim sendo, tem-se primeiramente os estudantes da terceira série A organizados em ordem alfabética, depois, os dados dos estudantes da terceira série B listados em ordem alfabética e assim, sucessivamente, até a terceira série D. Neste trabalho serão identificados pela letra maiúscula E, da palavra estudante, e o número que indica sua posição na listagem completa, tendo assim, do estudante E01 até o estudante E32.

Tabela 07: Número de estudantes efetivos por turma em que a Sequência Didática foi aplicada nas terceiras séries e número de estudantes participantes.

Série/ Turma	Estudantes efetivos			Estudantes participantes		
	Meninos	Meninas	Total	Meninos	Meninas	Total
3 ^a A	14	15	29	4	4	8
3 ^a B	9	26	35	2	6	8
3 ^a C	11	23	34	4	5	9
3 ^o D	10	12	22	3	4	7
Total	44	76	120	13	19	32

Fonte: Elaborada pela autora.

Os estudantes efetivos que estão matriculados nas terceiras séries do CEPMG – CESL nasceram entre 2005 e 2007, tendo, portanto, entre 17 e 19 anos de idade completos ou a serem completados até 31 de dezembro de 2024. Como é possível verificar na Tabela 08, a maioria dos estudantes efetivos (53,3%) nasceu em 2007 enquanto a minoria deles (2,5%) é nascida em 2005.

Tabela 08: Ano de nascimento dos estudantes efetivos nas terceiras séries do Ensino Médio no Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás – Cabo PM Edmilson de Sousa Lemes

Série/turma	2005	2006	2007	Total
3 ^a A	2	11	16	29
3 ^a B	0	16	19	35
3 ^a C	1	17	16	34
3 ^a D	0	9	13	22
Total	3	53	64	120

Fonte: Elaborada pela autora.

A aula 01 da SEI tinha como objetivo a apresentação da função orgânica chamada de “Hidrocarbonetos”, bem como, a regra geral de nomenclatura dos compostos pertencentes à essa função. A aula 02 visava a construção de hidrocarbonetos de maneira lúdica para que os estudantes associassem a regra de nomenclatura às estruturas formadas. A aula 03 objetivava a identificação de características dos compostos incluídos no grupo dos hidrocarbonetos e, por englobar experimento e leitura de texto, pretendia-se perpassar pela investigação propriamente dita. A aula 04 propiciaria tempo para a sistematização do que foi entendido nas aulas anteriores a partir da pergunta de investigação apresentada na primeira aula.

Na aula 01 os estudantes assistiram ao vídeo intitulado “O caminho do petróleo” disponível no canal da Petrobrás no YouTube. A exposição do vídeo tinha como intenção estimular momento para que os estudantes pudessem expor o que já sabiam sobre o assunto.

Buscou-se diálogo para reflexões sobre a presença dos combustíveis obtidos a partir da destilação fracionada do petróleo no cotidiano de todos.

Após o momento de fala dos estudantes, o vídeo “O caminho da gasolina” também disponível no canal da Petrobrás no YouTube foi exibido com o intuito de possibilitar a visualização da separação dos subprodutos do petróleo por meio das imagens do processo de destilação fracionada. Após a apresentação de ambos os vídeos foi lançada aos estudantes a pergunta investigativa: “Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?”.

Aqui os estudantes foram novamente estimulados a participar oralmente sugerindo respostas/hipóteses. As primeiras respostas passavam por algo do tipo “eu nem sabia que tinha tudo isso no petróleo”, “eu achava que era uma coisa só”, “o gás é tirado do petróleo?” além de dúvidas expressas em perguntas como “a senhora pode me lembrar o que é ponto de ebulição?” e “como que era mesmo a diferença de destilação fracionada e aquela outra lá?”.

Sobre o Ensino de Ciências por Investigação, Sasseron (2014) narra que o problema é um elemento importante e fomentador da investigação. Segundo a autora, numa perspectiva educacional o problema é considerado o recurso para a promoção do entendimento dos conceitos. A aula 01 da Sequência foi o pontapé no percurso investigativo que seria trilhado pelos estudantes.

Em todas as turmas, a partir da apresentação da pergunta investigativa, foi reexibido o vídeo “O caminho do petróleo” até o minuto 1:01 para que ouvissem a frase “...a descoberta de novas reservas envolve uma série de pesquisas para localizar as bacias promissoras e analisar os melhores pontos para perfurá-las. Em seguida são feitas as perfurações exploratórias que permitem comprovar se há ou não hidrocarbonetos no subsolo...” para a motivação de discussão a respeito do que seriam esses hidrocarbonetos.

A participação dos estudantes foi de suma importância para o desenvolvimento de cada momento proposto aula a aula, em especial por concordar com Carvalho (2018) que diz que o ensino por investigação também pode ser definido como o ensino dos conteúdos programáticos onde o professor estabelece condições para os estudantes pensarem, falarem, lerem e escreverem. Quando questionados sobre os tais hidrocarbonetos rapidamente algum estudante associava a palavra à presença dos elementos químicos carbono e hidrogênio.

A partir do momento que algum estudante declarava que hidrocarboneto seria formado por carbono e hidrogênio a professora-pesquisadora os questionava sobre como seria nomear os compostos pertencentes a este grupo. Em todas as vezes algum estudante lamentava, especialmente, porque já tinha visto algo em redes sociais sobre nomenclatura de compostos orgânicos que o deixara preocupado.

A professora-pesquisadora apresentava como regra geral de nomenclatura dos compostos pertencentes aos hidrocarbonetos a seguinte estrutura, escrita no quadro: prefixo + infixo + sufixo, e questionava os estudantes sobre a formação de palavras na Língua Portuguesa. Um estudante estabeleceu inclusive comparação com a palavra ‘feliz’ que poderia dar origem a infeliz e a infelizmente.

A orientação neste momento foi para que todos os estudantes acompanhassem no quadro branco a construção de uma tabela. A professora-pesquisadora construiu algo similar a Tabela 08 representada a seguir para que fosse possível a construção de nomes de compostos classificados como hidrocarbonetos.

Tabela 08: Regra de nomenclatura dos hidrocarbonetos considerando a junção prefixo + infixo + sufixo.

Prefixo	Infixo (ou intermediário)	Sufixo (ou terminação)
Determinado pelo número de carbonos presentes na cadeia	Estabelecido pelo tipo de ligação entre os átomos de carbono	Corresponde a função orgânica à qual pertence o composto
1 carbono: met	Simple: an	Hidrocarboneto: o
2 carbonos: et		Álcool: ol
3 carbonos: prop	Dupla: en	Cetona: ona
4 carbonos: but	Duas duplas: dien	Aldeído: al
5 carbonos: pent	Três duplas: trien	(...)
6 carbonos: hex		
7 carbonos: hept	Tripla: in	
8 carbonos: oct	Duas triplas: di-in	
9 carbonos: non	Três triplas: tri-in	
10 carbonos: dec		

Fonte: Elaboração da autora.

Alguns estudantes associaram a nomenclatura “metano” à regra apresentada e começaram a verbalizar algo como ‘faz sentido’ e que este nome já era conhecido desde as

séries iniciais do Ensino Fundamental – Anos Finais. Afinal, até mesmo os textos em aulas de Geografia trazem o nome metano em contexto de questões ambientais. Ao final da aula foi solicitado aos estudantes que pesquisassem, para a aula seguinte, os principais componentes encontrados na gasolina, nafta, gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível, querosene e diesel.

A Sequência trabalhada no contexto do Ensino por Investigação abarca a orientação, a conceituação, a investigação e a conclusão como descrito por Pedaste (2015). Essas características orientaram as atividades escolhidas para comporem as quatro aulas. Sobre as características do Ensino por Investigação, Zômpero *et al.* (2019) discorrem que a **orientação** é o período para contextualização e problematização pelo professor sobre o tema que será investigado. Já a **conceituação** está associada ao instante em que o problema é apresentado e a formulação das hipóteses pelos estudantes, fazendo-se necessário a discussão entre os participantes.

No quesito **investigação** as autoras acima citadas entendem como o enfrentamento de hipóteses que se dá através tanto de um experimento, quanto com consultas textuais que viabilizem coletar e analisar os dados fundamentados em evidências. A **conclusão** é um momento em que a reflexão e as discussões são necessárias para que os estudantes sejam capazes de sistematizar o conhecimento retomando o problema, as hipóteses propostas e os dados que permitem a finalização da atividade proposta.

Em Pedaste (2015) a etapa da **discussão** é considerada um processo que pode apresentar os resultados obtidos em fases específicas ou de todo o ciclo investigativo possibilitando a comunicação com o grupo e viabilizando atividades de reflexão.

A primeira aula da SEI trabalhada traz elementos para a problematização e a contextualização do tema. Nesta aula a pergunta de investigação foi apresentada, dando início a conceituação que continuou acontecendo na segunda aula quando então os estudantes propuseram hipóteses. Ainda nesta aula a discussão em grupos foi estabelecida. A investigação, entendida como enfrentamento de hipóteses, aconteceu através de experimento, mas também foi consolidada por meio da leitura de texto. A conclusão foi o momento em que os estudantes puderam sistematizar o conhecimento adquirido ao longo do percurso.

Figura 19: Características do Ensino por Investigação associadas às aulas da SEI aplicada.



Fonte: Elaborada pela autora.

Vale salientar que estando a SEI ancorada nas características do Ensino por Investigação a discussão perpassou todas as aulas. Além disso, é de suma importância refletir sobre a não linearidade dessas características que podem ocorrer de forma cíclica e com revisões e adaptações ao longo do percurso investigativo.

No início da segunda aula a professora-pesquisadora retomou a ideia da conceituação proposta pelos próprios estudantes para hidrocarbonetos e lembrou a regra de nomenclatura apresentada. Seguidamente, solicitou que os estudantes socializassem em grupos, de até quatro integrantes, as pesquisas que haviam registrado em seus cadernos sobre a componentes da gasolina, da nafta, do gás liquefeito de petróleo, do óleo combustível, do querosene e do diesel.

Foi interessante acompanhar a socialização das pesquisas, pois alguns estudantes haviam feito anotações em que constavam nomes de hidrocarbonetos, enquanto outros haviam arrolados os números de carbono presentes nos compostos solicitados. Na Figura 20 é possível identificar que o estudante E01 listou nomes de hidrocarbonetos presentes no querosene enquanto o estudante E11 citou a quantidade de carbonos presentes neste produto. Sendo assim, começaram a associar os nomes encontrados por alguns às quantidades de carbono encontradas por outros. Foi possível ainda encontrar pesquisas como a do estudante E17 que trouxe um pouco mais de informações que auxiliaram as discussões que precederam a construção de cadeias carbônicas. Considerou-se que houve excelente participação dos estudantes na atividade proposta, pois 93,75% do total realizou a pesquisa previamente, o que corrobora envolvimento nas discussões em pequenos grupos no início da aula 02.

Figura 20: Imagens dos cadernos dos estudantes E01, E11 e E17 respectivamente com os registros das pesquisas sobre os componentes dos produtos obtidos do petróleo.

- **Querosene:** dodecans, undecans, dodecans, tridecans, tetradecans, pentadecans e hexadecans.
- **Óleo combustível:** etano, ciclopentano, ciclohexano, etano, benzeno, tolueno, etc.
- **Diésel:** etano, nonano, decano, etc.
- **Nafta:** pentano, hexano, heptano, etano, nonano, undecano, etc.
- **GLP:** propano e butano
- **Gasolina:** etano, heptano, ciclohexano, ciclopentano, benzeno, tolueno, xileno, etc.

- **GLP:** Propano (C_3H_8), propeno (C_3H_6), isobutano (C_4H_{10}), n-butano (C_4H_{10}) e buteno (C_4H_8). Pode conter também etano e pentano.
- **Nafta:** Sigla para North American Free Trade Agreement, é um dos acordos de livre comércio mais importantes do planeta.
- **Gasolina:** Hidrocarbonetos (carbono e hidrogênio). É derivado de C_5H_{12} a $C_{12}H_{26}$.
- **Óleo combustível:** Hidrocarbonetos, enxofre, nitrogênio e oxigênio são os constituintes menores mais importantes.
- **Querosene:** Mistura de hidrocarbonetos, principalmente alcanos, com cadeias de carbono entre 10 a 16 átomos e naftenos.
- **Diésel:** Mistura complexa de hidrocarbonetos com cadeias de 8 a 16 carbonos e aditivos específicos para aumentar o desempenho.

Querosene: Ele é constituído por uma mistura de cerca de 10 hidrocarbonetos com cadeias carbônicas de 10-16 átomos de carbono, contendo cerca de 55% de hidrocarbonetos lineares, 41% de hidrocarbonetos naftênicos e 4% de espécies aromáticas. C_{12} a C_{16}

Óleo Combustível: Os hidrocarbonetos do petróleo compreendem os *n*-alcanos, *is*-alcanos, cicloalcanos e aromáticos. Entre estes os predominantes são o *n*-alcano e o alcano com cadeias ramificadas. Estes compostos contêm quantidade de carbono que variam de 10-18 átomos em alguns tipos de petróleo. C_6 a C_{20}

Diesel: É composto de uma mistura entre hidrocarbonetos alcanos parâficos e naftênicos, alifáticos e aromáticos. Embora o diesel não seja um hidrocarboneto aromático, ele contém hidrocarbonetos aromáticos em sua composição. C_8 , C_{20} .

Nafta: É a nafta petroquímica naftênica, obtida a partir de reforma catalítica dos gases hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, xileno).

GLP: Na composição do GLP, entram hidrocarbonetos do qual os principais são: butano, propano, isobutano, *n*-propano e buteno. O gás é utilizado em toda a extensão territorial do país para a maioria das instalações complexas ou instalações centrais, como ductos e outros infra-estruturas para infraestrutura por instalações.

Gasolina: pertencem principalmente às classes dos parâficos (normais e ramificados), alifáticos, naftênicos e aromáticos, e em menores quantidades parâficos *n*-alcanos; formada basicamente por hidrocarbonetos com pesos de 4-12 átomos de carbono. C_4 a C_{12}

Fonte: Dados da pesquisa.

Após o tempo de interação, os estudantes retornaram aos seus lugares e foram orientados a escolher um componente presente em cada subproduto do petróleo, de acordo com as pesquisas realizadas, para montar em seus cadernos utilizando esferas em tamanhos distintos que representavam o carbono e o hidrogênio. Foi entregue para cada estudante uma folha em que haviam diversas esferas de dois tamanhos diferentes para que as utilizassem na

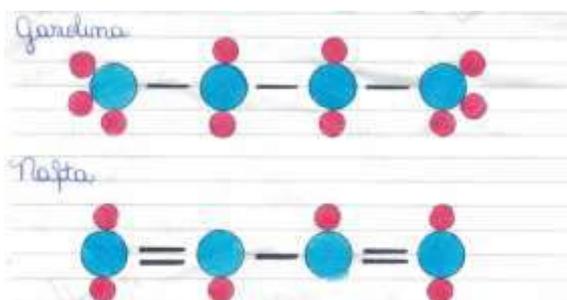
representação das cadeias. A maioria dos estudantes optou por colorir as esferas para só depois recortar e colar no caderno. A ideia era que cada estudante colasse em seu caderno seis cadeias carbônicas já que escolheriam apenas um hidrocarboneto presente no GLP, um presente na gasolina, um presente na nafta e, assim, sucessivamente.

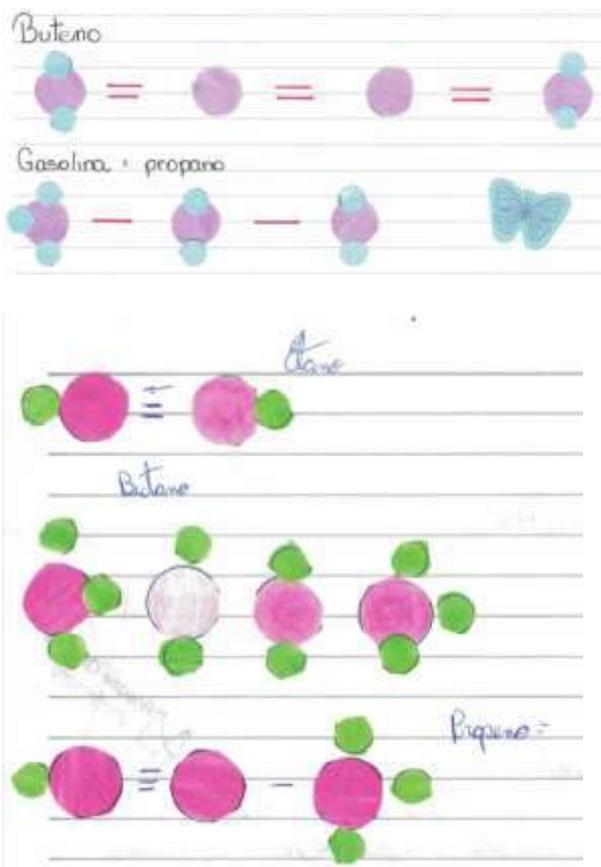
Foi sugestão de um estudante que os dados discutidos em pequenos grupos fossem levados para o quadro para que pudessem deixar sob a mesa a menor quantidade de material possível já que, além de recortar e colar as esferas no caderno, a grande maioria queria pintá-las utilizando uma cor para a esfera que representava o átomo de carbono e outra cor para a que representava o hidrogênio. Em cada uma das turmas o registro no quadro foi realizado de acordo com as pesquisas dos estudantes e o que eles “ditavam” para a professora-pesquisadora.

A partir das discussões em sala de aula, duas hipóteses principais foram levantadas. A primeira hipótese, encontrada posteriormente nos registros de 17 estudantes (53,12%), considerava a existência de insaturações nas cadeias como o principal fator responsável pelo aumento do ponto de ebulição dos produtos obtidos do petróleo. Na Figura 21 é possível observar algumas imagens de anotações feitas pelos estudantes E05, E06 e E27, respectivamente, que apoiaram tal hipótese.

A segunda hipótese proveniente dos debates dos estudantes e que constava nas anotações de 15 deles (46,88%) considerava que uma maior quantidade de carbonos presentes na cadeia carbônica poderia aumentar este ponto de ebulição como pode ser observada nas anotações dos estudantes E13, E25 e E26, respectivamente, na Figura 22.

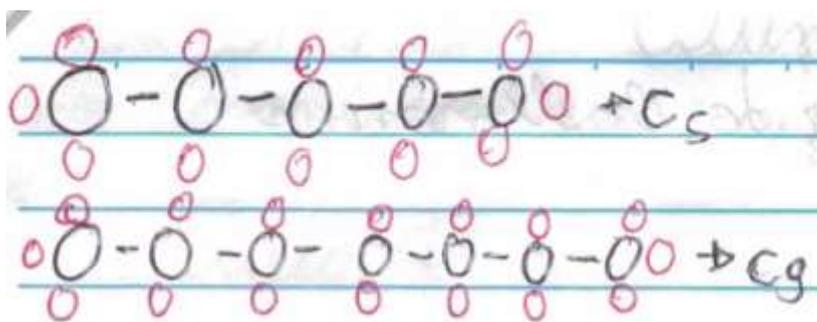
Figura 21: Registros de estudantes que levantaram a hipótese que considerava a presença de insaturação na cadeia carbônica como fator para alterar o ponto de ebulição dos subprodutos do petróleo.

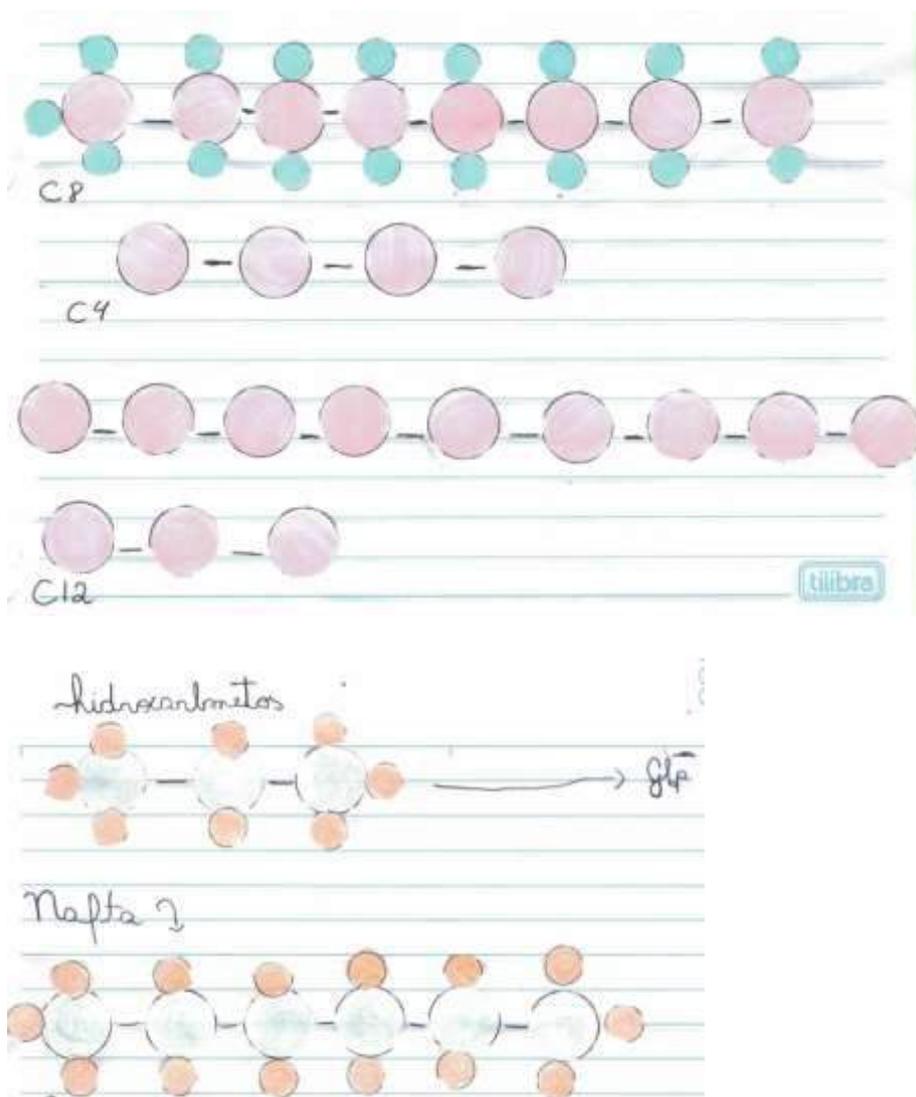




Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 22: Registros de estudantes que optaram pela hipótese que considerava o número de carbonos na cadeia carbônica como fator para alterar o ponto de ebulição dos subprodutos do petróleo.

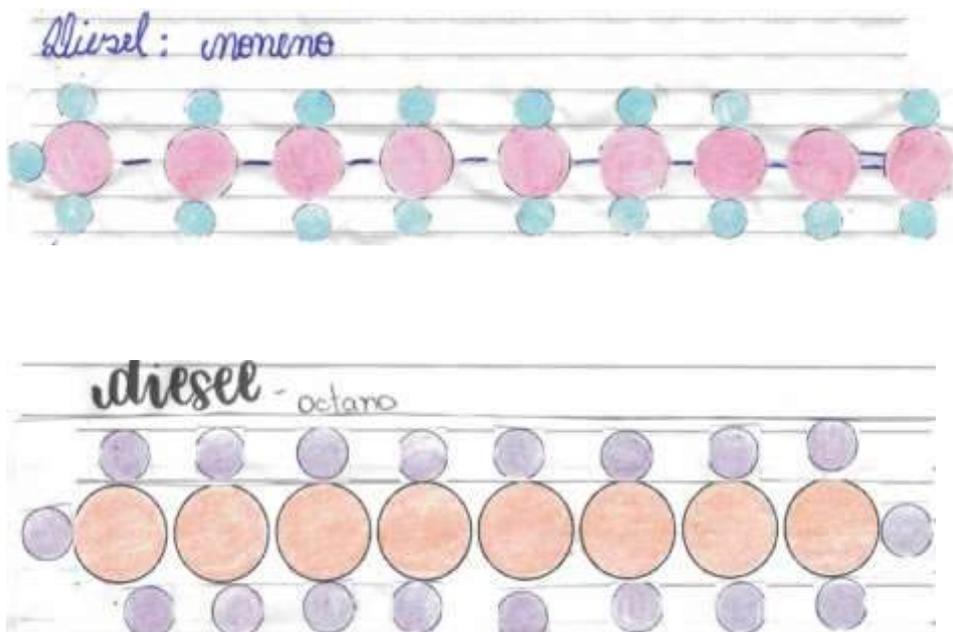




Fonte: Dados da pesquisa.

A aula 02 também tinha como objetivo possibilitar aos estudantes a familiarização com a regra de nomenclatura dos hidrocarbonetos de maneira lúdica. Individualmente, cada estudante selecionou um dos componentes pesquisados nos subprodutos do petróleo e propôs em seu caderno como seria a representação da cadeia carbônica daquele composto que tinha como critério, ser um hidrocarboneto. Pode-se perceber na Figura 23 que alguns erros de nomenclatura foram cometidos, mas naquele momento da aula não foram ressaltados e nem solicitadas alterações e/ou correções.

Figura 23: Representações de componentes do diesel propostas pelos estudantes E 28 e E 32 respectivamente.



Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando o mesmo produto extraído do petróleo existia mais de uma possibilidade de representação de cadeia carbônica de hidrocarboneto, pois os subprodutos pesquisados apresentam em sua composição misturas de compostos do grupo funcional estudado. É possível identificar nos registros dos estudantes E 28 e E 32 (Figura 23) a escolha distinta de hidrocarbonetos presentes no diesel.

Havia muita expectativa para a aula 03, pois o laboratório do colégio havia passado por uma reforma e os estudantes estavam bem empolgados em utilizar o espaço. Uma estudante chegou a pedir aos colegas que não aprontassem absolutamente nada de ‘errado’, pois a última vez que foram ao laboratório eles cursavam o 6º Ano do Ensino Fundamental – Anos Finais e agora estando na 3ª Série do Ensino Médio temiam que essa poderia ser a única chance de ter aula no espaço.

A aula 03 intencionava levantar reflexões sobre as propriedades dos hidrocarbonetos sobretudo para continuar o percurso investigativo fornecendo dados para que as hipóteses levantadas fossem aceitas ou refutadas. Ainda em sala de aula a professora retomou algumas orientações sobre segurança e boas práticas no laboratório. Estando no laboratório, os estudantes foram orientados a se organizar em seis grupos por ser este o número de bancadas disponíveis. Já organizados em grupo, aconteceu uma leitura compartilhada da experiência. O

momento propiciava a discussão sobre como os procedimentos deveriam acontecer. Após sanar as dúvidas a professora-pesquisadora descascou as laranjas e entregou as cascas nas bancadas para que dessem início ao trabalho.

A professora-pesquisadora descascou seis laranjas, uma por bancada, e deixou as cascas para os estudantes. Em seguida, os participantes do grupo utilizam essas cascas para friccionar contra uma bandeja de isopor, contra uma caneta de tubo transparente, contra uma bexiga que foi enchida pelos próprios membros do grupo e, por último, as cascas da laranja eram apertadas contra a chama de uma vela acesa. Especialmente pela não familiaridade da turma com o ambiente fez com que a professora-pesquisadora solicitasse aos estudantes que aguardasse visitar cada bancada para que realizassem a parte da atividade que exigia o manuseio de fogo.

Alguns grupos rapidamente tiveram o balão estourado quando o mesmo foi atingido com o “sumo”. Muitos estudantes se preocupavam com a interpretação da professora com o acontecido temendo que ela visse como bagunça. Aos poucos foram percebendo que o estouro do balão não tinha sido acidental, por isso, foi recorrente a solicitação de mais um balão para que acompanhassem novamente o processo.

A fricção da casca de laranja no isopor, em alguns grupos, se deu anteriormente ao contato da casca com o balão, e em outros, a fricção na caneta de corpo transparente aconteceu primeiramente. A professora solicitava que o grupo estivesse atento a todas as ações para que identificassem possíveis alterações. A partir daí a professora circulava de bancada em bancada levando uma vela acesa para que algum estudante do grupo manuseasse a casca de laranja espremendo seu sumo em direção a chama da vela.

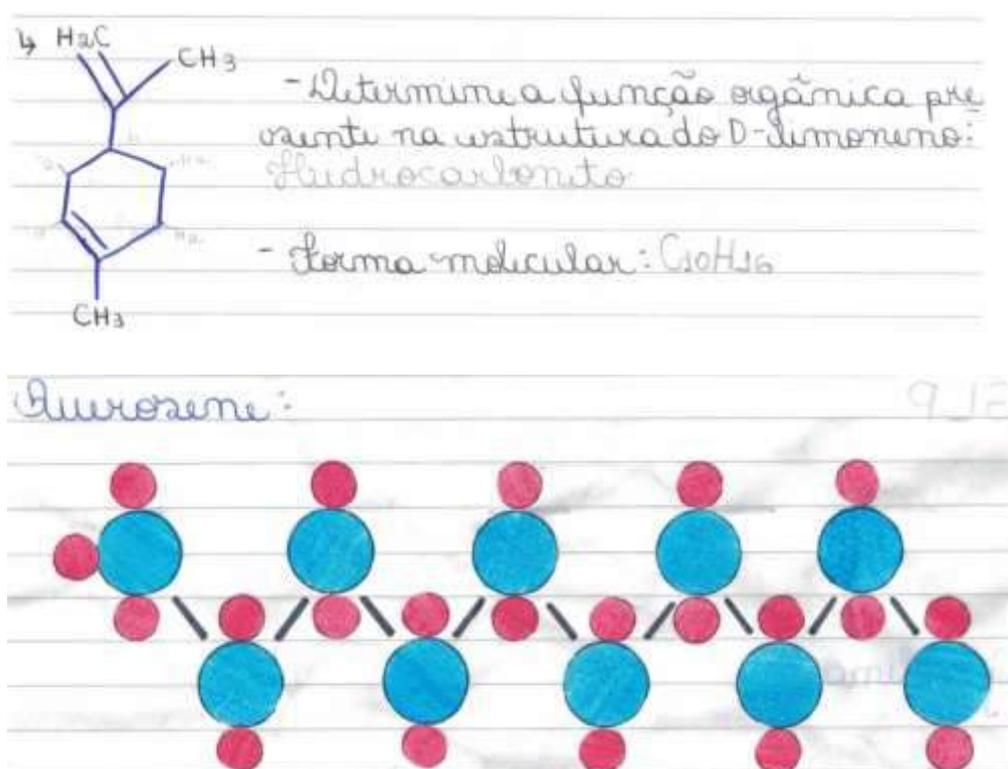
Em alguns grupos o “caminho” feito pela combustão do sumo despertava a euforia dos estudantes. Para esse momento da atividade a professora-pesquisadora esteve presente em cada um dos grupos. Ela os orientava ainda a fazer uma higienização adequada, especialmente, das mãos ao final da atividade.

Após as etapas da atividade experimental os estudantes organizavam a bancada e higienizavam alguns materiais e as mãos. Houve uma leitura compartilhada de trechos de texto sobre o limoneno para que fosse possível a assimilação deste composto como também um hidrocarboneto. Em seguida, com a estrutura deste composto projetada no quadro os estudantes deveriam propor uma fórmula molecular ($C_{10}H_{16}$) para o mesmo.

O momento foi pertinente para uma retomada às hipóteses propostas na aula anterior. Houve estudantes que argumentaram que discordavam da ideia de que eram as insaturações que aumentavam o ponto de ebulição, pois nas suas pesquisas para a aula 02 só constavam alcanos e cicloalcanos citados. Este foi um quesito que tendo chegado na aula 03 despertou a dúvida de muitos estudantes e possibilitou um momento de orientação pela professora-pesquisadora.

Levantaram então a possibilidade de se estabelecer comparações de composto saturado com composto saturado, por exemplo, butano e hexano, e de composto insaturado com composto insaturado, por exemplo, propeno e penteno. O estudante E 05 (Figura 24) estimulou a reflexão quando estabeleceu a fórmula molecular do limoneno e retornou a cadeia carbônica que ele tinha montado para um hidrocarboneto presente no querosene.

Figura 24: Registro realizado na aula 03 e na aula 02 respectivamente pelo estudante E 05.



Fonte: Dados da pesquisa.

A discussão desenvolvida pelo estudante e iniciada após a realização das atividades da aula 03 a partir dos diferentes critérios de classificação das duas cadeias comparadas por ele. Uma cadeia cíclica (fechada) e a outra acíclica (aberta), uma cadeia insaturada (duplas ligações presentes no limoneno) e outra saturada (apenas ligações simples tinham sido estabelecidas por

ele no composto presente no querosene). Foi um momento oportuno para a definição de critérios de comparação de compostos de mesma classificação.

Seguindo a proposta do Ensino por Investigação o debate proposto pelo estudante corrobora as ideias já citadas de Zômpero *et al.* (2019) que tratam das características da investigação como o momento de confrontar as hipóteses levantadas. Entende-se que o experimento e os textos foram capazes de propiciar dados para comparação.

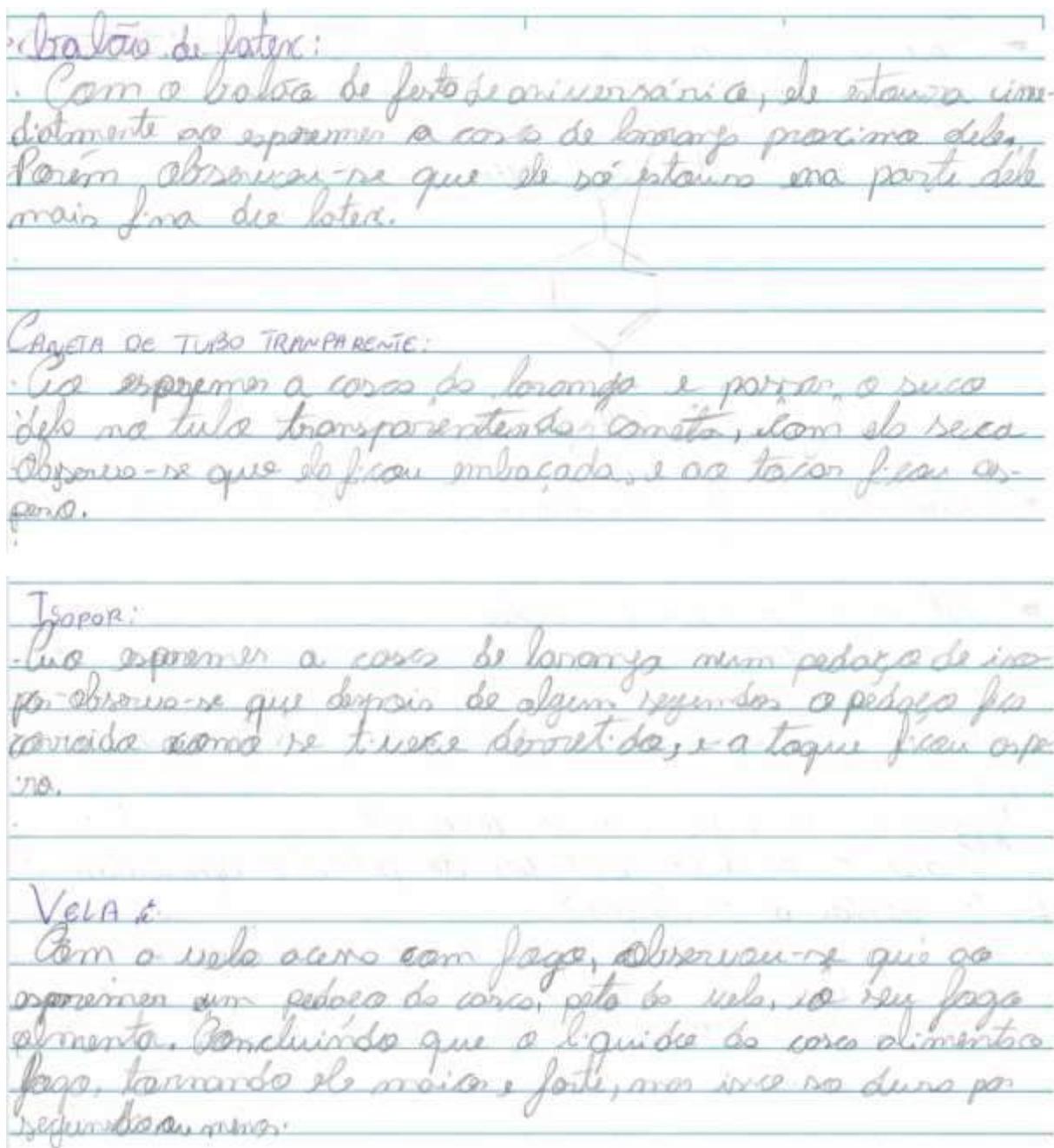
Analisando os cadernos dos estudantes-participantes do estudo alguns aspectos foram percebidos pela professora. A orientação dada por ela em laboratório era que anotassem os materiais que estavam utilizando e as observações do que acontecia. Todos os estudantes registraram os materiais utilizados na atividade. Mas, mesmo não tendo sido orientados, 11 estudantes (34,37%) fizeram anotações sobre os procedimentos lidos no início da aula.

Observando tal número e as reações iniciais dos estudantes nesta aula, constatou-se insegurança o que é tido como natural, mas também um medo de errar latente nos grupos. Em todo momento precisavam de confirmações da professora de que podiam seguir para a próxima etapa. Notou-se uma dependência da fala e da presença da professora em todas as turmas e grupos que participaram da aula.

Considerando a solicitação feita pela professora de que fossem registrados os materiais utilizados, as observações das transformações acontecidas e as respostas sobre as questões propostas acerca do limoneno, 20 estudantes (62,5%) apresentaram todos os itens anotados. Entende-se aqui que a emoção de participar de uma aula no laboratório pode ter interferido na gestão do tempo para que todos os registros fossem feitos e ainda o não costume com essas aulas interferiu na postura dos estudantes.

A percepção dos estudantes sobre critérios que facilitariam ou dificultariam os processos que aconteceram é considerada fundamental para que se tenha acesso às suas ‘falas’ mesmo que isso aconteça em registros nos cadernos, afinal, no tempo proposto para a aula dificilmente seria possível ouvir o que todos tinham a dizer. O estudante E 17 (Figura 25) aponta qual lado do balão foi mais fácil para que acontecesse o estouro, as suas percepções sobre a caneta que entrou em contato com o sumo da casca de laranja, suas conclusões sobre o isopor e a chama da vela após entrarem em contato com o sumo.

Figura 25: Registros do estudante E 17 sobre o contato do sumo da casca de laranja com os diferentes materiais propostos na aula 03 da Sequência Didática.



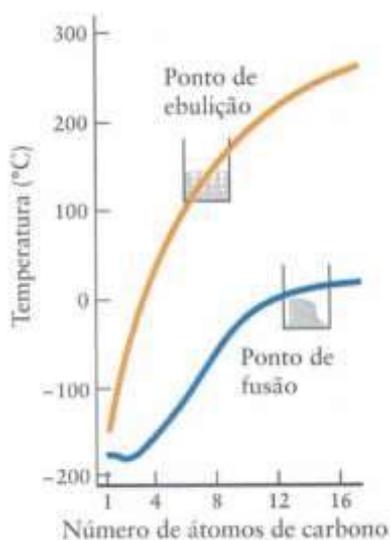
Fonte: Dados da pesquisa.

A aula 4 objetivou que os estudantes compreendessem o ponto de ebulição como propriedade física dos hidrocarbonetos, com base em sua fórmula estrutural ou em sua nomenclatura. Nesta aula foi feita uma retrospectiva das aulas anteriores para que os estudantes percebessem o percurso e ainda retomassem a pergunta de investigação apresentada na primeira aula.

Em Atkins e Jones (2012) lê-se que os elementos químicos carbono e hidrogênio possuem eletronegatividades próximas, fazendo com que a rotação das ligações não seja tão livre e, por consequência, faz com que as moléculas de hidrocarbonetos sejam consideradas apolares. Assim, as forças de London são as interações dominantes entre as moléculas dos alcanos (hidrocarbonetos alifáticos saturados).

Considerando o aumento de elétrons na molécula, há aumento da energia das interações existentes fazendo com que os alcanos presentes no petróleo, a maior fonte destes hidrocarbonetos, tornem-se menos voláteis com o aumento da massa molar (Figura 26). Assim, eles são separados pelo processo de destilação fracionada. Ainda segundo os autores supracitados, os componentes mais leves da série dos alcanos, do metano ao butano, são gases em temperatura ambiente. O pentano é um líquido volátil e os hidrocarbonetos do hexano até o undecano são líquidos que se fazem presentes na gasolina e são moderadamente voláteis.

Figura 26: Pontos de fusão e de ebulição dos alcanos lineares de CH_4 a $\text{C}_{16}\text{H}_{14}$.



Fonte: Atkins e Jones (2012)

As respostas para a pergunta de investigação proposta na aula 01 (“Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?”) foram analisadas tomando como referência os estudos de Atkins e Jones (2012). A partir das análises, as respostas foram categorizadas (Tabela 08) em satisfatórias, regulares e insatisfatórias de acordo com a proximidade de definições tidas como mais adequadas. A adequação tomada pode ser ilustrada

como na Figura 26 em que o aumento do número de carbonos acarreta o aumento das temperaturas de fusão e ebulição dos compostos.

Tabela 08: Categorização das respostas apresentadas pelos estudantes à pergunta de investigação da Sequência Didática.

Categoria	Exemplos de respostas	Número de respostas
Satisfatória	... quanto maior a estrutura mais é difícil de se romper ligações por isso é necessário que aumente a temperatura. (E13 e E15) ...quanto mais carbono tiver maior é o ponto de ebulição devido a dificuldade para realizar o rompimento das ligações ali presentes...(E28)	3
Regular	... o ponto de ebulição dos hidrocarbonetos com a cadeia maior vai acontecer com uma temperatura mais alta que a de cadeia menor. (E05) ... a menor cadeia é a com menor ponto de ebulição. (E23) ... uma cadeia menor terá menor ponto de ebulição...(E32)	17
Insatisfatória	Porque a densidade vai aumentando de acordo com a temperatura. (E09) Pois no processo de ebulição o petróleo vai atingindo diferentes temperaturas que permitem que certos processos aconteçam com maior ou menor velocidade. (E20)	12

Fonte: Autora

Entre as respostas analisadas, 9,4% (3 estudantes) foram consideradas satisfatórias, 53,1% (17 estudantes) foram categorizadas como regulares e 37,5% (12 estudantes) foram incluídas como respostas insatisfatórias. A soma das respostas tidas como satisfatórias e regulares totalizaram 62,5%. Este número chamou a atenção da professora-pesquisadora já que era coincidente com o número de estudantes que apresentaram todas os itens solicitados registrados na aula 03.

Após verificações identificou-se que não se tratava dos mesmos estudantes, ou seja, ter anotado os materiais, as observações das experiências realizadas e respondidos às questões propostas naquela aula não garantia uma resposta satisfatória ou regular à pergunta de investigação. Tal aspecto é interessante, pois almejava-se que o estudante utilizasse todo o percurso para a construção da resposta à pergunta investigativa.

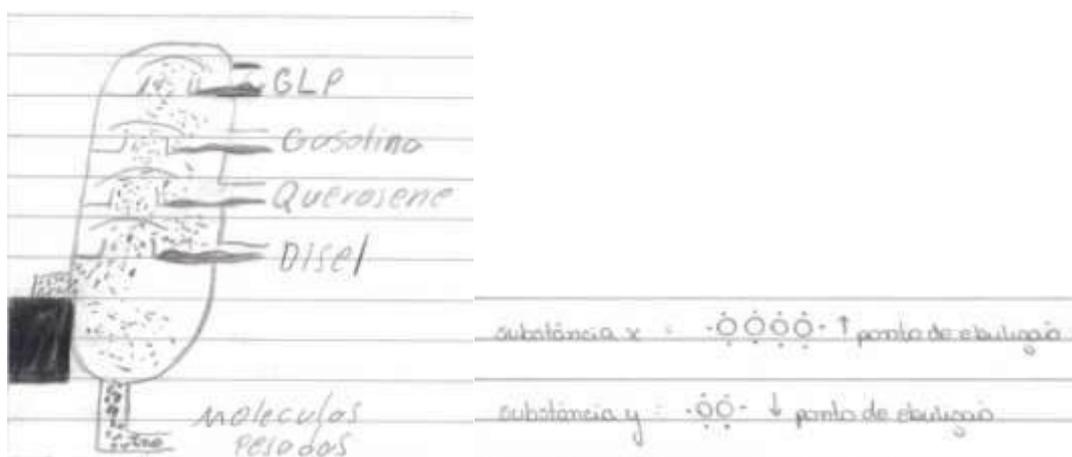
As respostas dos estudantes permitiram ainda:

- a identificação de confusões acerca de alguns termos como átomo e molécula:
“Quanto maior o número de moléculas de carbono mais demorado é o ponto de ebulição.” (E02)
- a verificação de uso de termos populares como fervura para se referir a ebulição:
“...quanto menor o número de carbono mais rápido ele ferve.” (E03)
- e a dificuldade em reconhecer os produtos obtidos a partir do petróleo como misturas de hidrocarbonetos:

“Porque o GLP é o menor e ele é gasoso e mais fácil de ferver do que a gasolina e das outras cadeias.” (E24)

Tais aspectos poderão ser levados em consideração em uma nova aplicação da Sequência Didática. Destaca-se ainda as ilustrações realizadas (Figura 09) por dois estudantes, E10 e E32, respectivamente, juntamente com as respostas apresentadas. As ilustrações chamaram atenção porque apenas três estudantes (9,37%) optaram em oferecer, além das respostas escritas em forma de parágrafos, algum desenho. Acredita-se que os desenhos tenham sido feitos para sistematizar o que havia sido escrito pelos estudantes.

Figura 26: Representações utilizadas pelo estudante junto às respostas propostas para a pergunta de investigação.



Fonte: Dados da pesquisa.

A Sequência, portanto, oportunizou aos estudantes e a professora-pesquisadora experienciar um ensino investigativo nas aulas de Química. No trabalho de Zômpero e Laburú (2011) encontra-se que diferentemente da década de 1960 em que o ensino por investigação

objetivava a formação de cientistas, a investigação atualmente usufruída no ensino tem intenções como: promoção de habilidades cognitivas dos estudantes; o exercício de procedimentos como a proposição de hipóteses, anotação e observação dos dados; e o aprimoramento da capacidade de argumentação. Especialmente quanto o desenvolvimento da capacidade de argumentação, a partir das respostas analisadas ao fim da Sequência, é possível perceber a necessidade de mais aulas utilizando meios, métodos, ferramentas e/ou abordagens que propiciem aos estudantes ampliar essa habilidade considerando que 37,5% dos estudantes tiveram suas respostas consideradas insatisfatórias.

A hipótese levantada na segunda aula da SEI de que o número de carbonos presentes na cadeia influenciaria o ponto de ebulição foi opção para 46,88% dos estudantes naquele momento. No momento da conclusão ocorrida na aula 04, 62,5% dos estudantes apresentaram a relação maior cadeia carbônica x maior ponto de ebulição como resposta final. Esse aumento foi também considerado favorável corroborando o processo de aprendizagem significativa.

O potencial positivo da SEI aplicada é também apontado porque a obtenção de 62,5% de respostas consideradas satisfatórias e regulares é interpretada como consolidação de conhecimentos que podem então ser considerados precedentes à aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel (2003), a consolidação de material novo muda a estrutura cognitiva do aprendiz. Novas ideias passam a ser mais estáveis funcionando como subsunçores para novas aprendizagens. Tomando como referência os documentos orientadores de Ciências da natureza, especificamente do Componente Curricular Química para o Ensino Médio, a construção dos conhecimentos trabalhados na SEI são essenciais para os próximos caminhos a serem seguidos.

A aplicação da SEI pela professora-pesquisadora foi considerada exitosa considerando a ruptura do estigma dos professores de Ciências da Natureza da instituição quanto a impossibilidade de utilizar o laboratório com tais turmas e a construção do conhecimento de forma única e ativa. Há cinco anos na instituição citada a professora-pesquisadora sempre ministrou aulas neste mesmo momento do ano letivo preparando materiais que, de maneira expositiva, os estudantes receberiam a informação de que cadeias carbônicas alifáticas e saturadas com maior número de carbono terão maior ponto de ebulição se comparadas a menores cadeias. Essa informação já foi em outros anos letivos: sublinhada em texto, anotada em caderno e/ou em canto de material didático e revisada todas às vezes que se fizessem necessário para a compreensão de assuntos futuros. Ver a conclusão dos estudantes sendo

construída de maneira ativa e interativa faz a professora-pesquisadora considerar a SEI próspera e exitosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos cadernos dos estudantes participantes da pesquisa permitiu a conclusão de que todas as SEI foram exitosas e são materiais potencialmente significativos, dentro de suas especificidades. Acredita-se que a utilização do Ensino de Ciências por Investigação enquanto abordagem de ensino aliada à experimentação enquanto estratégia tenha favorecido a construção da Aprendizagem Significativa dos estudantes.

Ressalta-se que as sequências apresentadas não são consideradas propostas únicas para o favorecimento da Aprendizagem Significativa, mas um caminho possível. Além disso, destaca-se que as SEI não devem ser vistas como prontas e acabadas, elas devem ser atualizadas, contextualizadas e/ou adequadas às diferentes realidades.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**, 3.ed., Bookman: Porto Alegre, 2012.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 15 jul. 2024.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás: Etapa Ensino Médio**. Goiás. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

PEDASTE, Margus *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational research review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

SASSERON, L. H. Ensino Por Investigação: Pressupostos e Práticas. In: **Fundamentos Teórico-Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula - Licenciatura em Ciências**. USP/Univesp – Módulo 7. p. 116-124, 2014. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf. Acesso em: 30 out. 2023.

TEIXEIRA, P. M. M. A diversidade de pesquisas de natureza interventiva dentro da produção acadêmica em ensino de biologia: uma análise teórico-metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 140–158, 2020.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, n. 4, p. 1055–1076, out. 2017.

ZANON, A. V.; MACHADO, A. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciência e Cognição**, v. 18, 2013.

ZÔMPERO, A. F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 222–239, 2019.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi resultado do percurso trilhado na busca de responder à pergunta “De que forma as sequências de ensino investigativas e a experimentação podem ser utilizadas no Ensino Médio de modo a favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes?”. Foi necessário entender os elementos teóricos que fundamentam a abordagem do Ensino de Ciências por Investigação e a Aprendizagem Significativa, bem como compreender a experimentação no contexto da professora-pesquisadora e de outros professores geograficamente próximos. Ainda buscou-se depreender de trabalhos já realizados por outros pesquisadores a relação entre experimentação no ensino de Química e Aprendizagem Significativa dos estudantes.

As Sequências de Ensino Investigativas foram pensadas, estruturadas e elaboradas a partir do mergulho nos referenciais teóricos associada às percepções que outros professores de Ciências da Natureza têm acerca da utilização da experimentação nas aulas dos componentes curriculares: Biologia, Física e Química. Dentre as SEI elaboradas, alguns foram aplicadas nas aulas de Química do Ensino Médio e analisadas para que fosse possível compreender seus potenciais para mediação no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes na Educação Básica.

Quanto à pergunta de pesquisa pode-se destacar que a investigação não poderá chegar a resultados vazios e sem significados para os estudantes. Não é sobre realizar misturas e perceber apenas mudança de cor e dar por encerrada a atividade. É sobre uma aprendizagem científica que envolve refletir sobre modelos, incertezas e, principalmente, que o estudante aprenda de forma significativa.

O estudante precisa ter a oportunidade de vivenciar a estratégia da experimentação na abordagem do Ensino de Ciências por Investigação com foco na Aprendizagem Significativa. É preciso que ele reflita sobre o que está sendo feito e como aquilo se relaciona com sua própria vivência, sendo assim, no seu ‘próprio mundo’ onde as transformações devem ocorrer para que o estudante viva melhor, para além da sala de aula.

APÊNDICE 01 - QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS PROFESSORES

1ª SEÇÃO DO QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS PROFESSORES:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Participação em Pesquisa de Mestrado

Tenho plena consciência e informação que este questionário é um instrumento de coleta de dados ligado a um projeto de pesquisa sobre Experimentação no Ensino de Ciências na Educação Básica vinculado ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UEG sob responsabilidade de Rosane Lopes Queiroz.

Todas as informações aqui apresentadas serão analisadas preservando-se o anonimato dos participantes, bem como, tendo zelo com a ética.

As informações prestadas serão utilizadas como dados para as análises científicas.

Os resultados serão publicados em veículos de divulgação científica, apenas com o propósito científico de se aumentar o conhecimento sobre o tema/área.

De forma alguma serão divulgadas informações que possam comprometer ou ferir a integridades dos respondentes participantes da pesquisa.

Em caso de dúvidas, por favor, entrar em contato com a responsável pela pesquisa, por e-mail (rosane26queiroz@gmail.com) ou por telefone (6499699-1288).

Por estar de acordo em participar da pesquisa, atesto abaixo.

Estou de acordo em participar da pesquisa, por livre e espontânea vontade. (SIM / NÃO)

2ª SEÇÃO DO QUESTIONÁRIO:

Questões de Perfil do professor:

Sexo: (Masculino / Feminino)

Idade/Faixa Etária: (até 25 anos; 26-30 anos; 31-35 anos; 36-40 anos; 41-45 anos; 46-50 anos; acima de 50 anos)

Tempo de atuação na docência (tempo de serviço): (menos de 10 anos de serviço; entre 10 e 20 anos de serviço; entre 21 e 30 anos de serviço; mais de 30 anos)

Modalidade de Ensino Médio: (CEPI / CEPMG / Regular)

Município onde trabalho como docente?

Componente curricular ministrado:

3ª SEÇÃO DO QUESTIONÁRIO:

Questões sobre a Experimentação no Ensino de Ciências da Natureza

Você utiliza ou já utilizou a experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza? (SIM/ NÃO)

Ao fazer uso da experimentação percebeu que esta favoreceu o ENSINO de Ciências da Natureza? (SIM/ NÃO/ NÃO SE APLICA)

Ao fazer uso da experimentação percebeu que esta favoreceu a APRENDIZAGEM DO ESTUDANTE no componente de Ciências da Natureza? (SIM/ NÃO/ NÃO SE APLICA)

Em caso de já ter usado ou fazer uso da experimentação, quais foram as dificuldades encontradas ao realizar a atividade? (TEMPO INSUFICIENTE DA AULA/ NÚMERO GRANDE DE ALUNOS EM SALA DE AULA/ DIFICULDADES EM CONCILIAR COM O DCGO/ FALTA DE APOIO DA GESTÃO ESCOLAR/ FALTA DE ESPAÇO FÍSICO ADEQUADO/ FALTA DE EQUIPAMENTOS E INSUMOS/ INDISCIPLINA DOS ALUNOS/ FALTA DE DOMÍNIO PARA USO DA ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA)

Em caso de nunca ter realizado uma atividade de experimentação, marque os motivos relacionados: (TEMPO INSUFICIENTE DA AULA/ NÚMERO GRANDE DE ALUNOS EM SALA DE AULA/ DIFICULDADES EM CONCILIAR COM O DCGO/ FALTA DE APOIO DA GESTÃO ESCOLAR/ FALTA DE ESPAÇO FÍSICO ADEQUADO/ FALTA DE EQUIPAMENTOS E INSUMOS/ INDISCIPLINA DOS ALUNOS/ FALTA DE DOMÍNIO PARA USO DA ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA)

No caso de fazer uso ou já ter utilizado a experimentação, na escola onde você atua há espaço adequado? (SIM/ NÃO/ NÃO SE APLICA)

Quais espaços você utiliza ou já utilizou para realizar experimentos no contexto do ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza na escola? (SALA DE AULA/ LABORATÓRIOS/ ESPAÇO ABERTO/ OUTROS: _____)

Você já participou de algum tipo de formação pedagógica voltada às práticas de experimentação no Ensino de Ciências da Natureza? (SIM / NÃO)

Em caso afirmativo, marque as opções relacionadas ao tipo de formação pedagógica já realizada: (CURSO DE CURTA DURAÇÃO COM ATÉ 80HS/ ESPECIALIZAÇÃO *LATO SENSU* COM 360H/ FORMAÇÃO EM SERVIÇO/ FORMAÇÃO EM NÍVEL *STRICTO SENSU* - mestrado e/ou doutorado)

O que você entende por experimentação no Ensino de Ciências da Natureza? Tente explicar em poucas palavras.

APÊNDICE 02 – PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL
MATERIAL DIDÁTICO INSTRUCIONAL

SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS COM EXPERIMENTAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

AUTORAS
ROSANE LOPES QUEIROZ
SABRINA DO COUTO DE MIRANDA



ANÁPOLIS – GO

2024

PRODUTO EDUCACIONAL
MATERIAL DIDÁTICO INSTRUCIONAL

**SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS COM
EXPERIMENTAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

AUTORAS
ROSANE LOPES QUEIROZ
SABRINA DO COUTO DE MIRANDA



ANÁPOLIS – GO

2024

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LL864
s

Lopes Queiroz, Rosane
Sequências investigativas com experimentação: uma
proposta para o ensino de química na educação básica /
Rosane Lopes Queiroz; orientador Sabrina do Couto de
Miranda. -- Anápolis, 2024.
58 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus
Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual
de Goiás, 2024.

1. Ensino de química. 2. Experimentação. 3. Ensino
de Ciências por Investigação. 4. Aprendizagem
Significativa. I. do Couto de Miranda, Sabrina, orient.
II. Título.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO	5
A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	6
A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA	7
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	8
SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEI)	9
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 01	12
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 02	20
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 03	27
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 04	34
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 05	48
REFLEXÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	55
BIOGRAFIA DAS AUTORAS	56

APRESENTAÇÃO

Prezados Professores,

O planejamento e a elaboração deste material didático ocorreram ao longo de um processo que unia a vivência de uma professora, há pouco mais de dez anos ministrando aulas de Química, e sua pesquisa no mestrado. O presente produto educacional é vinculado à dissertação de mestrado intitulada “O ensino de química na educação básica no contexto da experimentação investigativa e da aprendizagem significativa” defendida e aprovada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás. O material, portanto, compartilha ideias, experiências e possibilidades para aulas de Química no Ensino Médio sendo passível de ajustes e adequações para outras realidades. O produto educacional traz Sequências de Ensino Investigativas (SEI) com o objetivo de favorecer a Aprendizagem Significativa dos estudantes nas aulas de Química.

As SEI apresentadas foram elaboradas com base nos pressupostos teóricos da abordagem do Ensino de Ciências por Investigação, conforme Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de Carvalho e da Aprendizagem Significativa de acordo com Marco Antonio Moreira e David Ausubel. Em todas as SEI a experimentação é sugerida como estratégia para a coleta e análise de dados. A escolha de cada assunto abordado se deu por sua relevância no contexto da Química. De modo geral, os conteúdos foram uma rede de interações com o tema ‘Reações Químicas’, sendo este um conteúdo fundamental na Química e essencial como conhecimento prévio para a aprendizagem de outros conteúdos. Além disso, as atividades e conteúdos propostos são interdisciplinares com intersecções com a Física, Biologia e Matemática.

O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem na qual o docente pode oportunizar atividades pertinentes que possibilitem aos estudantes reflexões, tomadas de decisões e construção do conhecimento. Zômpero e Laburú (2011) lembram que algumas tendências do ensino de Ciências não tiveram destaque no Brasil ao contrário de outros países europeus e nos Estados Unidos. Os autores citam o ensino por investigação como uma dessas tendências, não relevantes em outros momentos no contexto nacional. Ainda para estes autores, é possível encontrar que o Ensino por Investigação não tem o mesmo objetivo que tinha na década de 1960 que era a formação de cientistas.

Assim, o Ensino por Investigação, que leva ao desenvolvimento de atividades investigativas na Escola, é empregado atualmente com foco no desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, registros e análises de dados e a promoção da capacidade de argumentação.

Ainda sobre o Ensino por Investigação, Carvalho (2018) o define como sendo o ensino em que o professor estabelece, em sala de aula, condições para que os estudantes possam pensar, falar, ler e escrever. O 'pensar' deve levar em consideração a estrutura do conhecimento, o 'falar' precisa evidenciar os argumentos e conhecimentos construídos, o 'ler' deve acontecer com o entendimento crítico do que está sendo trabalhado e o 'escrever' precisa mostrar autoria e clareza nas ideias apresentadas.

Em sentido análogo, para Zômpero e Laburú (2011), o ensino com base na investigação permite o aprimoramento do raciocínio dos estudantes, bem como das suas habilidades cognitivas e a cooperação entre ambos, além de viabilizar que os estudantes compreendam a natureza do trabalho científico. Concordando com o que foi proposto pelos autores, admite-se potencial de utilização do Ensino de Ciências por Investigação nas aulas de Ciências da Natureza, ou seja, é visto nesta abordagem uma alternativa para as aulas de Química acreditando que, assim, os estudantes poderão assumir, verdadeiramente, o papel de protagonistas tendo o professor como orientador do processo e coparticipante da ação.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é uma teoria cognitiva apresentada pelo psicólogo educacional estadunidense David Ausubel na qual a aprendizagem envolve a aquisição de novos significados na estrutura cognitiva do indivíduo, a partir da interação, substantiva e não arbitrária, entre os novos conhecimentos e os subsunçores (AUSUBEL, 2003). Assim, a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos, sejam eles conceitos, ideias, proposições, modelos ou fórmulas, começam a significar algo para o aprendiz (MOREIRA, 2011).

Para Moreira (2011) a aprendizagem significativa é a aprendizagem em que as ideias, expressas simbolicamente, interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe (conhecimentos prévios).

Substantiva neste contexto refere-se ao fato de não ser ao pé da letra, não literal, e não-arbitrária considera que a interação acontece com algum conhecimento fundamentalmente já presente na estrutura cognitiva do sujeito.

Moreira evidencia a ideia proposta por David Ausubel de chamar este conhecimento específico e relevante à nova aprendizagem de subsunçor ou ideia-âncora. Subsunçor é o nome dado a certo conhecimento específico que já está na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que propicia atribuir um significado a um conhecimento que é apresentado ou descoberto, e tanto de uma maneira quanto de outra a atribuição de significados a conhecimentos tidos como novos é condicionado a existência de conhecimentos prévios e a interação entre eles (MOREIRA, 2011).

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Moreira (2011) destaca que no contexto da sociedade atual a aquisição de novos conhecimentos de maneira significativa não é o bastante, já que estes conhecimentos precisam ser adquiridos criticamente. Para o autor, é necessário viver nesta sociedade, bem como integrar-se a ela e ainda ser crítico dela. Sendo assim, Moreira (2011) propõe que no ensino devem ser observados os seguintes princípios: conhecimento prévio, perguntas ao invés de respostas, diversidade de materiais, aprendizagem pelo erro, aluno como perceptor representador, consciência semântica, incerteza do conhecimento, desaprendizagem, conhecimento como linguagem, diversidade de estratégias e abandono de narrativa.

Marco Antônio Moreira que no Brasil colaborou com a disseminação das ideias acerca da Aprendizagem Significativa defende que o conhecimento humano é construído, e essa construção na contemporaneidade acontece em larga escala e transformando rapidamente. Por isso, aprender de maneira significativa e crítica possibilita ao aprendiz lidar tanto com a quantidade e incertezas do conhecimento, quanto com as incertezas e mudanças da vida no presente.

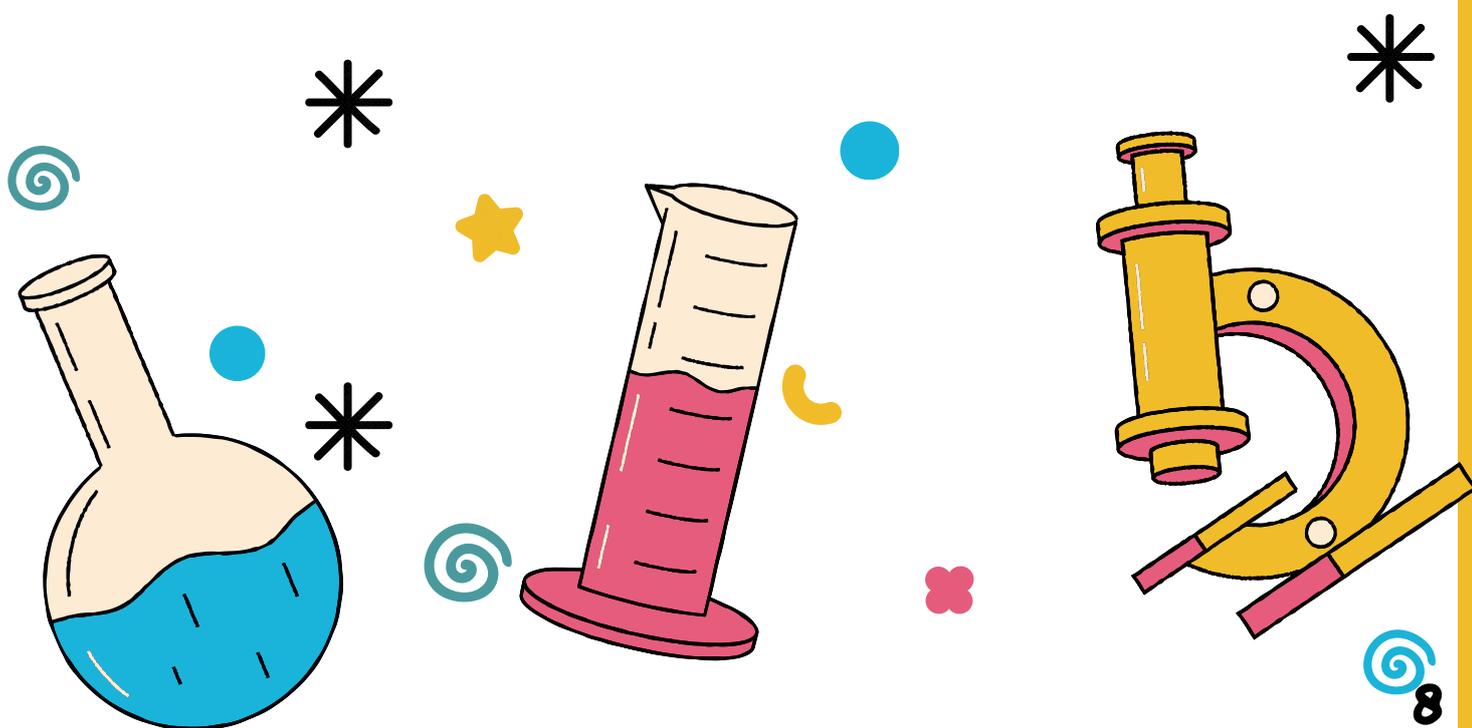
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Utilizar a experimentação como estratégia nas aulas dos componentes curriculares que integram as Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) deve ser uma prática pautada em um planejamento bem elaborado e estruturado, no qual o professor conheça cada uma de suas etapas e esteja sempre atento à participação dos estudantes. Para Santos e Menezes (2020), a experimentação pode ser aplicada de diversas maneiras no ensino relacionando, fundamentalmente, os objetivos e as concepções teóricas do docente.

Acredita-se que a experimentação é uma estratégia que pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem em que a intencionalidade deverá ser definida na etapa de planejamento dos objetivos da sequência de ensino e abordagem metodológica a ser utilizada (ALVES; BEGO, 2020).

Santos e Menezes (2020) defendem que a Química, enquanto componente curricular, propicie ao estudante o fortalecimento de competências e habilidades, como a identificação e a utilização dos limites éticos e morais, a observação dos aspectos socioeconômicos, a compreensão de eventos químicos e, ainda, a construção da cidadania.

Entende-se assim que a experimentação pode ser utilizada no Ensino de Ciências por Investigação numa perspectiva de propulsão da Aprendizagem Significativa dos estudantes. Uma enquanto teoria da aprendizagem, outra enquanto abordagem metodológica e a terceira como estratégia de ensino que pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem, a partir da intencionalidade do professor.



SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEI)

Carvalho (2018) define as Sequências de Ensino Investigativo como uma proposta didática em que o intuito é desenvolver conteúdos ou temas científicos. Esta autora aponta para a importância da postura do professor na condução do processo investigativo. Esta envolve mediar a elaboração do problema, bem como, possibilitar graus de liberdade intelectual aos estudantes. O problema colocado deve provocar o raciocínio dos estudantes e sem a liberdade intelectual eles permanecerão temerosos em manifestar seus pensamentos, raciocínios e argumentações.

É bom que todo professor se atente à rotina em sala de aula. Às vezes, até sem perceber, mesmo fazendo pergunta aos estudantes, o próprio professor as responde e continua sua exposição de conteúdo, sendo assim, não dá liberdade intelectual para que os estudantes possam pensar para, posteriormente, responder as questões. Considera-se aqui um aspecto comum ao Ensino de Ciências por Investigação e à Aprendizagem Significativa, quer seja para desenvolver uma atividade investigativa, quer seja para elencar os conhecimentos prévios, ouvir estes estudantes tem grande relevância.

No contexto do Ensino de Ciências por Investigação, Carvalho (2018) aponta que uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma sequência de atividades/aulas abarcando um assunto em que cada atividade é planejada do ponto de vista do material e das interações didáticas. A SEI deve possibilitar aos estudantes condições de relacionar o novo tópico de ensino com seus conhecimentos prévios, construir ideias próprias e poder socializá-las com os colegas e com o professor, passar do conhecimento espontâneo ao científico entendendo assim os conhecimentos já estruturados dentro de determinada área do saber.

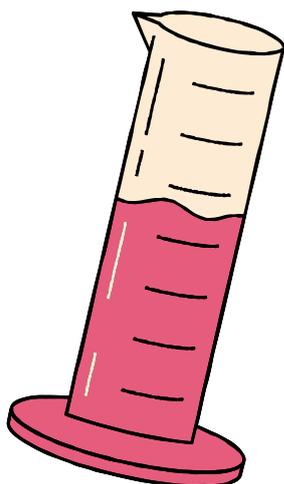
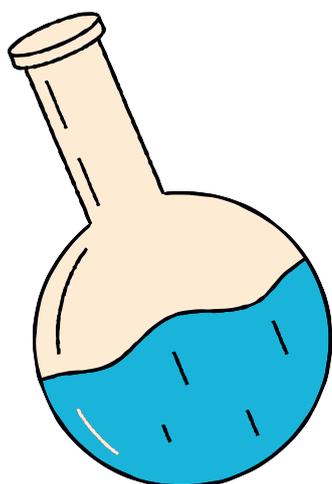
A autora elenca a possibilidade de utilizar laboratório, demonstração investigativa, textos históricos e outros recursos como atividades para investigar o assunto. Para Motokane (2015) as sequências didáticas podem ser encaradas e pensadas para que sejam uma ferramenta na coleta de dados na investigação em educação científica.

As SEI aqui apresentadas foram elaboradas a partir da compreensão do Ensino de Ciências por Investigação e suas características. Para as sequências propostas tomou-se como etapas do Ensino por Investigação a orientação, a conceituação, a investigação, a conclusão e a discussão, como descrito por Pedaste (2015).

Sobre as características do Ensino por Investigação, Zompero *et al.* (2019) discorrem que a orientação é o período para contextualização e problematização pelo professor sobre o tema que será investigado. Já a conceituação está associada ao instante em que o problema é apresentado e a formulação das hipóteses pelos estudantes, fazendo-se necessário a discussão entre os participantes. No que se trata do quesito investigação, as autoras citadas entendem como o enfrentamento de hipóteses que se dá através tanto de um experimento, quanto com consultas textuais que viabilizem coletar e analisar os dados fundamentados em evidências.

A conclusão é um momento em que a reflexão e as discussões são necessárias para que os estudantes sejam capazes de sistematizar o conhecimento retomando o problema, as hipóteses propostas e os dados que permitem a finalização da atividade proposta. Em Pedaste (2015), a etapa da discussão é considerada um processo que pode apresentar os resultados obtidos em fases específicas ou de todo o ciclo investigativo possibilitando a comunicação com o grupo e viabilizando atividades de reflexão.

As SEI foram desenvolvidas procurando contemplar as habilidades da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) para o componente curricular Química para estudantes de Ensino Médio. Para Fernandez (2018), o ensino de Ciências, particularmente o ensino de Química, tem passado por inúmeras dificuldades no Brasil. A autora descreve ainda que dentre os componentes curriculares a Química é, frequentemente, considerada impopular, difícil e abstrata, assumindo ainda que boa parte do que é aprendido nas escolas nas aulas deste componente curricular, para um significativo número de estudantes, não faz sentido nenhum. Neste contexto apresentado, cinco SEI foram produzidas e são apresentadas a seguir.



SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS 01 E 02

1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 01

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Substâncias e misturas.

Conteúdo abordado: Propriedades dos materiais.

Público-alvo: 1º série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT104B) Identificar a composição, a toxicidade e a reatividade dos objetos (metal, madeira, vidro, plástico) que fazem parte do nosso dia a dia, relacionando as propriedades físicas e químicas, com benefícios e riscos trazidos ao ambiente por esses materiais para propor soluções para seus usos e descartes responsáveis.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO/CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas.

Objetivo da aula: Discutir a presença das substâncias químicas no cotidiano.

Recursos didáticos: Computador, projetor multimídia, quadro branco, canetões, cadernos, lápis, canetas.

Metodologia: O professor selecionará, previamente, imagens que tenham palavras-chaves como: química, produto químico, substância química, entre outras. Em sites de busca ou em redes sociais é possível localizar imagens como as mostradas abaixo (Figura 01).

Figura 1: Imagens selecionadas para inspirar as falas dos estudantes acerca do que pensam sobre química, substâncias químicas, produtos químicos.



Fonte: <https://www.procorpoestetica.com.br/medicina-estetica/peeling-quimico>



Fonte: Arquivo pessoal.



Fonte: https://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://popularmed.com.br/BACKOFFICE/Uploads/Produto/Normal/7898623952416.jpg&tbnid=fnT4_rvaFNgoiM&vet=1&imgrefurl=https://popularmed.com.br/capilar-mascara-de-hidratacao-sem-quimica-nadinha-300g/28415-01&docid=c8EcQktfpoqDVM&w=900&h=900

Podem ser registradas as falas e percepções nos cadernos e/ou no quadro. É um momento importante para se obter os conhecimentos prévios da turma acerca do que eles sabem sobre química, produtos químicos e seus usos.

A partir deste contexto inicial o professor apresentará aos estudantes a pergunta de investigação: **Como você explica o fato de algumas pessoas se sentirem mal após utilizar determinadas misturas para a limpeza de casa?**

Ainda na apresentação do assunto o professor poderá trazer a seguinte notícia: “No início de 2024 um caminhão tombou em Joinville provocando derramamento de ácido sulfônico em um rio do município.”

O professor poderá exibir reportagens e, posteriormente, discutir com os estudantes sobre as percepções que a sociedade, em geral, tem de substâncias químicas.

Link para vídeo da reportagem exibida pela Band Jornalismo:

<https://www.youtube.com/watch?v=Byva2dz0dA4>

Link para reportagem escrita e publicada no site G1:

<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2024/02/02/empresa-que-derramou-acido-toxico-em-rio-de-joinville-e-multada-em-r-33-milhoes.ghtml>

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos estudantes nas discussões propostas na aula e registros nos cadernos.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO/INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Propriedades dos materiais.

Objetivo da aula: Associar as substâncias químicas utilizadas no cotidiano aos possíveis riscos que suas misturas oferecem.

Recursos didáticos: Computadores (ou *smartphones*), projetor multimídia, cadernos, lápis, caneta, quadro branco, canetões.

Metodologia: A partir dos exemplos citados pelos estudantes na aula anterior sobre substâncias químicas presentes em seus cotidianos, o professor disponibilizará computadores para que os estudantes acessem sites que mostram os resultados de algumas misturas. Os sites oferecem possibilidade de verificar se alguns produtos podem ser misturados ou não, além de alertar sobre a liberação de gases tóxicos em algumas reações.

O acesso aos sites pode ser realizado pelos estudantes nos próprios smartphones se essa for uma realidade possível na instituição. Não existindo a possibilidade de cada estudante ter o acesso em equipamento individual, o professor poderá em uma roda de conversa, ouvir as sugestões dos estudantes projetando no quadro a imagem do site. É importante oferecer espaço para que todos os estudantes simulem o resultado de suas “curiosidades” sobre as misturas possíveis e disponíveis nos sites.

Link 1: <https://podemisturar.com/>

Link 2: <https://posso-misturar.vercel.app/>



Fonte: <https://podemisturar.com/>

Após a interação dos estudantes com estes sites, o professor poderá acessar ou recomendar que eles acessem uma reportagem que trata sobre o assunto sendo especialmente voltada às misturas de produtos de limpeza. Na página da reportagem há um link disponível para uma outra página que simula mistura de produtos de limpeza indicando os produtos formados por essas misturas.

Link da reportagem: <https://oglobo.globo.com/economia/defesa-do-consumidor/noticia/2023/04/misturar-produtos-de-limpeza-e-um-risco-a-saude-veja-o-que-nao-pode-ser-combinado.ghtml>

Link do simulador:

https://infograficos.oglobo.globo.com/economia/produtos-de-limpeza-misturas-perigosas.html?_ga=2.260855565.1674001413.1707828907-725858799.1707828907

Para concluir a aula 2, solicitar aos estudantes que construam um mapa mental ou conceitual sobre o entendimento dos riscos de realizar determinadas associações de substâncias químicas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos estudantes nas discussões propostas na aula e registros escritos nos cadernos.

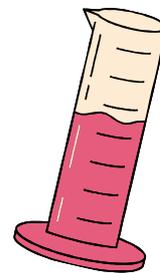
AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas e propriedades dos materiais.

Objetivo da aula: Perceber que produtos químicos podem reagir entre si mesmo.

Recursos didáticos: Cadernos, lápis, borracha, caneta. Para as atividades experimentais: Béquer, água, permanganato de potássio, vinagre, água oxigenada, glicerina, vidro relógio, papel alumínio, espátula e conta gotas.

Metodologia: Os estudantes realizarão duas atividades experimentais:



Atividade experimental 1

Materiais: Béquer, água, permanganato de potássio, vinagre e água oxigenada.

Procedimentos: Coloque água em um béquer e adicione o permanganato de potássio. Mexa até que o líquido fique violeta e o permanganato desapareça por completo. Depois, despeje o vinagre dentro do béquer com a água e mexa bem. Por fim, adicione a água oxigenada e mexa a mistura.

Espera-se que os estudantes observem as mudanças de cor que ocorrerão além da liberação de gás após a adição da água oxigenada.

Atividade experimental 2

Materiais: permanganato de potássio, glicerina, vidro relógio, papel alumínio, espátula e conta gotas.

Procedimentos: Com o auxílio de um almofariz, triture bem o permanganato de potássio, até que ele fique mais fino. Coloque o papel alumínio em cima do vidro relógio. Acrescente o permanganato de potássio sobre o centro do papel alumínio. Com um conta-gotas, acrescente a glicerina de forma que ele entre em contato com o permanganato de potássio. Afaste-se um pouco e observe o que acontece.

Espera-se que após uns segundos, o permanganato de potássio e a glicerina reajam entre si entrando em combustão por isso é de suma importância orientar os estudantes para que permaneçam atentos durante todo o experimento evitando qualquer acidente.

Resultados e conclusão: Descreva suas observações em cada etapa do experimento anotando o que você percebeu a cada substância utilizada.

Ao socializar as observações dos estudantes entre a turma, o professor conduzirá o momento para que tenham a oportunidade de expor suas observações, ideias, registros e qualquer outra percepção.

Avaliação da aprendizagem: Envolvimento e participação na realização da atividade experimental.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Substâncias químicas e propriedades dos materiais.
Objetivo da aula: Identificar nas produções textuais vestígios de aprendizagem sobre os riscos de misturar substâncias químicas.

Recursos didáticos: Cadernos, lápis, borracha, lápis de cor, canetas.

Metodologia: Retomando a pergunta investigativa da primeira aula desta sequência didática (“Por que algumas pessoas se sentem mal após preparar determinadas soluções para a limpeza de casa?) os estudantes irão elaborar uma produção textual (HQ, historinha lúdica, crônica, texto argumentativo), individualmente, discorrendo sobre seu entendimento acerca das substâncias químicas que são utilizadas no cotidiano e todas as informações que tiveram contato nas aulas anteriores.

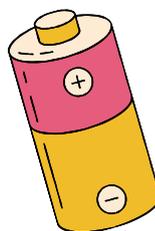
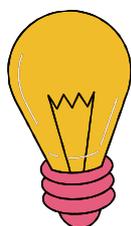
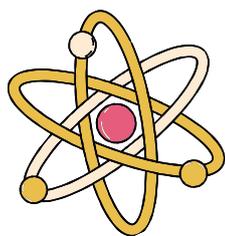
Avaliação da aprendizagem: Produção textual dos estudantes e socialização com o grupo.

REFERÊNCIAS DA SEI 01

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás:** Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021.

SOUZA R. O, SEIXAS FILHO J. T, MIRANDA M. G, CARVALHO NETO F. M. O impacto dos produtos domissanitários na saúde da população do Complexo do Alemão - Rio de Janeiro. **Quim Nov.** 2015; 37:93-7.



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 02

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Interações atômicas e moleculares.

Conteúdo abordado: Ligações Químicas.

Público-alvo: 1º série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT101G) Relacionar os elementos químicos com o tipo de ligação química que podem fazer, considerando os conceitos de estabilidade entre átomos e íons, para analisar as características dos compostos.

(GO-EMCNT201F) Relacionar as diferentes formas de interação entre átomos, considerando os tipos de ligações químicas (iônica, covalente e metálica) com os materiais existentes e formas de vida para formular explicações sobre essas interações e suas constantes mudanças e adaptações.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO / CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Ligações químicas.

Objetivo da aula: Provocar reflexões acerca da presença de ligações químicas no cotidiano. A expectativa de aprendizagem é perceber que ligações químicas podem ser verificadas no cotidiano.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de cor, marca texto, folhas de papel, canetão, apagador, quadro.

Metodologia: Para motivação inicial dos estudantes o grupo assistirá ao vídeo da música “Estranho jeito de amar – Sandy e Júnior” (4:17 min) cuja letra está disponível na descrição na página <https://www.youtube.com/watch?v=F1fjE3aJI9U>.

A partir da música será solicitado aos estudantes que citem qual trecho, frase ou palavra mais lhes chamou atenção. As respostas de todos os estudantes participantes serão anotadas no quadro. O professor dará mais relevância ao trecho da música “será tão frágil nossa ligação?” com foco na palavra “ligação” e nos seus diferentes significados (semântica). Sugere-se ao professor ouvir dos estudantes quais são suas concepções a respeito desse assunto mantendo-os instigados a refletir sobre a presença de ligações no cotidiano.

Se porventura julgar necessário, o vídeo da música poderá ser assistido novamente com os estudantes, a partir do enfoque dado ao trecho citado.

A partir deste contexto inicial o professor irá apresentar aos estudantes a pergunta de investigação: **O que são ligações químicas?**

Buscando o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, o professor irá solicitar um mapa mental a ser construído de maneira individual sobre “ligações químicas”. Para impulsionar a construção do mapa sugere-se a apresentação de perguntas relacionadas, tais como:

1. O que pensam sobre ligações químicas?
2. Onde temos ligações químicas aqui na sala de aula?
3. Será que existem ligações diferentes umas das outras?
4. Citar possíveis exemplos de ligações.

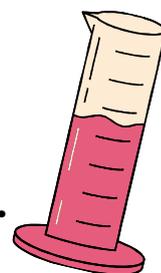
AULA 2 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Eletrólitos e não-eletrólitos.

Objetivo da aula: Demonstrar por meio de um experimento simples a condução de corrente elétrica de algumas substâncias. A expectativa de aprendizagem é possibilitar elementos para a caracterização de tipos de ligações químicas.

Recursos didáticos: Papel-toalha; espátula; sal de cozinha; açúcar comum; vinagre; álcool comercial; acetona; solução de hidróxido de sódio; água destilada, fios metálicos; lâmpada; béquer; pipeta; bastão de vidro.

Metodologia: Os estudantes serão organizados em grupos de no máximo cinco componentes para a realização de uma atividade experimental. Caso não haja laboratório disponível na escola é possível realizar a atividade sugerida em sala de aula ou em outros espaços da unidade escolar.



Atividade: Testando a condutividade elétrica de alguns materiais.

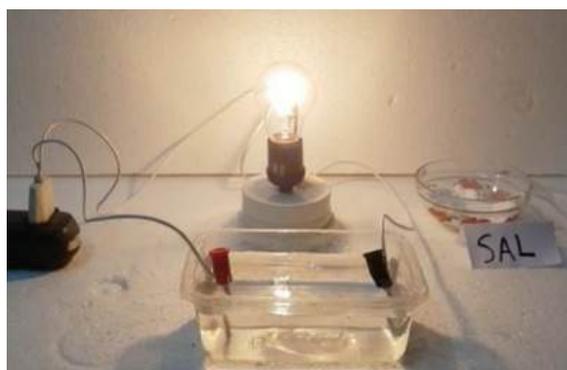
Materiais: papel-toalha; espátula; sal de cozinha (componente principal: NaCl(s) – composto iônico); açúcar comum ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$ – composto molecular); vinagre ($\text{H}_3\text{CCOOH(aq)}$ – composto molecular); álcool comercial ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH(aq)}$ – composto molecular); acetona ($\text{H}_3\text{CCOCH}_3\text{(aq)}$ – composto molecular); solução de ácido clorídrico (HCl(aq) – composto molecular); solução de hidróxido de sódio (NaOH(aq) – composto iônico); água destilada (H_2O); sistema de condução de corrente elétrica (Figura 01); 8 béqueres de 100 mL; pipetas volumétricas de 5 mL; 1 bastão de vidro.

Procedimentos: 5 mL dos materiais líquidos deverão ser colocados em cada béquer com auxílio das pipetas. Uma pequena quantidade de cada material sólido deverá ser colocada com a espátula em cada béquer. 20 mL de água destilada serão acrescentadas nos béqueres com material sólido e agitada com bastão de vidro. As soluções serão testadas com o sistema elétrico, conforme ilustração. As extremidades dos fios deverão ser lavadas e limpas com papel-toalha antes de testar a próxima solução.

Os estudantes observarão o efeito no sistema elétrico, ou seja, se há ocorrência ou não do acendimento da lâmpada. Os estudantes serão estimulados a sistematizar o que é observado durante o experimento. O professor pode sugerir que utilizem um quadro, como o representado abaixo, para auxiliar nos registros e futuras discussões.

Materiais	Efeito no sistema elétrico (acende ou não acende)
Água destilada	
Solução de sal de cozinha	
Solução de açúcar comum	
Vinagre	
Álcool comercial	
Acetona	
Solução aquosa de ácido clorídrico	
Solução aquosa de hidróxido de sódio	

Figura 01: Sistema de condução elétrica que será utilizado no experimento proposto.



Fonte: <https://www.labdemon.ufpa.br/electricidade-e-magnetismo/agua-sal-e-condutividade-eletrica>

Após o experimento, o professor propiciará aos estudantes um momento para discussão de suas observações mediando o processo com a seguinte pergunta orientadora: Em quais soluções houve condutividade elétrica? Classifique as soluções em eletrolíticas ou não eletrolíticas. As hipóteses levantadas pelos estudantes serão socializadas e discutidas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio do engajamento dos estudantes na realização do experimento, interação/colaboração com os demais membros do grupo e participação na socialização.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Ligações químicas.

Objetivo da aula: Consolidar os três tipos mais comuns de ligações químicas com base no estudo teórico sobre o tema. A expectativa de aprendizagem é de possibilitar elementos para a caracterização de tipos de ligações químicas.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, texto base para discussão, caderno, lápis, caneta, quadro, canetão.

Metodologia: Nesta aula o professor viabilizará momento para caracterizar as ligações químicas: iônica, covalente e metálica utilizando a leitura de um texto sobre o tema e a discussão em pequenos grupos. O texto sugerido é “Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica” (Hélio A. Duarte, 2001 - <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>).

Os estudantes poderão ser organizados em pequenos grupos com no máximo quatro componentes. Em grupos, os estudantes farão a leitura do texto e a produção de uma síntese sobre o assunto. Logo em seguida, em uma roda de conversas, os grupos socializarão seus entendimentos.

Na oportunidade, o professor retomará as hipóteses que foram levantadas na aula anterior, a partir do experimento realizado buscando relacionar os elementos conceituais que caracterizam os diferentes tipos de ligações químicas.

Avaliação da aprendizagem: Avaliação formativa por meio da participação dos alunos na aula e registros realizados no caderno.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Ligações químicas: iônica, covalente e metálica.

Objetivo da aula: Consolidar o conhecimento sobre as ligações químicas (iônica, covalente e metálica).

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de cor, marca texto, folhas de papel, canetão, apagador, quadro.

Metodologia: Após as discussões realizadas na primeira aula da sequência didática, a experimentação realizada na segunda aula e o contato com o conteúdo teórico ocorrido na terceira aula, os estudantes construirão um novo mapa mental com foco em responder a pergunta de investigação (**O que são ligações químicas?**).

Em seguida externarão de forma oral seus entendimentos sobre as ligações químicas e o professor fará a mediação para consolidação da aprendizagem.

Avaliação da aprendizagem: Por meio da comparação entre os mapas mentais construídos o professor terá vestígios de construção do conhecimento por parte dos estudantes.

REFERÊNCIAS DA SEI 02

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

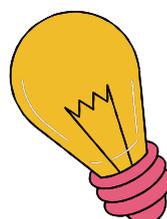
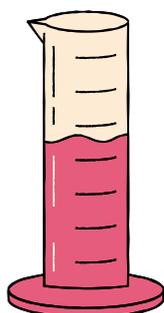
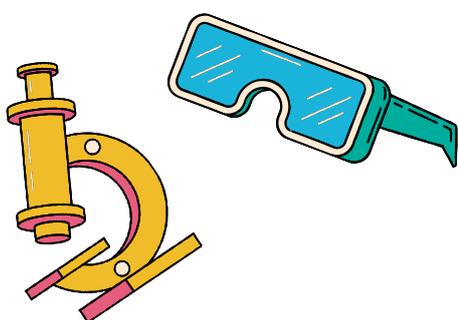
DUARTE, H. A. Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, nº 4, 2001.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás**: Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciência da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H. Ensino Por Investigação: Pressupostos e Práticas. In: **Fundamentos Teórico- Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula** - Licenciatura em Ciências. USP/Univesp – Módulo 7. p. 116-124, 2014.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.



SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS
03 E 04
2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 03

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Termoquímica.

Conteúdo abordado: Trocas de calor nas reações químicas.

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT106H) Conhecer as relações existentes entre as quantidades de matéria e o calor na transformação da matéria, associando a variação de entalpia com cada mudança de estado físico para quantificar a entalpia de combustão das reações e a entalpia das substâncias.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO / CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Transformações físicas da matéria e os processos endotérmicos e exotérmicos.

Objetivo da aula: Ilustrar transformações físicas da matéria associando a absorção e liberação de calor.

Recursos didáticos: Projetor, computador, lápis, caderno, canetas, quadro, canetões.

Metodologia: Utilizar a ferramenta “Estados da matéria: básico” no site *Phet* para ilustrar as transformações físicas da matéria, com foco na água.

Site do simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

Com a utilização da ferramenta *online* o professor deverá rever os conceitos de temperatura e calor, assim como as características de cada um dos estados físicos da matéria observáveis no simulador. A partir da contextualização apresentar aos estudantes a pergunta de investigação: **Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?**

O professor reverá as nomenclaturas dos processos de transformações físicas da matéria, bem como, o conceito de temperatura e calor para justificar a absorção e liberação de calor nos processos exemplificado no site *Phet*. A imagem abaixo (Figura 01) sugere uma formalização que poderá ser construída pelo professor após a utilização do simulador no *Phet*.

Figura 01: Transformações dos estados físicos da matéria.



Fonte: Sistema Positivo de Ensino.

Avaliação da aprendizagem: Participação na utilização do simulador e anotações no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações endotérmicas e exotérmicas.

Objetivo da aula: Identificar fenômenos físicos e químicos em que ocorrem trocas de calor.

Recursos didáticos: Projetor, computador, lápis, caderno, canetas, quadro, canetões.

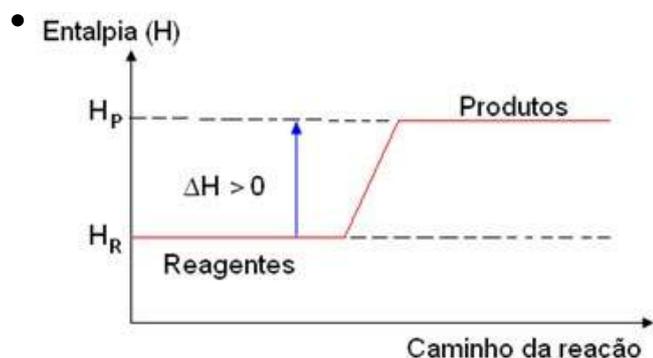
Metodologia: A partir das transformações físicas reapresentadas na aula anterior, rever as nomenclaturas e associar com palavras cotidianas como por exemplo: fusão = derretimento, solidificação = congelamento; ressaltando como exemplo a água no estado sólido, líquido e gasoso.

Retomar junto aos estudantes as reações endotérmicas e exotérmicas levando em consideração a absorção ou liberação de calor. Em seguida, apresentar as representações para equações endotérmicas e exotérmicas. Essas representações poderão ser construídas no quadro para que posteriormente os estudantes as registrem nos cadernos.

Como exemplos:

Equações para representar uma reação endotérmica:

- Reagente(s) + calor \rightarrow Produto(s)
- Reagente(s) \rightarrow Produto(s) – calor
- Reagente(s) \rightarrow Produto(s) $\Delta H = + X$ calor



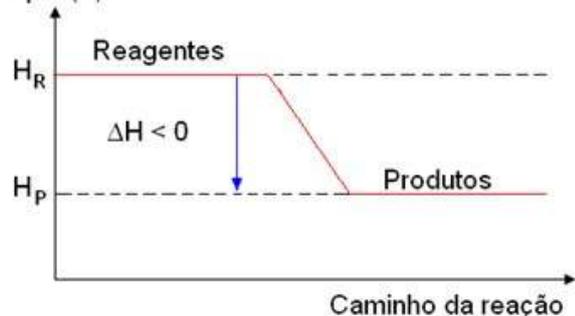
Fonte:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/processos-endotermicos-exotermicos.htm>

A reação exotérmica pode ser representada por várias equações, são elas:

- Reagente(s) – calor → Produto(s)
- Reagente(s) → Produto(s) + calor
- Reagente(s) → Produto(s) $\Delta H = - X$ calor

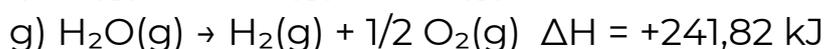
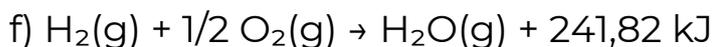
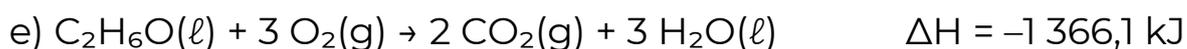
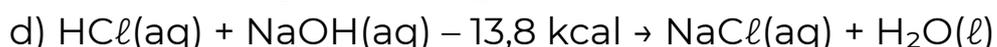
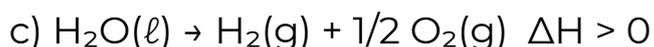
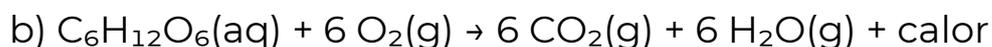
• Entalpia (H)



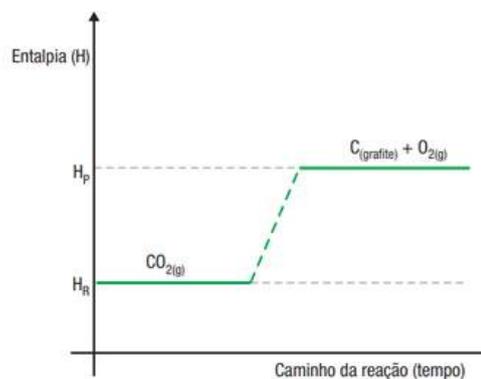
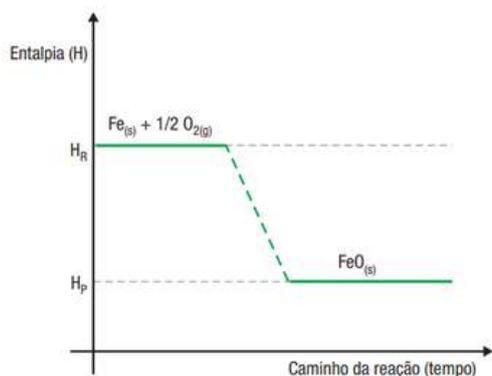
Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/processos-endotermicos-exotermicos.htm>

Para sistematizar as discussões e apresentações, oferecer aos estudantes exemplos para que eles classifiquem as equações em endotérmicas ou exotérmicas. Segue exemplo:

Classifique as transformações apresentadas em endotérmicas ou exotérmicas.



i)



Avaliação da aprendizagem: Participação nas discussões e engajamento na resolução dos exemplos propostos.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações endotérmicas e exotérmicas

Objetivo da aula: Realizar experimentos que ilustrem a absorção ou a liberação de calor.

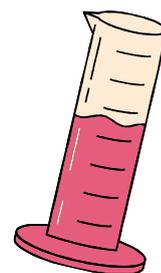
Recursos didáticos: Placa de Petri ou um béquer; papel; permanganato de potássio (KMnO_4); glicerina líquida; conta-gotas; béquer de 50mL; termômetro; espátula; bastão de vidro; ureia sólida; água.

Metodologia: Os estudantes realizarão uma sequência de atividades experimentais. A turma será dividida em grupo de até cinco estudantes por bancada. A critério do professor, cada grupo poderá fazer apenas um experimento e em seguida verificar o experimento do grupo próximo ou todos os grupos poderão realizar todos os experimentos.

Atividade experimental:

Reação de oxidação da glicerina pelo permanganato de potássio

Materiais: Placa de Petri ou um béquer; papel alumínio; permanganato de potássio (KMnO_4); glicerina líquida e conta-gotas.

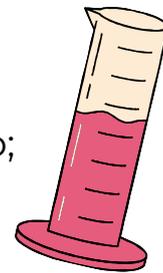


Procedimentos: Com auxílio de um almofariz, triture bem o permanganato de potássio, até que ele fique o mais fino possível. Coloque o papel dentro de uma placa de Petri. Acrescente o permanganato de potássio sobre o centro do papel alumínio. Com auxílio de um conta-gotas, acrescente a glicerina de forma que ela entre em contato com o permanganato de potássio. Afaste-se um pouco e observe o que acontece.

Espera-se que a reação do permanganato de potássio com a glicerina, por ser exotérmica, tenha formação de chamas. Por isso, é de fundamental importância que os estudantes sejam orientados a manterem-se afastados após a adição de um produto ao outro, bem como que todos os estudantes estejam sempre atentos ao experimento.

Atividade experimental: Hidrólise da ureia

Materiais: béquer de 50mL; termômetro; espátula; bastão de vidro; ureia sólida; água.



Procedimentos: Adicione 20 mL de água em um béquer de 50 mL. Com auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote. Adicione uma espátula de ureia à água e agite. Meça a temperatura da solução.

Espera-se que a temperatura do sistema diminua quando comparando a temperatura inicial e final do experimento.

Resultados e conclusão:

1. Relate o que aconteceu em cada experimento descrevendo suas observações em cada situação.
2. Classifique os processos ocorridos em cada um dos experimentos em endotérmico ou exotérmico.

Avaliação da aprendizagem: Proatividade nas atividades experimentais e capacidade de envolver-se com as discussões do grupo.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Termoquímica.

Objetivo da aula: Identificar vestígios de aprendizagem sobre Termoquímica.

Recursos didáticos: Computador; caderno; lápis; caneta; borracha; livro didático.

Metodologia: Retomar com os estudantes o percurso das últimas aulas sempre oferecendo espaço para a fala. Após as discussões, solicitar que os estudantes proponham uma resposta para a pergunta de investigação da sequência (**Por que o gelo fora do congelador derrete após algum tempo?**).

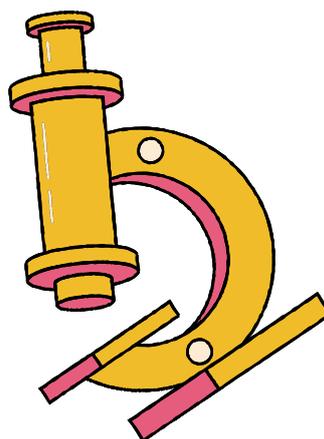
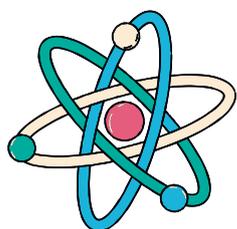
A resposta deverá ser registrada no caderno em forma de parágrafo, textos ou desenhos. Quando todos os estudantes concluírem, o professor irá solicitar que compartilhem suas respostas com a turma. É fundamental que o ambiente seja propício a participação de todos e favorável para que haja exposição das ideias dos estudantes.

Avaliação da aprendizagem: Elaboração de resposta para a pergunta de investigação, bem como, participação nas discussões propostas.

REFERÊNCIAS DA SEI 03

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás:** Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021.



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 04

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Cinética química.

Conteúdo abordado: Velocidade de uma reação química.

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 6 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular N° 1 (BNCC, 2018)

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018)

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT102A) Empregar conceito de velocidade de reação, examinando vários processos químicos, físicos e biológicos associados para escolher processos mais eficazes de conservação de diversos insumos (alimentos, medicamentos) essenciais à vida.

(GO-EMCNT102H) Reconhecer as dinâmicas das reações químicas, por meio de estudos cinéticos, de equilíbrio com ou sem uso de tecnologias digitais, considerando os efeitos das variáveis para avaliar processos reacionais e sua dinâmica no meio ambiente.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO / CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações químicas no cotidiano.

Objetivo da aula: Provocar reflexões acerca das reações químicas que ocorrem no cotidiano dos estudantes.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão.

Metodologia: Com base no contexto local, propor aos estudantes a pergunta para investigação: **Às margens da rodovia GO 050, no trecho entre Palmeiras de Goiás e Campestre de Goiás, está instalada uma unidade de um frigorífico que abate frangos diariamente. A unidade conta com uma estação de tratamento de efluentes, que por ser bem próxima a rodovia, é possível perceber os odores característicos, que em determinadas épocas do ano é ainda mais acentuado. Diante do exposto, quais fenômenos promovem a geração destes odores?**

O professor irá mediar a discussão registrando no quadro as hipóteses levantadas para responder à questão proposta, bem como, solicitará aos estudantes que anotem em seus respectivos cadernos.

Para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes será exibido um trecho do vídeo “Como é o tratamento dos efluentes líquidos de frigoríficos?” produzido pelo Canal Rural e que mostra que a água é retirada de uma fonte conhecida e deve voltar tratada para a natureza. A partir desse vídeo deverá ser viabilizado momento para que os estudantes retomem à questão inicial e falem sobre o que pensaram ou lembraram enquanto assistiam ao vídeo. Em seguida, a discussão será direcionada para que os estudantes compartilhem o que sabem/entendem por reações químicas.

Anotar no quadro todos os exemplos citados pelos estudantes do que seja uma reação química.

Link do vídeo: <https://youtu.be/jkEjGLW9Wt8>

(O vídeo deverá ser exibido do instante 2:14 até 7:05)

Após esta etapa inicial o professor irá apresentar à turma as questões investigativas (problema): O que são reações químicas? Quais são os fatores responsáveis por alterar a velocidade das reações químicas? Como estes fatores influenciam as reações químicas?

Para incentivar os estudantes a participarem poderá ser realizada uma leitura compartilhada do texto “A importância da mastigação” (MARINHO, 2011) como forma de estímulos às reflexões acerca do problema proposto.

O texto fornecerá repertório, para além do vídeo apresentado inicialmente, numa tentativa de conduzir os estudantes a buscar diversas reações químicas que acontecem cotidianamente em suas vidas, seja no contexto local (município em que está localizado o colégio), seja no contexto individual pensando no seu próprio organismo.

Texto: *A importância da mastigação (MARINHO, 2011)*

É comum encontrarmos muitas pessoas preocupadas com a qualidade da sua alimentação, procurando sempre informações sobre o assunto, mas raramente encontramos pessoas que se preocupem com a sua mastigação.

Como parte do processo digestivo, na boca se inicia a digestão dos alimentos, principalmente as fontes de amido, e a insalivação, gerada pela mastigação, dá início a esse processo. Existe uma enzima digestiva (a ptialina) na saliva que tem ação sobre as massas em geral, os cereais, pães, biscoitos etc. Com isso, a digestão desses alimentos é facilitada, uma vez que chegam pré-digeridos ao estômago.

Em se tratando de digestão de alimentos, a mastigação, por si mesma, já traz grandes benefícios, pois a trituração dos alimentos, feita pelos dentes, reduz os alimentos em pedaços menores, o que aumenta a capacidade de ação das enzimas sobre eles (maior superfície de contato).

Qualquer que seja o alimento, a mastigação sempre auxilia no processo digestivo, evitando alguns transtornos tão frequentes, como azia, má digestão, sonolência após a refeição etc. Boa parte dos problemas digestivos de que muitas pessoas se queixam podem ter origem em uma mastigação insuficiente, engolindo-se alimentos em pedaços grandes, o que exigirá maior esforço do estômago em triturá-los.

Mas não é apenas no processo digestivo que a mastigação auxilia. O controle sobre a ingestão de alimentos pode ser alterado pela mastigação, de acordo com a frequência da mesma. Uma boa mastigação, ou seja, uma trituração adequada dos alimentos, estimula o centro da saciedade, um controle que temos ao nível do cérebro e que regula a ingestão de alimentos. Quando se mastiga bem os alimentos, a movimentação dos músculos da face envolvidos nesse processo gera uma resposta mais rápida ao estímulo da saciedade, ou seja, a pessoa sente-se saciada com uma menor quantidade de alimentos. Essa é uma razão bastante interessante para se estimular a mastigação, principalmente em pessoas que precisam controlar a ingestão de alimentos pela necessidade de controle de peso.

Pessoas com propensão a comer compulsivamente certos alimentos, como doces, chocolates, biscoitos, salgados etc., podem conseguir um maior controle se mastigarem devagar esses mesmos alimentos, levando pequenas quantidades à boca. Levar pequenas porções de alimentos à boca de cada vez é uma boa maneira de se iniciar uma mastigação adequada, e deve ser um hábito a ser cultivado.

Avaliação de aprendizagem: Participação nas discussões propostas nessa aula e/ou reflexões registradas no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Reações e equações químicas.

Objetivo da aula: Conceitualizar reação química junto aos estudantes.

Recursos didáticos: Laboratório móvel (computadores), caderno, canetas, lápis, quadro e canetão.

Metodologia: O professor solicitará o laboratório móvel de informática, quando for o caso, para que cada estudante tenha acesso a um computador e compartilhará com todos o link de um vídeo disponível na Plataforma *Khan Academy* para que seja possível os estudantes visualizarem representações das reações químicas e como elas podem ser escritas em forma de equações químicas para que comecem a perceber a existência de reagentes e produtos envolvidos nas reações representadas por tais equações. Este tipo de atividade também contribui para que o estudante apreenda a linguagem própria da ciência (Química).

O laboratório móvel consiste em um armário com trinta e seis computadores que dispensa a necessidade de deslocar os estudantes até o laboratório de informática, porém se o professor preferir, poderá traçar esse percurso, levar os estudantes ao laboratório de informática. Além dessa alternativa, como o laboratório móvel de informática, pode não ser uma opção disponível em todas as unidades escolares, o professor pode optar em mostrar o vídeo para a turma projetando na sala. Em unidades escolares em que é permitido o uso de *smartphones*, o professor poderá ainda compartilhar o link com esses estudantes que assistirão em seus próprios aparelhos móveis.

Link do vídeo: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/chemistry--of-life/chemical-bonds-and-reactions/v/chemical-reactions-introduction>

Tempo de vídeo: 8:59 min

Seguidamente, em função de os estudantes já estarem com computadores, eles acessarão ao site “Phet” com simulações de química, física e biologia, e irão na opção de simulador “Reagentes, produtos e excesso” para que percebam os participantes de uma reação química antes e depois dela acontecer. Esse simulador permite que sejam montados sanduíches e/ou moléculas na preparação de água, de amônia e na queima do metano.

Link do Phet: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Link do simulador “Reagentes, produtos e excesso”:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/reactants-products-and-leftovers

Ao fim da etapa com utilização dos computadores, os estudantes deverão registrar em seus cadernos suas observações/percepções sobre como acontece uma reação química.

Avaliação da aprendizagem: Envolvimento com a atividade proposta e anotações registradas no caderno acerca das reações químicas.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Teoria das colisões.

Objetivo da aula: Compreender a teoria das colisões na cinética das reações por meio do conceito de efetividade das colisões.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caixa de som, caderno, canetas, lápis de escrever, lápis de cor, canetas, giz de cera, quadro, canetão.

Metodologia: Este será o momento em que o professor irá retomar as discussões que já aconteceram sobre o odor na estação de tratamento de efluente do frigorífico e as percepções dos estudantes sobre reações químicas, a partir das simulações realizados no site *Phet*.

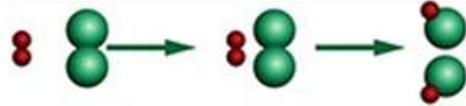
Mediando a participação dos estudantes, o professor deverá motivar para que cada um exponha o que tem observado até aqui por meio de uma roda de conversas.

Será momento de o professor sistematizar as condições necessárias (colisão efetiva e energia suficiente) para que haja uma reação química. O professor levará para sala de aula kits para trabalhar em grupos de no máximo quatro estudantes. Cada kit consiste em uma caixa de papelão (caixa de sapatos) e duas “moléculas” de substâncias simples. Essas “moléculas” são bolas de isopor fixadas uma a outra por meio de velcro colado em diversos pontos das esferas. Como serão representadas duas substâncias simples, pode-se ainda pintar as bolinhas de isopor com tinta de duas cores distintas para que haja diferenciação das mesmas.

Em grupos, os estudantes deverão colocar as moléculas na caixa e “agitar” para que verifiquem em quais situações a formação de produtos poderá acontecer ou não, registrando em seus cadernos. É importante que os estudantes percebam que a intensidade da força que agitam a caixa é relevante nessa “formação de produtos” sendo assim, poderão aplicar movimentos mais intensos e menos intensos em tempos iguais e marcados em cronômetro ou relógio.

Deve-se ainda criar um ambiente que seja favorável as discussões sobre a imprevisibilidade das ciências lembrando aos estudantes que química não se trata de uma ciência exata. Caso não seja possível a construção dos kits, sugere-se a utilização de massa de modelar para que os estudantes reproduzam situações como as mostradas na Figura 01 na intenção de perceber a necessidade de colisão efetiva como condição necessária para a ocorrência de reações químicas.

Figura 01: Colisão não efetiva e colisão efetiva.

Orientação das moléculas	Efeito
	Colisão não efetiva
	Colisão não efetiva
	Colisão pode ser efetiva

Fonte: Elaboração própria.

Essa atividade poderá ser realizada em grupos de até quatro estudantes para que seja possível o professor, ao visitar esses grupos, realizar indicações da necessidade de rompimento das ligações das substâncias tidas como reagentes para formação de novas ligações nas substâncias denominadas produtos. Essa será a oportunidade de sistematizar com os estudantes a energia de ativação.

Os estudantes deverão registrar em seus cadernos, por meio de desenhos, as reações representadas pelas moléculas produzidas com massa de modelar. Deverão anotar ainda o que entenderam por: colisão efetiva e colisão não efetiva, além de energia de ativação (E_a).

Avaliação da aprendizagem: Participação e envolvimento na confecção das moléculas e posterior registros no caderno.

AULA 4 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Fatores que influenciam na velocidade das reações.

Objetivo da aula: Compreender os fatores que podem influenciar as reações químicas (número de colisões efetivas).

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão e materiais para a experimentação: béqueres, comprimidos efervescentes e água.

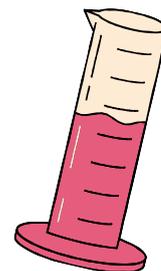
Metodologia: O professor deverá expor imagens (Quadro 01) para os estudantes e levantar a discussão de quão rápida ou lenta é a reação química que acontece ali.

Quadro 01: Imagens para discussão da velocidade das reações.

 <p>Fonte: https://www.petz.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/08/fogos-de-artificio3.jpg</p>	Queima de fogos de artifício
 <p>Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTeUt9o_Tjlf_gABdvNIK3GBRI-NFEJViCx7Q&s</p>	Oxidação

Fonte: Elaboração própria.

Em grupos de até quatro estudantes eles deverão realizar a experimentação sugerida a seguir no intuito de observar como o fator temperatura influencia a velocidade de uma reação química. Essa experimentação poderá ser realizada no laboratório da unidade escolar (se houver essa disponibilidade) ou na própria sala de aula.



Experimento 1: A influência da temperatura na reação.

Materiais: 3 béqueres de 100 mL (ou copos de requeijão); 3 comprimidos efervescentes; água na temperatura ambiente; água quente (até a fervura); água fria (até que gelo comece a se formar); cronômetro.

Procedimentos: Os estudantes deverão colocar, em cada béquer, separadamente, 50 mL de água em diferentes temperaturas. Em seguida adicionarão, simultaneamente, um comprimido efervescente em cada béquer. Após observar a ordem de finalização das transformações nas diferentes temperaturas, eles registrarão numa tabela a ordem de término.

Temperatura da água	Tempo para término da reação (segundos)
Ambiente	
Fria	
Quente	

Ao concluir os resíduos poderão ser descartados diretamente em uma pia.

Resultados e conclusões

- Em qual béquer (ou copo) a reação foi mais rápida?
- Que fator foi determinante para a rapidez do processo?
- Como o fator verificado com o experimento influencia na velocidade de uma reação?

Professor, caso algum grupo não obtenha o resultado esperado, o 'erro' deverá servir de estímulo para discussões que busquem caracterizar quais os aspectos foram diferentes de um grupo para o outro e que possam ter influenciado na variação da resposta. Se necessário o grupo poderá refazer o experimento após as discussões para que verifiquem quais atitudes no procedimento podem ter ocasionado o resultado inesperado.

Avaliação de aprendizagem: Envolvimento e participação na experimentação e socialização das conclusões obtidas.

AULA 5 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Fatores que influenciam na velocidade das reações.

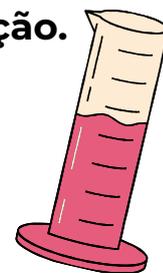
Objetivo da aula: Perceber o quanto a superfície de contato influencia na velocidade de uma reação química.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, computador, caderno, canetas, lápis, quadro, canetão e materiais para a experimentação: béqueres, comprimidos efervescentes, água e cronômetro.

Metodologia: Os estudantes começarão a aula a partir do segundo experimento que está descrito abaixo.

Experimento 2: A influência da superfície de contato em uma reação.

Materiais: 2 béqueres de 100 mL; almofariz e pistilo; água na temperatura ambiente; 2 comprimidos efervescentes; cronômetro.



Procedimento: Os estudantes colocarão 50 mL de água em cada béquer e triturarão um dos comprimidos com auxílio do almofariz e pistilo. Em seguida, deverão adicionar, simultaneamente, o comprimido efervescente não triturado ao primeiro béquer e o triturado ao segundo béquer.

Ao observar os experimentos os estudantes deverão preencher a tabela abaixo:

Experimento	Tempo gasto (segundos)
I	
II	

Resultados e conclusão

- a) Em qual dos dois béqueres ocorreu uma efervescência mais rápida?
- b) Que fator foi determinante para verificar a velocidade desse processo?
- c) Como o fator verificado com o experimento influencia na velocidade de uma reação?

Após a realização do segundo experimento, o professor poderá retomar o problema proposto na primeira aula e discutir os fatores observados até aqui: reações químicas, velocidades das reações, temperatura e superfície de contato.

Nos mesmos grupos em que foram realizados o segundo experimento, os estudantes irão responder as questões propostas a seguir.

Questionário

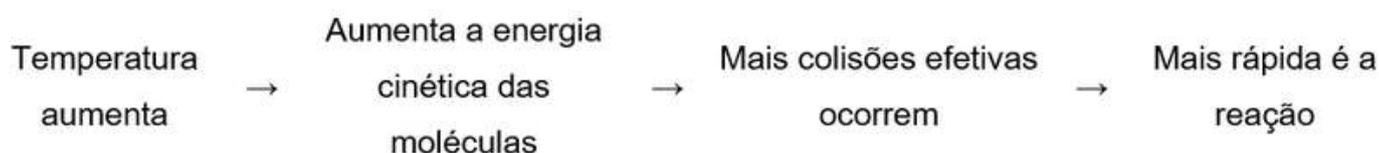
01. O que é necessário para que uma reação química ocorra?
02. Para alguns medicamentos há recomendação de mantê-los em ambiente fresco. Por que essa recomendação é feita?
03. Explique a razão de um alimento no *freezer* poder ser conservado por um tempo maior do que a uma temperatura de 30 °C.
04. Um pedaço de palha de aço em cima da pia enferruja mais rapidamente do que um prego, nas mesmas condições e com a mesma massa, explique o motivo disso acontecer.
05. Retornando à problematização dessa sequência didática, explique em qual estação do ano (verão ou inverno) você acredita que o odor liberado na decomposição na estação de tratamento de efluente será mais intenso. Considere apenas a temperatura como fator determinante para alterar a velocidade das reações químicas.
06. Retome o texto sobre a mastigação e escreva para você qual 'a importância da mastigação' considerando os fatores estudados.



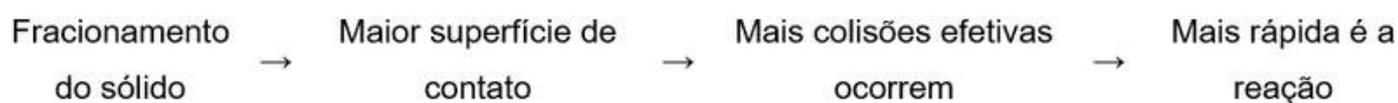
Para finalizar a aula o professor poderá elaborar no quadro, com auxílio dos estudantes, um fluxograma que relacione os dois fatores observados às colisões efetivas e à velocidade das reações.

Sugestão:

Fator: Temperatura



Fator: Superfície de contato



Avaliação da aprendizagem: Envolvimento e participação na experimentação. Socialização das conclusões obtidas. Respostas ao questionário proposto e/ou elaboração do fluxograma.

AULA 6 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Termoquímica.

Objetivo da aula: Apresentar uma resposta para a pergunta de investigação apresentada na aula 01 da sequência.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; canetas; lápis de cor; borracha; quadro; canetões; computador; projetor; caixa de som.

Metodologia: Após retomar o percurso realizado pelos estudantes o professor irá novamente reler a pergunta de investigação apresentada no início da sequência didática: **Às margens da rodovia GO 050, no trecho entre Palmeiras de Goiás e Campestre de Goiás, está instalada uma unidade de um frigorífico que abate frangos diariamente. A unidade conta com uma estação de tratamento de efluentes, que por ser bem próxima a rodovia, é possível perceber os odores característicos, que em determinadas épocas do ano é ainda mais acentuado. Diante do exposto, quais fenômenos promovem a geração destes odores?**

Em seguida, o professor acompanhará as respostas dos estudantes que poderão ser apresentadas em forma de parágrafos, textos, desenhos e/ou esquemas. É importante que haja momento para que os estudantes socializem com a turma as suas respostas.

Avaliação da aprendizagem: Participação na retomada das aulas anteriores e proposição de resposta para a pergunta de investigação.

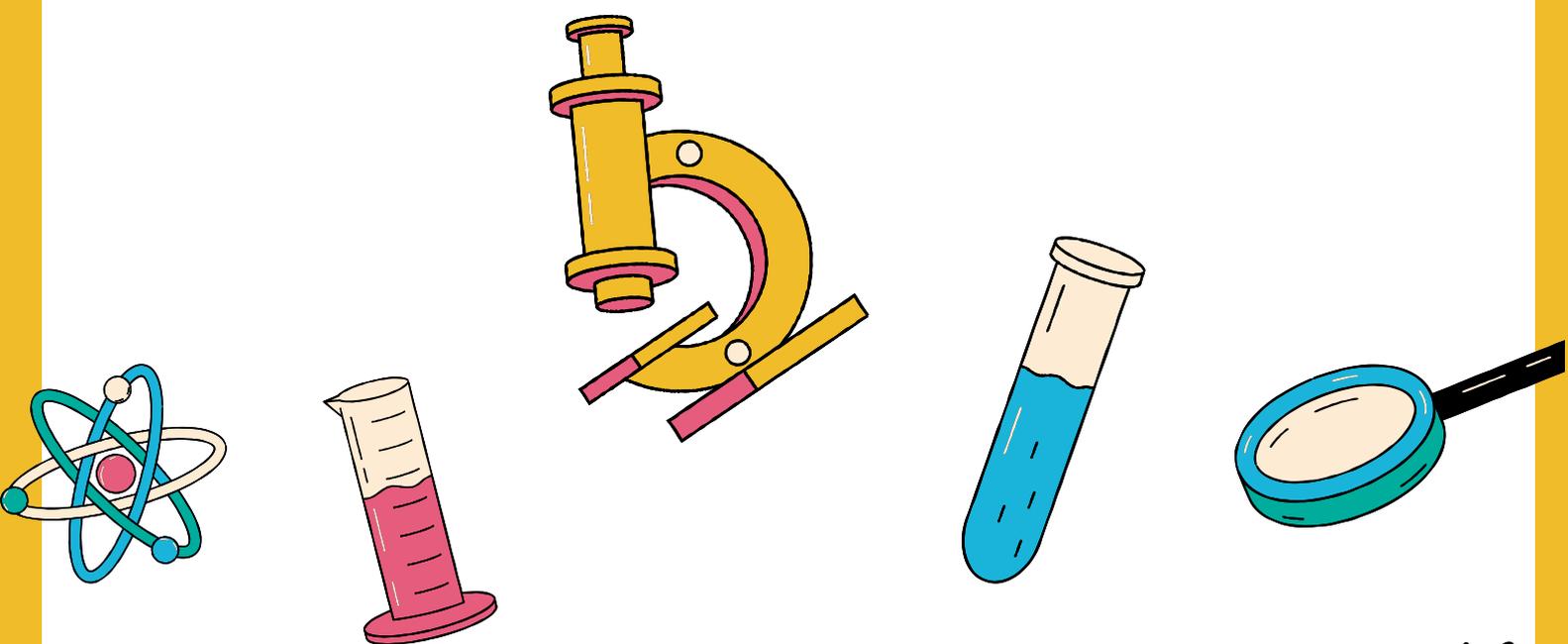
REFERÊNCIAS DA SEI 04

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás**: Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021. 42

MARINHO, J. A importância da mastigação. **Revista evidência**, 11 nov. 2011.

Disponível em: <https://www.revistaevidencia.com/2011/11/a-importancia-da-mastigacao/>. Acesso em: 10 fev. 2023.



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 05

3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 05

Área do conhecimento: Ciências da Natureza.

Componente curricular: Química.

Objeto do conhecimento: Introdução às funções orgânicas.

Conteúdo abordado: Hidrocarbonetos.

Público-alvo: 3º série do Ensino Médio.

Número de aulas previstas: 4 aulas (50 minutos cada).

Competência específica da Base Nacional Comum Curricular N° 2 (BNCC; 2018)

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC; 2018)

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

Objetivos de aprendizagem do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DCGO-EM, 2021)

(GO-EMCNT203A) Aplicar conhecimento sobre os diversos compostos orgânicos e suas propriedades, identificando representações e simulações referentes a esses compostos para formular proposições sobre as suas interações no corpo humano.

AULA 1 (ORIENTAÇÃO / CONCEITUAÇÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Reconhecer os hidrocarbonetos e a regra de nomenclatura dos compostos desta função orgânica.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; canetas; borracha; quadro; canetões; computador; projetor; caixa de som.

Metodologia: Ao iniciar a aula, apresentar aos estudantes o vídeo “O caminho do petróleo” disponível no canal do You Tube da Petrobrás.

Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=a2ObyRy9dG8>

A partir do vídeo conversar com os estudantes sobre alguns produtos derivados do petróleo que estão presentes no dia-a-dia de todos. Lembrar aos estudantes que o petróleo ocupa uma posição de importância porque, além de ser uma das principais fontes de energia utilizadas pela humanidade, os derivados dele servem de matéria-prima para a produção de diversos bens de consumo.

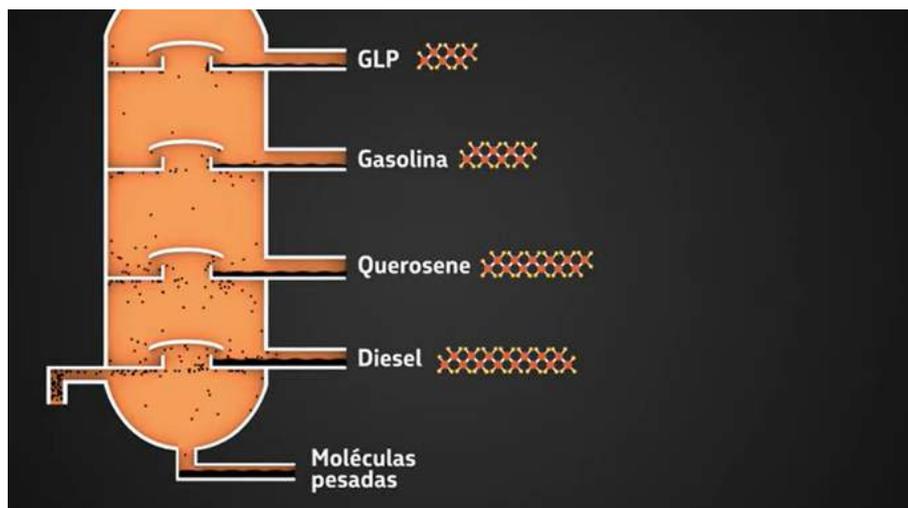
Nesta sequência considera-se como relevante trabalhar com o petróleo pois ele na sua forma bruta é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, além disso, apresenta as mais diversas contaminações por enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais.

Se julgar necessário e interessante, assistir também o vídeo “O caminho da gasolina”.

Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=xpLkO3QFLqI>

Neste vídeo, a separação do petróleo é descrita podendo ser utilizada de forma pausada para que o professor faça mediações utilizando, por exemplo, a Figura 01 que é instante 1:30 min do vídeo para comentar sobre separação de mistura no que diz respeito ao petróleo já dando indícios visuais dos tamanhos das cadeias carbônicas dos produtos obtidos por meio desta separação.

Figura 01: Imagem retirada do vídeo “O caminho da gasolina” no instante em que os subprodutos do petróleo são ilustrados indicando o tamanho da cadeia carbônica de cada um.



Fonte: Captura de tela do vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xpLkO3QFLqI>

A partir deste contexto questionar os estudantes: **Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?**

Na continuidade apresentar aos estudantes a regra básica geral para nomenclatura dos hidrocarbonetos como mostrada abaixo:

Prefixo	Infixo (ou intermediário)	Sufixo (ou terminação)
Nº de carbonos presentes na cadeia	Tipo de ligação entre os átomos de carbono	Função à qual pertence o composto
1 carbono – met	Simples – an	Hidrocarboneto – o
2 carbonos – et	Dupla – en	Álcool – ol
3 carbonos – prop	Duas duplas – dien	
4 carbonos – but	Três duplas – trien	
5 carbonos – pent		
6 carbonos – hex	Tripla – in	
7 carbonos – hept	Duas triplas – di-in	
8 carbonos – oct	Três triplas – tri-in	
9 carbonos – non		
10 carbonos – dec		

Ao final da aula o professor solicitará que os estudantes pesquisem os principais hidrocarbonetos constituintes da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

Avaliação da aprendizagem: Participação na aula e registro realizados no caderno.

AULA 2 (CONCEITUAÇÃO / INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Familiarizar com a regra de nomenclatura dos hidrocarbonetos de maneira lúdica.

Recursos didáticos: Caderno; lápis; lápis de cor; tesoura e cola.

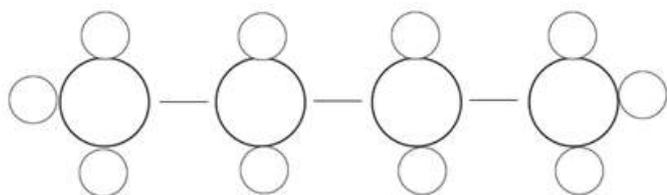
Metodologia: O professor dará início a aula a partir das pesquisas realizadas pelos estudantes acerca dos constituintes da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

Em seguida, para que os estudantes possam experienciar a aplicação da regra de nomenclatura eles receberão uma folha com circunferências de dois diâmetros distintos. O professor deve orientar para que cada estudante escolha uma cor para colorir a circunferência menor (que representará o hidrogênio) e outra cor para a circunferência maior (que será representacional para o carbono).

Após colorir as circunferências os estudantes deverão recortá-las e utilizar para montar as moléculas. A sugestão é que os estudantes escolham dentre os hidrocarbonetos pesquisados e encontrados na constituição da gasolina, do diesel, do querosene, do gás liquefeito de petróleo e do óleo combustível.

Por exemplo: Os estudantes poderão ter encontrado em suas pesquisas que o gás liquefeito de petróleo é composto por propano, propeno, butano, buteno, entre outros, e escolherão um destes hidrocarbonetos para montar a estrutura a partir das circunferências que eles têm e em seguida colarão no caderno. As ligações (simples, dupla, tripla) deverão ser acrescentadas com a caneta ou lápis de cor. Cada estudante escolherá um componente de cada subproduto do petróleo que foi pesquisado previamente para que possa ser representado, assim, registrarão seis cadeias carbônicas no caderno.

Butano:



Avaliação da aprendizagem: Registros realizados nos cadernos e participação.

AULA 3 (INVESTIGAÇÃO)

Conteúdo específico: Combustíveis fósseis e biocombustíveis.

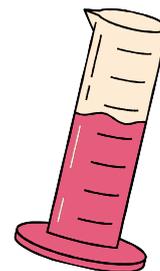
Objetivo da aula: Possibilitar a investigação acerca das características dos hidrocarbonetos.

Recursos didáticos: Projetor multimídia, quadro, caneta, caderno, pincel para quadro branco. Para a experiência: laranja, isopor, balão, vela, fósforo, caneta de tubo transparente.

Metodologia: Os estudantes desenvolverão a investigação através de experimentação.

Atividade experimental

Materiais: casca de laranja; caneta de tubo transparente; isopor; balão; vela; fósforo.

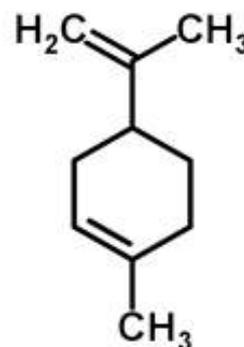


Procedimentos: Retire a casca da laranja e separe-a. Utilize um pedaço da casca da laranja para friccionar o tubo transparente de uma caneta. Aguarde um tempo para ver o que acontece. Aperte a casca da laranja para que o “sumo” saia e esfregue em uma das partes do isopor e reserve-o. Após encher um balão, espirre nele o sumo da laranja e veja o que acontece. Com uma vela acesa, direcione a casca da laranja para a chama e observe o que acontece.

Espera-se que os estudantes percebam que o sumo da casca da laranja deixará a tubo da caneta mais fosco, bem como poderá derreter o isopor, além de estourar o balão e servir de combustível para a chama da vela. É muito importante que os estudantes estejam atentos a todas as etapas para evitar qualquer acidente.

Resultados e conclusão:

1. Copie no caderno a estrutura do D-limoneno presente na casca de laranja.
2. Determine a função orgânica presente na estrutura do D-limoneno.
3. Escreva a fórmula molecular do D-limoneno.



Fonte: <https://www.quinari.com.br/loja/d-limoneno>

Avaliação da aprendizagem: Participação no experimento proposto e nos debates para discussão dos resultados.

AULA 4 (CONCLUSÃO)

Conteúdo específico: Hidrocarbonetos.

Objetivo da aula: Identificar e compreender o ponto de ebulição como propriedade física dos hidrocarbonetos, com base em sua fórmula estrutural ou em sua nomenclatura.

Recursos didáticos: Computador, projetor multimídia, caixa de som, caderno, lápis, caneta.

Metodologia: Iniciar a aula retomando o percurso trilhado nas aulas anteriores e voltar à pergunta proposta na aula 01 (**Por que os produtos obtidos do petróleo apresentam diferentes pontos de ebulição?**) e permitir discussões.

Depois de socializar solicitar aos estudantes que proponham respostas para a pergunta de investigação. Quando todos os estudantes finalizarem a elaboração da resposta, organizar uma roda de conversa para que todos tenham oportunidade de expor suas ideias e perspectivas.

Avaliação da aprendizagem: Participação e socialização de respostas.

REFERÊNCIAS DA SEI 05

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

GOIÁS. **Documento Curricular Goiás**: Etapa Ensino Médio. Goiás. 2021.



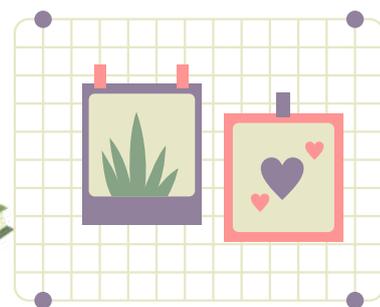
REFLEXÕES FINAIS

Em 1981 Renato Russo compôs a música “Química” quando ainda era integrante da banda Aborto Elétrico. E em uma de suas estrofes ele escreve ‘não saca nada de física, literatura ou gramática, só gosto de educação sexual, e eu odeio Química’. De lá para cá muitos estudantes, mesmo nem conhecendo a música, compartilham do mesmo sentimento que o eu-lírico desta canção.

Reformas foram propostas e aprovadas, tantas discussões e pesquisas foram feitas, muito material foi produzido e tudo isso nos faz pensar o quão ingênuo pode ser apostar alto em mais um material pedagógico. Mas aí, com os pés no chão, retomamos nossos objetivos. Se não formos capazes de colaborar com uma grande revolução que torne os conceitos, as ideias e as representações químicas significativas aos jovens de todo o Brasil, que sejamos ao menos sensíveis às inquietudes dos estudantes com os quais temos contato diariamente.

Entre tantos caminhos, optamos por pesquisar a experimentação como estratégia no Ensino de Ciências por Investigação numa perspectiva de propulsão da Aprendizagem Significativa dos estudantes. No entanto, isso não impede que no futuro tenhamos novas motivações para outras pesquisas verificando os impactos positivos de outras estratégias, métodos, recursos, metodologias, abordagens e teorias.

Afinal, se a Química estuda a matéria e sua estrutura, sua formação e transformações, e a energia utilizada nessas transformações, precisamos levar em consideração que nossos estudantes se transformam cotidianamente e as experiências no laboratório do colégio só terão proveito se estiverem aliadas às próprias experiências de suas vidas. Sendo assim, nem conhecemos nossos próximos estudantes e tudo que eles trarão consigo, mas estaremos de olhos e corações bem abertos para colaborar com suas próprias transformações.



REFERÊNCIAS

ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 71–96, 2020.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 205–224, set. 2018.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

MOTOKANE, M. T.. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 115–138, nov. 2015.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational research review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

SANTOS, R. dos; MENEZES, A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180– 207, 2020.

ZOMPERO, A. F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 222–239, 2019.

SOBRE AS AUTORAS

ROSANE LOPES QUEIROZ



Licenciada em Química pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GO), bacharel em Química pelo Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera e licenciada em Pedagogia pelo Centro Universitário FIEO.

Com pós-graduação *lato sensu* em Sociologia e Docência pelo Instituto Aphoniano de Ensino Superior; Psicopedagogia Inclusiva, Clínica, Institucional e Libras pela mesma instituição; Neuropedagogia aplicada à Educação pela Faculdade Brasileira de Educação e Cultura – FABEC; Currículo e prática docente nos Anos Iniciais

do Ensino Fundamental pela Universidade Federal do Piauí e Ciências da Natureza, suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho pela mesma instituição. Mestre do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC) pela UEG. Docente permanente da Secretaria Estadual de Educação de Goiás. Atualmente ministra aulas de Química para o Ensino Médio na rede pública e privada em Palmeiras de Goiás.

SABRINA DO COUTO DE MIRANDA

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás (UEG), especialista em Biologia Vegetal pela UEG, mestre em Botânica pela Universidade de Brasília (UnB) e doutora em Ecologia pela UnB. Atua nos cursos de Bacharelado em Agronomia e Licenciatura em Ciências Biológicas da UEG-Palmeiras de Goiás ministrando disciplinas, orientação de TCC e IC.



É docente permanente no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UEG-Anápolis (<http://www.ppec.ueg.br>) no qual atua nas duas linhas de pesquisa do Programa: Formação de Professores em Ensino de Ciências e Metodologias e Recursos Educacionais para o Ensino de Ciências.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPEC

AUTORAS
ROSANE LOPES QUEIROZ
SABRINA DO COUTO DE MIRANDA

ANÁPOLIS – GO

2024