

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**

KATIUSCIA CARLA VIEZZER HEMANN

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE SOLUÇÕES
QUÍMICAS**

**CAXIAS DO SUL, RS
SETEMBRO
2024**

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE SOLUÇÕES
QUÍMICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, sob orientação da Profa. Dra. Fernanda como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

CAXIAS DO SUL, RS

SETEMBRO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

H487s Hemann, Katiuscia Carla Viezzer

Sequência de ensino investigativa no ensino de soluções químicas
[recurso eletrônico] / Katiuscia Carla Viezzer Hemann. – 2024.
Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2024.

Orientação: Fernanda Miotto.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Química - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. 3. Química - Ensino médio.
I. Miotto, Fernanda, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 54:37

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

KATIUSCIA CARLA VIEZZER HEMANN

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE SOLUÇÕES
QUÍMICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, sob orientação da Profa. Dra. Fernanda Miotto, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 27/09/2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Francisco Catelli

Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof^a. Dr^a. Karen Pinto Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande Sul, Campus Sertão – IFRS

AGRADECIMENTOS

Este trabalho nasce de um esforço individual, de uma vontade de continuar no caminho desafiador da pesquisa acadêmica, mas que só foi possível de ser concretizado devido ao intenso trabalho coletivo e colaborativo de todos(as) aqueles(as) com quem dialoguei, aprendi e questionei neste longo processo. Agradeço imensamente a minha orientadora, Profa. Dra. Fernanda Miotto, pela sua dedicação, orientação, paciência, compreensão e inteligência, as quais me acompanharam nesta jornada do saber, me incentivando com sua sabedoria e lindas palavras de amizade e carinho.

Agradeço imensamente ao meu esposo Gabriel e minhas filhas, que me incentivaram a iniciar nessa tão sonhada jornada e me deram forças para não desistir.

Mas o meu maior agradecimento vai para a pessoa mais importante neste processo, Alexandra Cemin, minha amada Diretora, que foi musa inspiradora, talvez mesmo sem saber, que acendeu a vontade incessante de estudar e concluir meu tão sonhado Mestrado, me agraciou com o seu sorriso calmante e a delicadeza nas palavras. Um trabalho dessa magnitude não se faz sozinho e, para chegar até aqui, pude contar com muitas pessoas que foram essenciais em cada etapa do projeto. O processo de desenvolvimento dessa pesquisa me permitiu aprimorar muito minha prática docente e fico imensamente feliz por estar concluindo.

Agradeço a maravilhosa equipe diretiva, Ale, Gisele, Gustavo, que, primeiramente, aceitaram que eu realizasse a aplicação dessa pesquisa no Colégio Polyuni e por acreditarem no meu trabalho. Sou muito grata por todos os momentos que permitiram que eu priorizasse minha atenção no curso e por todos os ajustes feitos para que isso se tornasse possível! Este colégio tem todo o meu amor e com certeza formamos uma bela equipe!

Meus amados alunos que inspiraram cada aula, sem vocês meu sonho não teria se realizado. Minha eterna gratidão, amo vocês!

Também agradeço aos colegas de curso e aos professores do Programa. Em cada aula pude aprender muito com vocês, cada experiência compartilhada permitiu um constante aprendizado, grata pelas contribuições e interações. Aos docentes que fizeram parte da banca de qualificação e defesa, Professor Doutor Francisco Catelli e Professora Doutora Karen Ribeiro, que dedicaram o seu tempo para auxiliar no aprimoramento deste trabalho e que deram dicas maravilhosas que contribuiriam para enriquecer o texto. Penso que, por mais que nosso trabalho pareça de formiguinha, e que, muitas vezes, surja a vontade de desistir, não podemos parar, temos que comemorar cada pequena vitória, cada pequeno elogio e ter a certeza que estamos contribuindo para cada discente, de uma forma, ou de outra, para alguns mais e outros menos! Gratidão!

RESUMO

O ensino de Química deve possibilitar aos estudantes de Ensino Médio uma compreensão abrangente e integrada das transformações químicas que ocorrem no mundo físico. Para isso, é necessário priorizar o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, estimulando o raciocínio dos estudantes e fazendo com que percebam a importância da Química no contexto social. Como a Química é uma ciência essencialmente experimental, a experimentação pode ser utilizada como forma de motivar os estudantes para o aprendizado dos conteúdos desta disciplina, embora nem sempre seja fácil promovê-la devido à inexistência ou precariedade de laboratórios no ambiente escolar. As atividades experimentais nas aulas de Química podem ser organizadas e propostas com diferentes objetivos e, embora todas possam ser válidas, a escolha de um tipo específico dependerá, principalmente, dos objetivos que se pretende alcançar. Atividades práticas investigativas devem ter algum significado para o estudante, evitando a realização da “prática pela prática”. Apesar deste tipo de atividade não ser fácil de ser planejada, proporciona notável desenvolvimento dos estudantes que têm papel ativo no processo ensino-aprendizagem. Esse trabalho teve como objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática constituída por três atividades práticas investigativas para o ensino de Soluções Químicas no Ensino Médio. As atividades podem ser realizadas em sala de aula e envolvem a utilização de matérias simples ou substituintes no caso de não haver laboratório ou equipamentos. A sequência didática tem o intuito de responder através de uma metodologia ativa como a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), alicerçadas nas atividades experimentais com diferentes níveis de abertura, a questão de pesquisa: *“A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas de nossa região que é rica em videiras é importante para os agricultores e, conseqüentemente, para a economia local. Sendo assim, qual a solubilidade do cloreto de potássio entre 5 °C e 15°C? Como estas baixas temperaturas podem afetar no propósito da adubação?”* Por fim, as considerações sobre o sucesso da abordagem investigativa revelam que a metodologia ajudou a **promover a curiosidade e o engajamento dos alunos**, a compreensão dos conceitos envolvidos nas soluções, utilização da linguagem química e compreensão dos aspectos quantitativos. Ademais, reforçar as atividades que promovem a visualização molecular, como simulações computacionais e representações gráficas, pode ser uma estratégia eficaz para superar as dificuldades de aprendizagem ainda observadas na compreensão dos níveis microscópicos das moléculas neste estudo e reportadas no referencial bibliográfico.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Soluções Química, Atividade Prática demonstrativa investigativa, Níveis de abertura.

ABSTRACT

The teaching of Chemistry should enable high school students to have a comprehensive and integrated understanding of the chemical transformations that occur in the physical world. To achieve this, it is necessary to prioritize the teaching-learning process in a contextualized, problematizing, and dialogical manner, stimulating students' reasoning and helping them recognize the importance of Chemistry in the social context. Since Chemistry is essentially an experimental science, experimentation can be used as a way to motivate students to learn the content of this discipline, although it is not always easy to promote it due to the lack or poor condition of laboratories in the school environment. Experimental activities in Chemistry classes can be organized and proposed with different objectives, and although all may be valid, the choice of a specific type will mainly depend on the goals to be achieved. Investigative practical activities must have some significance for the student, avoiding "practice for practice's sake." Although this type of activity is not easy to plan, it provides remarkable development for students who play an active role in the teaching-learning process. This work aimed to develop and apply a didactic sequence consisting of three investigative practical activities for teaching Chemical Solutions in high school. The activities can be conducted in the classroom and involve the use of simple materials or substitutes in case there is no laboratory or equipment available. The didactic sequence aims to answer, through an active methodology such as the Investigative Teaching Sequence (ITS), grounded in experimental activities with different levels of openness, the research question: *"Is determining the average solubility of potassium chloride at the temperatures of our region, which is rich in vineyards, important for farmers and consequently for the local economy? Therefore, what is the solubility of potassium chloride between 5 °C and 15 °C? How can these low temperatures affect the purpose of fertilization?"* Finally, considerations on the success of the investigative approach reveal that the methodology helped promote students' curiosity and engagement, understanding of the concepts involved in solutions, use of chemical language, and comprehension of quantitative aspects. Furthermore, reinforcing activities that promote molecular visualization, such as computational simulations and graphical representations, can be an effective strategy to overcome the learning difficulties still observed in understanding the microscopic levels of molecules in this study and reported in the literature.

Keywords: Meaningful learning, Chemistry Solutions, Investigative demonstrative practical activity, Openness levels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis de abertura de atividade experimentais investigativas propostas por Tamir (1991) Fonte: Cf. LEAL, 2019, a partir de Tamir (1991).	28
Figura 2 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)	44
Figura 3 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)	44
Figura 4 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)	44
Figura 5 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)	44
Figura 6 - Resposta do estudante ao pré-questionário. Fonte: autora (2023)	46
Figura 7 - Resposta da maioria dos alunos sobre a temperatura influenciar na solubilidade. Fonte: autora (2024)	52
Figura 8 - Grupo 1: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	59
Figura 9 - Grupo 1 – Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	60
Figura 10 - Grupo 2: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	61
Figura 11 - Grupo 2 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	62
Figura 12 - Grupo 3. Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	62
Figura 13 - Grupo 3 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	63
Figura 14 - Grupo 4: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	64
Figura 15 - Grupo 4 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)	64
Figura 16 - Gráfico de respostas dos alunos em vista da experimentação. Fonte: autora (2024)	65
Figura 17 - Etapas da sala de aula invertida - Fonte: adaptado EdTech (2020).	67
Figura 18 - Experimentação afim de observarem e relatarem o fenômeno em uma dimensão visual. Fonte: Autora 2024.	70
Figura 19 - Curva de solubilidade construída pelo grupo 1. Fonte: autora (2024).....	72
Figura 20 - Mapa mental realizado pelo estudante 1 como forma de instrumento de avaliação.	

.....	78
Figura 21 - Mapa mental realizado pelo estudante 2, como forma de instrumento de avaliação.	79
Figura 22 - Imagem ilustrativa da capa do Produto Educacional. Fonte: autora (2024).....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de aproximação a uma atividade investigativa.....	28
Quadro 2 – Categorias relacionadas às dificuldades de aprendizagem de soluções químicas e relação com o pré-questionário.....	37
Quadro 3 – Síntese das etapas do desenvolvimento da SEI	41
Quadro 4 – Síntese dos desenhos representativos das soluções água e açúcar e água e sal.....	48
Quadro 5 – Respostas dos estudantes à questão 3: “O que é necessário para que o pó de suco se dissolva completamente na água?	51
Quadro 6 - Respostas dos estudantes ao questionamento.....	68
Quadro 7 - Respostas dos estudantes aos conhecimentos necessários para resolução do problema de pesquisa: Solubilidade do KCl. (áudios)	69
Quadro 8 - Resultados obtidos para as temperaturas de recristalização do KCl em cada grupo.....	70
Quadro 9 - Categorias das respostas relacionadas às manifestações dos estudantes.....	73
Quadro 10 - Categorias das respostas relacionadas.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1 à A3	Abertura de atividades investigativas em diferentes níveis de ensino
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
N1 à N4	Níveis de classificação das atividades investigativas
PHET	Physics Education Technology
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
TAS	Teoria de Aprendizagem Significativa
Uniftec	Centro Universitário Uniftec

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Descrição do contexto	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. JUSTIFICATIVA	13
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1. A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel	16
4.2. A Noção de interesse segundo a Teoria de John Dewey	18
4.3. O ensino de Química no Brasil	21
4.4. Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no ensino de Química	23
4.5. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Soluções.....	30
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
5.1. Caracterização da pesquisa	34
5.2. Contexto da pesquisa	36
5.3. Técnicas de análise de dados.....	36
5.4. Desenvolvimento da pesquisa	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
6.1. ENCONTRO 1 – PRÉ-QUESTIONÁRIO	43
6.2. ENCONTRO 2 – ANÁLISE DE RÓTULOS DE DIFERENTES ÁGUAS MINERAIS (Abertura 1 – Nível 2).....	56
6.3. ENCONTRO 3 – TOMADA DE CONSCIÊNCIA	66
6.4. ENCONTRO 4 – FORMALIZAÇÃO DOS CONCEITOS – AULA EXPOSITIVA E USO DO SIMULADOR PHET (Sala de aula invertida).....	66
6.5. ENCONTRO 5 – DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DO KCl – (A2 e N3)	67
6.6. ENCONTRO 6 – CONSTRUÇÃO DA CURVA DE SOLUBILIDADE E A INTERDISCIPLINARIDADE.....	70

6.7. ENCONTRO 7 – A QUÍMICA DO SUCO ARTIFICIAL (A3 N4).....	72
6.8. ENCONTRO 8 – SISTEMATIZAÇÃO EMBASADA NO ARTIGO QUÍMICA NOVA NA ESCOLA.....	76
6.9. ENCONTRO 9 – CONSTRUÇÃO DOS MAPAS MENTAIS.....	77
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
8. PRODUTO EDUCACIONAL.....	84
9. APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA	92
10. APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO.....	93
11. APÊNDICE C - A1 – PRÉ-QUESTIONÁRIO	94
12. APÊNDICE D - A2 – EXPERIMENTO 1 Análise de rótulos de diferentes águas (A1 e N2) - Encontro 2.....	96
13. APÊNDICE D - A3 Atividade 1 Sistematização e Conclusões - Encontro 4	98
14. APÊNDICE E - A4 ATIVIDADE 2 Problema e experimentação - Encontro 04	100
15. APÊNDICE F - A6 Atividade 4) Sistematização e contextualização - Encontro	106
16. APÊNDICE G - A7 Atividade 5: Química do suco artificial (nível A3 e N4) - Encontro 7	110
17. Apêndice H – Produto Educacional	113

1. INTRODUÇÃO

A cada início de ano, recebe-se, nas escolas, uma lista de conteúdos para serem trabalhados no decorrer do ano letivo. Entretanto, os mesmos não mencionam considerações sobre o processo e o tempo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Sendo assim, muitas vezes, o professor prioriza dar conta de listas enormes de conteúdos e a aprendizagem acaba sendo prejudicada. Para planejar e executar suas aulas, a fim de abordar todos os conteúdos, alguns professores utilizam os mesmos recursos pedagógicos durante muitos anos: o quadro branco, os mesmos livros didáticos e as mesmas listas de exercícios, ainda que elaboradas pelo professor, da melhor forma possível. Pensando nessa metodologia de ensino, por repetição de exercícios e de forma descontextualizada, pode-se inferir que a aprendizagem pode deixar lacunas ou não ocorrer de fato. Segundo Dewey (1959), o ideal seria organizar o ensino de forma que os alunos pudessem prever, planejar e, ao realizar uma atividade, surgissem novas perguntas e ideias para explorar. Isso levaria a um aprendizado mais dinâmico e reflexivo, no qual o estudante se envolve ativamente no processo, sempre buscando soluções e novos desafios, em vez de apenas memorizar informações estáticas, como transcrito abaixo:

[...] ensinam-se os alunos a decorar trechos e, destaque, somente se formam associações verbais de um único sulco, em lugar de conexões variadas e flexíveis com as próprias coisas de que falam os trechos; não se organizam planos e projetos que façam o estudante olhar para a frente, prever, e na execução dos quais, cada coisa terminada levanta novas questões, sugira novas empresas. (DEWEY, 1959, p. 63).

O Ensino de Química, é considerado por alguns estudantes como algo distante do seu cotidiano e, muitas vezes, maçante, porque alguns professores apenas tratam do campo teórico durante suas aulas, bem como usam demasiadamente fórmulas matemáticas e nomenclaturas. Segundo Trevisan e Martins (2006), grande parte dos professores enfatiza práticas como reprodução e memorização, acentuando, dessa forma, a fragmentação dos conteúdos de química e tende a desconsiderar a bagagem que os alunos trazem e não fazer problematizações que envolvam os conceitos químicos, o que pode levar a desmotivação em aprender.

A evolução da ciência é impulsionada tanto pela observação da realidade concreta e dos fenômenos naturais quanto pela criatividade e razão humana. Essas duas abordagens não são exclusivas, mas sim complementares, e juntas criaram condições para o avanço do conhecimento científico. Neste contexto, o professor desempenha um papel crucial para que o

estudante transforme o seu conhecimento comum e científico. Isso não significa que cabe ao professor fornecer respostas prontas, mas sim atuar como um mediador, instigando-os na busca por respostas próprias, ajudando-os a estabelecer conexões entre os conhecimentos.

Cabe ao professor mediador, através de metodologias dinâmicas, de exemplos relevantes e atividades práticas incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico, a curiosidade e a investigação independente.

Porém, o que temos visto nas escolas é a utilização de atividades experimentais do tipo receita de bolo, ou seja, os alunos recebem um roteiro pré-definido e não a oportunidade de discutir e analisar o que está acontecendo e a função do experimento é apenas de confirmar a teoria. Este tipo de estratégia tem baixo poder de desenvolver o pensamento crítico, já que pouca oportunidade é dada aos estudantes no processo de coleta de dados, analisar e elaborar hipóteses (ZULIANI, 2006). Neste modelo, o professor é o detentor exclusivo do conhecimento e a ciência é tratada como um produto pronto e acabado, ao aluno (agente passivo do processo) cabe apenas o papel de reproduzir um protocolo proposto pelo professor, elaborar um relatório e tentar, no máximo, se aproximar dos resultados já esperados (não há espaço para o erro).

Assim, promover atividades experimentais que estimulem e desenvolvam o pensamento crítico e reflexivo é de grande importância. Bachelard (1996), ressalta a importância da experimentação e da elaboração de hipóteses no processo de construção do conhecimento científico. Ainda segundo Bachelard (1996), o conhecimento científico não é simplesmente um acúmulo passivo de fatos, mas sim um processo ativo de revisão constante, onde as hipóteses são formuladas, apoiadas e revisadas em um ciclo contínuo. Isso envolve questionar suposições, desafiar preconceitos e enfrentar as contradições que podem surgir durante a exploração científica, mesmo em sala de aula.

Araújo e Abib (2003) classificam as atividades experimentais em três tipos: atividades de demonstração, de verificação e de investigação: nas atividades de demonstração, o professor faz toda a atividade e os alunos apenas observam; as atividades de verificação são realizadas para comprovar uma teoria ou uma lei e somente nas atividades investigativas os alunos participam do processo, interpretando o problema e apresentando possíveis soluções.

Muitos estudos têm apontado, (ZOMPERO; LABURÛ, 2016), que ao se utilizar uma abordagem investigativa nas aulas de Ciências da Natureza há um envolvimento dos alunos e, conseqüentemente um despertar do senso crítico ao observar um fenômeno, produzir dados e formular hipóteses sobre os acontecimentos, motivando-o, assim à aprendizagem significativa. A experimentação investigativa tem potencial para desenvolver o conhecimento

científico, já que ela permite que o aluno seja mais ativo, pois ele torna-se protagonista do processo de ensino aprendizagem.

Ao longo da SEI, os alunos estão inseridos em situações de pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. (POZO, 1998, apud, FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2009). Dessa forma, a experimentação investigativa é um recurso pedagógico importante que além de auxiliar na construção de novos entendimentos, faz com que o aluno esteja apto a pesquisar, questionar, investigar e problematizar diversas situações. O orientador, por sua vez, deve considerar a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, orientando e auxiliando os alunos de forma que eles possam propor hipóteses, discuti-las, testá-las e buscar suas próprias conclusões propiciando a construção do próprio conhecimento. No entanto, para que tais situações-problema possam ser criadas, é fundamental que se considere a necessidade de envolvimento dos alunos com um problema, que seja preferencialmente real e contextualizado (FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2010).

A experimentação investigativa é frequentemente a mais defendida por diversos autores, entre eles pode-se citar: Gil-Pérez & Valdez Castro (1996), Araújo & Abib (2003), Wilsek (2009), Oliveira & Soares (2010), entre outros. Estes consideram a prática como uma forma de permitir aos alunos maior poder de decisão sobre as atividades desenvolvidas, contribuindo para uma melhor aprendizagem do conteúdo.

Uma atividade investigativa pode partir de uma situação-problema de interesse dos alunos, em que eles podem desenvolver uma pesquisa, propor hipóteses sobre o fenômeno em estudo, desenvolver uma atividade experimental para provar ou refutar tais hipóteses, e, após a discussão dos resultados a elaboração de conclusões acerca do problema. Durante o desenvolvimento da atividade, os alunos mobilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas hipóteses e propor maneiras de solucionar o problema apresentado, podem argumentar, procurando comprovar as hipóteses e os experimentos propostos, fazer as relações entre fatos e a teoria (ZOMPERO; LABÚRU, 2011).

O professor é um incentivador, indicando ou fornecendo as informações, elaborando questionamentos e desafiando os estudantes na busca de soluções para o problema, auxiliando-os na elaboração de experimentos e na análise dos resultados encontrados. Em uma atividade de natureza investigativa,

[...]a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (Azevedo, 2004, p. 21).

Segundo Machado (1999), para que um trabalho experimental possa oportunizar situações de investigação aos alunos, deve ser bem planejado, aproximando-se da realidade dos mesmos. Ao elaborar uma atividade experimental investigativa o professor pode pensar em um problema que desperte o interesse do aluno em resolver e que, ao mesmo tempo, seja adequado para ensinar o conteúdo proposto.

O presente trabalho apresenta a experimentação investigativa através do tema cotidiano - Soluções, como proposta metodológica na construção de conceitos deste objeto do conhecimento, que segundo a literatura é tão difícil a compreensão pelos alunos. A proposta foi organizada a partir de uma sequência didática com etapas constituídas por experimentos e aulas dialogadas, a fim de estimular o interesse do aluno pela disciplina, como também construir nele, a partir das problematizações decorrentes das questões advindas das atividades, um ser crítico de sua sociedade e construtor de sua própria aprendizagem.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi *elaborar e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no ensino de soluções químicas alicerçada nas atividades experimentais com diferentes níveis de abertura, em turmas 2º ano do ensino médio a fim de promover uma aprendizagem significativa no Ensino de Química.*

1.1. Descrição do contexto

Esta dissertação de mestrado teve como motivação inicial a consciência da professora pesquisadora sobre a importância da constante análise e avaliação da sua própria prática docente e da necessidade de (re)significar a sua atuação como profissional. A pesquisadora é professora do quadro efetivo do Colégio Polyuni, na carreira de Educação Básica, desde 2022. Atualmente também é professora em outros colégios.

Tendo isso em vista, cada vez mais, tenho procurado por um ensino de Química que seja atraente aos alunos do Ensino Médio do Colégio, para assim tirar bom proveito dessa fase de maturidade intelectual deles, que se constitui na plena capacidade para o pensamento e a consciência do próprio conhecimento. Isso é apontado por Vigotsky (2001), que também sinaliza que uma adequada aprendizagem na adolescência permite o desenvolvimento de uma maior capacidade de abstração e tem potencialidade para produção de um pensamento coerente e fundamentado em argumentos a respeito de contextos específicos ou mais amplos. Essa capacidade não é inata nem desenvolvida espontaneamente, portanto precisa ser concebida na relação pedagógica (Vygotsky, 2001).

É preocupação da pesquisadora desenvolver com seus alunos um trabalho de ensino-

aprendizagem da Química que não seja exclusivamente disciplinar, isto é, que seja interdisciplinar, principalmente com a área de Ciências da Natureza.

A proposta de intervenção pedagógica utilizando uma sequência de ensino investigativa no ensino de soluções químicas, com ênfase na experimentação com diferentes níveis de abertura foi aplicada em uma turma de segundo ano do Ensino Médio, do Colégio Polyuni, do Município de Caxias do Sul, Bairro Cidade Nova, e contou com a participação de 13 estudantes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Elaborar e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no ensino de soluções químicas alicerçada nas atividades experimentais com diferentes níveis de abertura, em turmas 2º ano do ensino médio a fim de promover uma aprendizagem efetiva no Ensino de Química.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as principais dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema soluções químicas;
- Promover uma compreensão dos conceitos de soluções e dissolução;
- Desenvolver a habilidade dos alunos de transitar entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da química;
- Estimular uma postura investigativa e crítica frente aos fenômenos observados;
- Elaborar um produto educacional que contenha experimentos investigativos para o Ensino de Química para que seja utilizado como apoio às práticas pedagógicas dos professores da área.

3. JUSTIFICATIVA

O ensino de química ao longo dos anos nas escolas brasileiras continua resumido ao desenvolvimento de conteúdos, fórmulas e exercícios, sem relação com o cotidiano dos alunos. Tal situação pode gerar inúmeros obstáculos ao aprendizado já que os alunos ao invés de compreenderem um fenômeno, acabam por memorizar fatos e a falta de conexão com a vida cotidiana pode tornar o conteúdo desinteressante. O ensino tradicional muitas vezes não leva em conta as concepções prévias dos alunos sobre fenômenos químicos. Isso pode levar a um “amadurecimento tardio” dos conceitos, onde os alunos demoram a abandonar ideias errôneas em favor dos conceitos corretos. A química é frequentemente apresentada como uma ciência isolada, distante das questões sociais, éticas e ambientais. No entanto, os fenômenos químicos estão intrinsecamente ligados a questões do mundo real, como poluição, saúde e tecnologia. Ignorar essa conexão pode desinteressar os alunos e levá-los a ver a química como irrelevante para suas vidas.

Segundo Santos e Schenetzler (2003), a presença da química e da física no cotidiano das pessoas é suficiente para justificar o seu ensino como indispensável ao cidadão. No entanto, as escolas e o ensino nelas ministrado estão principalmente voltados para o modelo transmitir-receber e não atendem aos requisitos exigidos para o exercício da cidadania. Ainda assim, acredita-se que isso pode mudar.

No ensino tradicional, a forma como as aulas de Ciências da Natureza são ministradas não estimula a curiosidade, a discussão, o entusiasmo e a interação dos alunos. Nessa filosofia de ensino, o aluno escuta passiva e acriticamente o que o professor diz, devendo lembrar-se das informações transmitidas e repassá-las da mesma forma nas avaliações da aprendizagem. Segundo Schenetzler (2002), para alcançar a construção do conhecimento, os alunos devem participar ativamente por meio de perguntas, expressando opiniões e dúvidas. Isso cria condições para que formulem conceitos ancorados no conhecimento científico. Em outras palavras, os alunos não devem ser como “robôs” que apenas observam e seguem roteiros simples e acabados.

Uma das abordagens frequentemente adotadas no campo do ensino consiste na aplicação de metodologias que fomentem a participação ativa dos alunos durante as aulas, incentivando-os a buscar o conhecimento de forma autônoma, sem que sintam que estão estudando por obrigação. Isso desempenha um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem na área das Ciências da Natureza, como exemplos, podemos citar a experimentação investigativa, a utilização de jogos didáticos e a realização de oficinas

temáticas.

A constante busca e exploração do mundo através da Ciência é motivada pela curiosidade. Os humanos são seres naturalmente curiosos, assim como muitos animais também são, porém somente o homem é aquele que busca pela razão e causa de tudo aquilo que o rodeia. As crianças são ótimos exemplos de curiosos, visto que estão frequentemente questionando os adultos sobre tudo – principalmente seus pais e professores – e é através dessa busca por respostas que elas vão construindo o entendimento do próprio mundo (AZEVEDO; SCHNETZLER, 2001).

Mas será que esse espírito curioso, inato do ser humano, e que motiva a Ciência a progredir pode ser sentido no ambiente escolar? Será que o professor contemporâneo está preparado e motivado para trabalhar e aproveitar essa curiosidade natural dos alunos com intuito de desenvolver com eles uma formação mais completa e significativa dentro da escola? Ao observarmos os alunos percebe-se uma involução da criatividade à medida que os indivíduos passam para a fase adulta. Isso é justificado pela falta de um trabalho escolar adequado com a curiosidade e com as características criativas, inventivas e imaginativas de crianças e jovens (ROBINSON; ARONICA, 2016; BRAUN; FIALHO; GOMEZ, 2017; OBREGON e colaboradores., 2011).

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para as aulas de Ciências da Natureza é uma ótima opção de metodologia a ser adotada na escola. Isso ocorre porque o estímulo à criatividade desempenha um papel fundamental na promoção da aprendizagem, devendo ser cultivado de maneira contínua ao longo da trajetória educacional. Essa abordagem não apenas fomenta uma atitude inovadora entre crianças e jovens, mas também facilita a habilidade de transformar desafios em oportunidades. Desta forma se faz importante o papel social da escola, de propiciar aos alunos um ambiente no qual eles possam se expressar, interagir, compartilhar, aprender a conviver com as diferenças e decodificar o mundo.

Neste contexto, é relevante destacar que as pesquisas relacionadas ao ensino de Química (BRASIL, 2006), que têm se concentrado na busca por abordagens que permitam explorar de maneira mais eficaz as potencialidades e habilidades dos alunos no âmbito da formação científica. Um dos caminhos viáveis consiste na adoção da experimentação investigativa como estratégia pedagógica nas escolas, que ao posicionar os estudantes no centro do processo de aprendizado, pode englobar diversos aspectos cognitivos e atitudinais, incentivando o exercício da criatividade, a prática da argumentação lógica, o desenvolvimento da autonomia e, não menos importante, a construção de uma visão mais robusta da Ciência.

É importante ressaltar, no entanto, que, apesar das numerosas vantagens oferecidas por essa abordagem, sua implementação prática tem sido relativamente limitada, tornando, assim, a pesquisa na área ainda mais relevante e necessária.

As soluções químicas fazem parte do nosso cotidiano: uma barra de aço, os fluidos biológicos e um remédio antigripal são soluções. E uma solução nada mais é do que uma mistura homogênea de substâncias químicas. Nesse contexto, é fundamental identificar e quantificar as substâncias que compõem uma solução. Um exemplo disso é a propriedade das ligas metálicas (como o aço). Algumas delas, tais como a maleabilidade e a resistência à corrosão, dependem de como é a mistura dos diversos metais que compõem a liga. A variação na quantidade de carbono no aço influencia diretamente na sua dureza. Já as variações nas concentrações das substâncias que compõem os fluidos corporais dão aos médicos pistas valiosas sobre a saúde de um paciente. Por outro lado, um medicamento, como o antigripal, é uma mistura de vários componentes, cujas quantidades irão definir o efeito do remédio no corpo do paciente. Devido à importância do conhecimento que envolve o nosso dia-a-dia usando as Soluções, faz-se necessário o estudo de forma ativa pelos estudantes.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

O embasamento teórico desta pesquisa será apresentado em tópicos e tem como base principalmente as concepções de renomados pensadores da área educacional. Primeiramente, destacamos a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), que ressalta a importância de vincular novos conhecimentos ao que o aluno já sabe, a fim de promover uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Outra vertente teórica abordada é a de John Dewey (2010), que sustenta que o indivíduo assimila o conhecimento de forma mais eficaz quando este se relaciona com seus interesses pessoais. Além disso, o mesmo enfatiza que a qualidade dos materiais educacionais desempenha um papel crucial na influência sobre o processo de aprendizagem. Adicionalmente, apresentamos um tópico específico que se concentra no ensino de Química no Brasil e na relevância da experimentação, com ênfase na abordagem da experimentação investigativa. Esta metodologia coloca o estudante no centro do processo de aprendizado, incentivando a exploração ativa, a investigação e a compreensão dos conceitos químicos. Por fim, realizamos o levantamento das dificuldades de aprendizagem relacionadas às soluções químicas, que constituem o conceito central subjacente à Sequência de Ensino Investigativa (SEI) proposta neste trabalho.

4.1. A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel

Ausubel (2003) foi um psicólogo e pesquisador norte-americano, que nasceu no Estado de Nova York, EUA, em 1918 e faleceu em 2008. Teve formação em Medicina, Psicologia e Psiquiatria, mas sua vida acadêmica foi dedicada à psicologia educacional. Após sua formação acadêmica, resolveu dedicar-se à educação, no intuito de buscar as condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem. Como resultado de seus estudos e pesquisas, o autor explica que a aprendizagem é uma construção individual e coletiva de conhecimentos acumulados, das experiências e situações vividas no dia a dia. Estas afirmações integram a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

A TAS visa a fazer com que o sujeito compreenda o processo de aprendizagem como uma construção e participe ativamente dela, correlacionando conhecimentos prévios e a construção de novos conhecimentos. Desta forma, almeja-se que o estudante passe a compreender a aprendizagem como um processo que vai além dos conteúdos da sala de aula; que o conhecimento adquirido tenha significados e que estes colaborem para o desenvolvimento da sua autonomia e emancipação, ou, como afirma Dewey (1959), que o

estudante seja capaz de adquirir uma aprendizagem para a vida, com significado.

Para que essa aprendizagem ocorra, Ausubel (2003) infere que o conhecimento a ser estudado deve relacionar-se a algum aspecto ou informação existente, especificamente, relevante na estrutura cognitiva do aprendiz, o que ele chama de subsunçores. Sendo assim, quanto mais experiências relevantes o estudante tiver, maiores são as chances de ocorrer aprendizagem duradoura, esta onde os estudantes possam fazer conexões cada vez mais elaboradas com os novos conhecimentos, o que, de acordo com os estudos de Dewey (1959), significa que a compreensão de uma situação ou objeto está vinculada à atribuição de significados produzidos pelos estudantes e refere-se à aprendizagem mecânica, também chamada aprendizagem por memorização. Neste caso, explica, o assunto abordado não leva em consideração o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, seus conhecimentos prévios. Dessa forma, os conhecimentos são abordados de modo aleatório, e os estudantes não apresentam um envolvimento cognitivo, visto que não encontram sentido para o que é apresentado.

A TAS pode explicar um questionamento dos estudantes de Ensino Médio, que frequentemente não atribuem sentido para o que estão aprendendo, consideram desinteressante e demonstram-se incapazes de compreender o significado de certos conceitos. Segundo Novak (2000), a TAS valoriza a mobilização dos processos mentais com vistas à aprendizagem. Para que ocorra a aprendizagem, é necessário que os estudantes aproveitem ao máximo o conhecimento adquirido, integrando o mesmo ao mundo em geral e buscando atribuir um significado para tal.

A aprendizagem significativa apresenta diversas vantagens com relação à aprendizagem mecânica, conforme Pelizzari:

- 1 – A aprendizagem, por ser construída a partir de um processo de modificação da estrutura cognitiva do estudante através de rearranjos, torna-se mais duradoura.
- 2 – Por partir de conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, facilita a aquisição, compreensão e relação de novos conceitos.
- 3 – Por construir e relacionar as novas informações baseados num conhecimento já existente, o conhecimento é preservado, ou seja, tem-se uma memória de longa duração.
- 4 – A aprendizagem acontece de forma individual, pois depende de cada indivíduo e sua bagagem de experiências para essa significação. (PELIZZARI et al., 2002, p. 38-39).

Para tanto, Ausubel (2003) aponta duas condições essenciais. A primeira refere-se ao material a ser aprendido, que deve estar relacionado à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Ou seja, o material exposto deve ter uma estrutura organizada, com conceitos seguindo uma sequência lógica, a fim de favorecer ao estudante

condições de construir significados. A outra condição é que o aprendiz manifeste disposição para relacionar, de maneira adequada, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Não importa o quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, pois se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, tanto o processo de aprendizagem como o seu produto serão mecânicos. Para a construção da aprendizagem significativa, Ausubel (2003) recomenda o uso de organizadores prévios, que são definidos por ele como materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido, fazendo com que o estudante tenha condições de estabelecer relações entre o conteúdo a ser aprendido e o que já conhece.

Para promover o conhecimento, é preciso que o professor atue como mediador neste processo, tomando a postura de questionador e gerando situações e oportunidades que transcendam a sala de aula. Dessa forma, docente e estudante envolvem-se em um processo de interação, que deve incluir o objeto de conhecimento, visando assim atribuir significados e desenvolver aprendizagem com compreensão de conceitos. Além disso, para encontrar evidências de aprendizado do estudante, faz-se necessário utilizar situações novas, diferenciando-as daquelas encontradas no material que lhe foi apresentado e que exijam transformação do conhecimento existente. Ao longo desta pesquisa, os conteúdos gerais e específicos são considerados em uma perspectiva de diferenciação e integração, buscando maior compreensão e envolvimento do estudante, com relação aos conceitos abordados, e uma interpretação de mundo para a resolução de situação-problema através da experimentação investigativa, buscando favorecer a educação formadora.

4.2. A Noção de interesse segundo a Teoria de John Dewey

Dewey foi um filósofo americano que nasceu no Estado de Vermont, EUA, em 1859 e faleceu em Nova York em 1952. Em 1884, na Universidade de Chicago, ele fundou uma escola experimental que ficou conhecida como Laboratory School. A partir das observações de estudantes, realizadas nessa escola, é que surgiram as ideias que constituem a base da filosofia educacional deweyana: o pensamento reflexivo e a experiência.

A partir dos estudos que realizou, concluiu que não havia nenhuma diferença na forma como crianças e adultos aprendem, pois “ambos são seres ativos que aprendem mediante o enfrentamento de situações problemáticas que surgem no curso das atividades que merecem seu interesse” (DEWEY apud WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p.15). Ou seja, ao longo da vida aprende-se de forma relevante o que se considera ser importante e desafiador.

Ainda, (apud WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010) afirma que ninguém chega à escola como uma lousa limpa, na qual os professores podem escrever as lições, o que vem ao encontro das ideias de Ausubel (2003), quanto à importância dos conhecimentos prévios na aprendizagem. Com isso,

O único meio de fazer com que os alunos aprendam mais é ensinar, verdadeiramente, mais e melhor. Aprender é próprio do aluno: só ele aprende, e por si; portanto, a iniciativa lhe cabe. O professor é um guia, um diretor; pilotar a embarcação, mas a energia propulsora deve partir dos que aprendem. Quanto mais conhecer o professor as experiências passadas dos estudantes, suas esperanças, desejos, principais interesses, melhor compreenderá as forças em ação que lhe cabe dirigir e utilizar, para formar hábitos de reflexão. (DEWEY, 1959, p. 43-44).

Entende-se, assim que, para aprender mais e melhor, o filósofo e educador destaca que a compreensão de uma situação ou objeto está vinculada à atribuição de significados produzidos pelos estudantes. Ou seja, é fundamental considerar que o estudante somente compreenderá um conceito, quando este estiver envolto em coisas cujos significados lhe foram atribuídos.

Outra relação que está ancorada na ideia é que a aprendizagem só poderá gerar interesse, se apresentada de forma que os estudantes sejam desafiados a resolver situações-problema que exijam conhecimentos teóricos e práticos, na esfera científica, histórica e artística, como segue abaixo:

[...] a criação de condições favoráveis para a formação no sentido democrático na aula não é fácil, já que os professores não podem impor esse sentimento aos alunos; têm de criar um entorno social em que as crianças assumam por si mesmas as responsabilidades. (Apud WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p. 20).

Dessa forma, nesta pesquisa, o interesse do estudante é considerado essencial na aprendizagem, principalmente no que diz respeito à experimentação. Com efeito, a fim de ter maior probabilidade de êxito no ensino, é preciso levar em consideração o “interesse” e a “realidade” dos estudantes. Ainda, deve-se buscar diferentes alternativas para despertar o interesse dos estudantes, e estes devem se dispor a aprender.

A teoria de Dewey está centrada na responsabilidade do educador, enquanto organizador das ações de aprendizagem dos educandos. Nessa direção, o estudante deve ser estimulado a construir o próprio conhecimento; incentivado pelo professor, com os recursos necessários, parte da sua realidade e busca dar significado à própria aprendizagem. Desta forma, ao organizar as aulas, deve-se levar em consideração as experiências do estudante, além de observar que o interesse está ligado ao esforço que ele apresenta em determinada atividade.

Ainda, a ação educativa deve restringir-se à orientação do educando, para possibilitar-lhe que trilhe, necessariamente, o caminho do conhecimento, que equivale à reconstrução da sua experiência e construção da sua aprendizagem. Sendo assim, a sala de aula é o lugar em que as experiências podem ser analisadas e transformadas por meio da cooperação entre educandos e educadores, favorecendo a construção da aprendizagem.

Afirma:

Aprender a significação de uma coisa, de um acontecimento ou de uma situação é ver a coisa, acontecimento ou situação, em suas relações com outras coisas: notar como opera ou funciona, que consequências traz, qual a sua causa e possíveis aplicações. Contrariamente, aquilo a que chamamos coisa bruta, coisa sem sentido para nós, é algo cujas relações não foram apreendidas. (DEWEY, 1959, p. 140).

Entende-se que a importância da aprendizagem para a vida, conforme Dewey, tem relação com a aprendizagem significativa de Ausubel (2003), pois, a partir do momento em que se aprende significativamente, esse conhecimento torna-se fundamental e poderá ser usado ao longo dos anos.

Para que a aprendizagem para a vida ocorra, Westbrook e Teixeira (2010, p. 57-61), em sua biografia sobre Dewey, citam cinco condições necessárias, conforme segue:

1- *Só se aprende o que se pratica* – Nesse contexto, a necessidade de proporcionar aos estudantes situações de aprendizado concretas e contextualizadas é fundamental. Tais experiências devem ser projetadas de forma a permitir que os alunos apliquem o conhecimento fora da sala de aula. A realização de aulas práticas que envolvam experimentação desempenha um papel relevante nesse processo, estimulando a curiosidade e a motivação para a resolução de problemas;

2- *Não basta praticar* – A intenção de quem vai aprender tem singular importância – verifica-se nessa condição que não adianta propor uma nova metodologia para a aprendizagem, se o estudante não tem a intenção de adquiri-la, ou seja, ele deve estar pré-disposto a aprender e a praticar. Essa ideia está de acordo com Ausubel (2003), que apresenta como fator essencial à aprendizagem a predisposição para aprender;

3- *Aprende-se por associação* – Não se aprende somente o que se tem em vista; por trás de um determinado conteúdo/aprendizagem existem muitas coisas associadas, que favorecem a construção do conhecimento, o que Ausubel (2003) chama de condições prévias;

4- *Não se aprende nunca uma coisa só* – À medida que se aprende uma coisa, várias outras são concomitantemente aprendidas;

Toda a aprendizagem deve ser interligada à vida – toda aprendizagem deve estar intrinsecamente ligada à vida real e à resolução de situações-problema que surgem ao longo

da trajetória. A aprendizagem não apenas capacita os indivíduos a adquirirem novas habilidades práticas, como também auxilia na reorganização e aprimoramento de suas próprias vidas. Essa perspectiva de aprendizado para a vida se divide em dois modos: aprendizado motor, que envolve a aquisição de habilidades práticas, e aprendizado intelectual, que diz respeito à resolução de desafios e problemas complexos.

4.3. O ensino de Química no Brasil

No que diz respeito ao ensino da Química, especificamente, Chassot (1995) destaca essa Ciência como uma forma de linguagem que deve servir como uma ferramenta facilitadora para a compreensão do mundo que nos rodeia. Sua relevância não deve ser limitada apenas à comunidade científica, mas deve se estender igualmente às crianças e jovens que frequentam as escolas. No entanto, a ausência de contextualização explícita nos currículos tradicionais de Química representa uma barreira significativa para que os estudantes assimilem e apliquem esse conhecimento no exercício da cidadania. Frequentemente, esses currículos enfatizam aspectos formais da Química, o que acaba por transformar a cultura química no ambiente escolar, bem como no meio acadêmico, em algo distante de suas origens científicas e de seus vínculos com aspectos sociais e tecnológicos. Isso pode dificultar a compreensão da matéria por parte dos alunos, além de afastá-los do reconhecimento da importância da Química em seu cotidiano e na sociedade como um todo. Portanto, a contextualização e a abordagem interdisciplinar na educação química desempenham um papel crucial na promoção de uma compreensão mais significativa e aplicável dessa ciência. Isso é apontado por Mortimer e Machado (2014) de forma mais direta:

Nosso ensino de Química Tradicional é fruto, na maioria das vezes, de um processo histórico de repetição de fórmulas que são bem-sucedidas do ponto de vista didático – fazendo com que o aluno aprenda alguns procedimentos relacionados à Química. Muitas vezes, contudo, isso transforma a disciplina num manejo de pequenos rituais. Distribuir elétrons por níveis, subníveis e orbitais; classificar cadeias carbônicas, substâncias simples e compostas, isômeros, ligações químicas: esses são apenas uns poucos exemplos desses rituais, que muitas vezes resumem-se a relacionar entre si aspectos formais da Química – como fórmulas e classificações. Ao aluno resta tentar achar algum fio oculto que possa desatar esse emaranhado de definições, classificações e fórmulas (MORTIMER; MACHADO, 2014, p. 323).

Esse tipo de abordagem tradicional forma cidadãos sem criatividade, pouco críticos, podendo até aguçar um sentimento de competitividade com ênfase na quantidade de informações e não na qualidade delas. É necessário que o professor tenha estratégias de

ensino bem definidas e que contemplem o acesso ao conhecimento prévio do aluno. Isso pode ser um grande desafio, visto que muitos dos problemas relacionados à educação em Química estão nos processos de formação de professores na academia, onde é desejada uma imersão de seus alunos tanto na teoria quanto na parte experimental (GONÇALVES; DE BRITO, 2014).

As propostas de atividades experimentais que abandonam a abordagem empirista-indutivista começam a aparecer com mais frequência nos livros do período compreendido entre 1996 e 2010. Assim, o estudo mostra uma evolução, em relação às propostas de trabalho do aspecto experimental da Química na escola, o que evidentemente não garantia a implementação efetiva delas pelos professores da área na prática.

A experimentação em Química é importante, tanto na formação de professores quanto na educação química escolar. De fato, há cerca de 2300 anos, Aristóteles já defendia a importância da experiência, quando afirmou que “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (apud GIORDAN, 1999, p.43). Também Piaget apontou a importância disso ao afirmar que “a incrível falha das escolas tradicionais, até estes últimos anos inclusive, consiste em haver negligenciado quase que sistematicamente a formação dos alunos no tocante à experimentação” (apud GIOPPO; SCHEFFER; NEVES, 1998).

Numa época em que a oferta de distrações para os estudantes está literalmente na palma da mão e é absurdamente diversa, trabalhar em sala de aula tornou-se um desafio grande para o educador moderno, que precisa utilizar metodologias adequadas e muita criatividade para auxiliar em sua prática, tentando “prender” a atenção dos alunos. Nesse sentido, a utilização da experimentação em Química como ferramenta educacional – abordagem nada atual, muito pelo contrário – vem hoje reforçar-se como um excelente recurso para imersão dos alunos no aprendizado dessa Ciência.

Os professores que realizam aulas experimentais relatam um aumento nos níveis de aprendizagem e interesse dos alunos nas aulas (GIORDAN, 1999). Porém, esse entendimento e desejo que a experimentação seja incluída na prática docente de educadores em Ciências podem conduzir à falsa crença de que atividades experimentais sejam as promotoras incondicionais da aprendizagem discente (SILVA; ZANON, 2000), chegando até a serem apontadas como a solução para os problemas no ensino de Ciências. Mesmo que a experimentação não tenha sido efetivamente adotada no ensino de Ciências e química nas escolas, mas sim no ensino superior, “uma implicação da crença exposta pode ser a

disseminação de experimentos nos quais se sobressai um ativismo/experimentalismo em que o fazer, minimamente permeado por uma reflexão teórica, é o aspecto mais relevante” (GONÇALVES; DE BRITO, 2014, p. 20).

Várias pesquisas apontam que a experimentação não proporciona, obrigatoriamente, uma efetiva aprendizagem (BARBERÁ; VALDÉS, 1996), ainda mais se as atividades experimentais não forem planejadas e conduzidas de forma correta. A falta de capacitação dos professores pode levar ao experimentalismo, que tem pouco impacto na aprendizagem; também pode reforçar nos estudantes a ideia de que a Ciência se desenvolve e busca respostas somente através da experimentação (HODSON, 1998).

Outra crença que deve ser desfeita é a de que a experimentação é obrigatoriamente promotora de motivação nos estudantes. Isso nem sempre será verdadeiro, como aponta Hodson (1998) ao afirmar que até mesmo fatores como idade e sexo devem ser levados em consideração, quando pensa-se em trabalho experimental no ensino de Ciências, já que motivação é um fenômeno complexo. Há alunos que podem apresentar aversão ao trabalho em laboratório, configurando essas atividades como empecilhos à aprendizagem. Daí a importância de o professor conhecer e dialogar com seus alunos. Além disso, pesquisas mostram que até mesmo a alta motivação dos alunos para trabalhos experimentais pode diminuir à medida que vão realizando tais aulas com determinada frequência (GALIAZZI et al., 2001).

Dessa forma, a educação em Ciências é um campo vasto e complexo, mas cheio de novas pesquisas que levantam e analisam problemas, apontando de forma crítica possíveis caminhos a serem tomados, como por exemplo, a adoção de práticas experimentais. Essa abordagem no ensino de Ciências pode ser uma poderosa aliada na promoção da aprendizagem e motivação, porém há que se ter noção de suas limitações, reflexões sobre como introduzir e conduzir esse trabalho com os alunos, bem como conhecer um pouco das diferentes metodologias existentes hoje em dia para o trabalho experimental no ensino, como será apresentado na sequência.

4.4. Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no ensino de Química

No início do século XX, os Estados Unidos enfrentaram diversas crises econômicas, desemprego e o colapso do sistema fabril, criando um ambiente propício para mudanças

significativas. John Dewey, um proeminente membro do movimento progressista, propôs uma abordagem educacional que se afastasse dos métodos tradicionais de ensino. Seu objetivo era que os jovens desenvolvessem pensamento reflexivo, exercitem suas capacidades intelectuais e se tornassem mais ativos na busca por soluções, contribuindo assim para a construção de uma sociedade mais humanizada e fundamentada em valores democráticos (ANDRADE, 2011; BARROW, 2006).

Para apoiar essa visão, o National Research Council dos Estados Unidos conduziu uma série de estudos, diretrizes e publicações, destacando os benefícios do ensino por investigação, especialmente no campo da educação em Ciências (DEBOER, 2006). No Brasil, o uso de atividades investigativas no ensino de Ciências tem ganhado destaque nas últimas duas décadas, oferecendo uma abordagem criativa e diferenciada, especialmente em um período em que a sobrecarga de informações leva os alunos contemporâneos a questionar a relevância da educação tradicional. No entanto, a implementação de atividades dessa natureza exige que professores que estão acostumados ao ensino tradicional se adaptem, rompendo com a rotina e enfrentando os desafios inerentes a qualquer processo de mudança.

Um estudo sobre a adoção de atividades investigativas de Ciências por professores do Ensino Fundamental, conduzido por Santana e Franzolin (2018), identificou desafios significativos, incluindo a falta de motivação dos professores devido à escassez de tempo para o planejamento necessário dessas atividades, a ausência de formação adequada, a insegurança, a falta de apoio na implementação e o grande número de alunos em cada turma. Esses são pontos críticos que merecem atenção, uma vez que a confiança na abordagem, a preparação adequada e o planejamento são cruciais para o sucesso, conforme será discutido a seguir.

Quando se trata de atividades investigativas com alunos do ensino fundamental ou médio, especialmente aquelas que envolvem experimentação, é essencial um acompanhamento mais próximo por parte do professor, que deve orientar os alunos, especialmente porque crianças e adolescentes geralmente têm pouca ou nenhuma experiência e familiaridade com equipamentos e procedimentos de laboratório.

As reflexões e pesquisas sobre o papel do laboratório didático e da experimentação no ensino de Ciências são antigas, porém, o uso da experimentação apenas como uma forma de verificar o que já foi ensinado em sala de aula tem recebido críticas substanciais (SHILLAND, 1999; HODSON, 2005; SUART & MARCONDES, 2009; LAMBA, 2015). É desejável que elementos que estimulem os alunos a explorar mais os experimentos sejam incorporados, e as atividades experimentais podem ser projetadas de várias maneiras, dependendo das condições operacionais e do grau de liberdade e autonomia concedido aos

alunos para explorar os experimentos com segurança.

Toledo e Ferreira (2016) ressaltam que as atividades experimentais são recursos valiosos para aumentar a motivação e aprofundar a aprendizagem, independentemente de serem usadas na introdução de um tema ou na contextualização do conteúdo. No entanto, para atingir esse objetivo, elas devem ser mais do que simples exibições de cores e reações explosivas; devem ser projetadas para criar um ambiente que capacite os alunos a assumirem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizado, estimulando a autonomia, a reflexão e o senso crítico. Nesse contexto, o planejamento de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) centrada em atividades experimentais têm o potencial de desenvolver habilidades procedimentais, atitudinais e cognitivas nos alunos.

As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são:

... sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazerem seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discutilas com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (CARVALHO, 2013, p. 9).”

O Ensino por Investigação representa uma metodologia que engloba não apenas a aquisição de conhecimentos conceituais, terminologia e noções científicas, mas também a promoção e a assimilação de atitudes, ações e valores relevantes (CARVALHO, 2013). Dentro desta perspectiva, destaca-se o reconhecimento pelo conhecimento prévio do estudante, seu envolvimento ativo, a estimulação por busca de informações, a facilitação da comunicação e a promoção da colaboração em todas as atividades desenvolvidas. Ou seja, ao utilizar atividades de caráter investigativo, espera-se que o aluno tome decisões sobre o melhor caminho a ser escolhido para a resolução de problemas e cabe ao professor: propor um problema contextualizado, planejar as atividades que serão desenvolvidas e orientar os estudantes de modo que estes desenvolvam uma visão mais crítica sobre o mundo.

Neste estudo, adotamos a abordagem proposta por Carvalho (2013) e planejamos uma SEI voltada para o ensino de Soluções Químicas. Ao tomar essa decisão, precisamos considerar as seguintes etapas, conforme delineadas por Carvalho (2013):

1) Formulação de um problema contextualizado, que pode se manifestar como um desafio experimental ou teórico. Neste projeto, optamos por concentrar nossa atenção em problemas experimentais que serão apresentados aos alunos pelo professor. É essencial que esses problemas sejam estruturados de maneira a despertar o interesse dos alunos, incentivando-os a aplicar os conhecimentos que já possuem, sejam eles espontâneos ou

previamente adquiridos.

2) Resolução do problema pelos alunos. Nesta fase, o foco principal está nas ações dos estudantes, que devem ser incentivados a desenvolver hipóteses (ou seja, a maneira como eles planejam resolver o problema) e testá-las (implementando suas ideias). O erro desempenha um papel fundamental nesta etapa, pois é a partir dele que os alunos ganham confiança para refinar suas hipóteses e propor soluções. Nesse estágio, o professor atua como um guia, assegurando-se de que os alunos tenham uma compreensão sólida do problema proposto, sem fornecer respostas diretas.

3) Sistematização do conhecimento. Após a conclusão das atividades experimentais, o professor deve reunir a classe em um círculo, promovendo a consolidação coletiva do conhecimento adquirido. Esse momento marca a transição das ações manipulativas para as ações intelectuais, facilitando o desenvolvimento de atitudes científicas e a construção de uma linguagem científica.

4) Sistematização individual do conhecimento. Nesta etapa, os alunos são incentivados a registrar suas aprendizagens de forma individual, seja por meio da escrita ou de representações visuais, o que estimula a construção pessoal do conhecimento.

5) Texto de sistematização do conhecimento. Esta atividade complementar ao problema visa formalizar a linguagem utilizada, visto que durante o processo de construção do conhecimento, a comunicação em sala de aula tende a ser mais informal. O professor desempenha um papel fundamental ao garantir que todos compreendam a leitura, seja por meio de discussões ou questionários estruturados.

6) Atividades para aprofundar o conteúdo. Novas atividades são planejadas para ampliar a compreensão do conteúdo, como a coleta de figuras, textos, jogos, pequenos vídeos ou simulações disponíveis na internet. O objetivo é oferecer aplicações interessantes do conhecimento adquirido durante a abordagem SEI.

Ao concluir uma sequência de Ensino por Investigação, é importante considerar a avaliação formativa, que tem como objetivo verificar o progresso dos alunos. Os instrumentos de avaliação devem estar alinhados com a metodologia adotada. Para avaliar os conceitos aprendidos, é aconselhável utilizar questionamentos do tipo "Pense e resolva", questionários abordando os pontos fundamentais desenvolvidos ou a criação de painéis e cruzadinhas como formas de resposta.

Um aspecto relevante a ser destacado é a preferência por dividir a turma em pequenos grupos, pois isso facilita a comunicação entre alunos com níveis intelectuais semelhantes e também promove uma atmosfera mais acolhedora para a troca de ideias entre

os colegas, em comparação com a comunicação com o professor.

A SEI proposta está alicerçada em problemas experimentais. Este aspecto é de fundamental importância, pois implica um processo de reflexão no qual os alunos devem, inicialmente, identificar o problema em questão, conceber métodos para sua investigação e, por fim, deduzir conclusões com base em suas observações. Como resultado, a experimentação por meio da investigação proporciona aos alunos a oportunidade de aprimorar suas habilidades de observação, promover discussões construtivas e cultivar o trabalho em equipe, entre outras competências essenciais (ARAÚJO e ABIB, 2003).

O desenvolvimento de atividades que incorporam essas características intrínsecas permite que o conteúdo seja explorado dentro do contexto apropriado, onde se busca a compreensão dos fenômenos em questão. Nesse sentido, os resultados não são previsíveis, como frequentemente ocorre em atividades de verificação convencionais, e o professor não apresenta respostas prontas. Em vez disso, o professor, por meio de questionamentos estratégicos, estimula os alunos a formularem suas próprias conclusões a respeito dos fenômenos observados (WILSEK e TOSIN, 2012).

Muitos pesquisadores têm discutido os diferentes níveis de abertura de atividades experimentais (SCHWAB, 1962; HERRON, 1971; TAMIR, 1991; PRIESTLEY, 1997; BORGES, 2002, PELLA, 1961). Esses níveis são definidos com base na extensão em que o professor facilita a exploração de uma atividade experimental, incluindo a formulação de hipóteses e a interpretação dos resultados. Nesse contexto, Tamir (1991) propôs uma categorização que avalia o grau de liberdade concedido aos alunos nas seguintes áreas do processo experimental: (i) definição do problema a ser investigado, (ii) delineamento dos procedimentos experimentais, e (iii) coleta de dados e elaboração de conclusões a partir desses dados.

Segundo Tamir (1991), as abordagens tradicionais de ensino experimental se assemelham a um "livro de receitas", nos quais o problema, os procedimentos e os resultados são predefinidos pelo professor e fornecidos aos alunos, caracterizando assim um baixo nível de abertura na atividade.

A Figura 1 ilustra isso de forma resumida e didática, classificando a abertura de atividades experimentais investigativas em quatro níveis: de 0 a 3, que aqui serão representadas por A0 a A3.

Silva (2011), em sua dissertação de mestrado, investigou aspectos relacionados à elaboração de atividades experimentais investigativas. Desta forma, a autora propôs uma classificação em quatro níveis, sobre a proximidade à abordagem investigativa, a qual foi

adotada para classificação das atividades utilizadas neste estudo. O Quadro 1, mostra os níveis, de N1 a N4, e suas características.

Elementos de uma Atividade Experimental Investigativa	Níveis de Abertura de Atividades Experimentais Investigativas			
	A0	A1	A2	A3
 PROBLEMA				
 PROCEDIMENTOS				
 CONCLUSÕES				

 A cargo do professor
  A cargo dos alunos

Figura 1 - Níveis de abertura de atividade experimentais investigativas propostas por Tamir (1991) Fonte: Cf. LEAL, 2019, a partir de Tamir (1991).

Quadro 1 – Níveis de aproximação a uma atividade investigativa.

(continua)

Nível	N1	N2	N3	N4
Objetivo	Não apresenta características investigativas. Tangencia características investigativas.	Atividade investigativa.	Apresenta algumas características de atividade investigativa.	Atividade investigativa.
Problematização	Tópicos a serem estudados ou conteúdos específicos.	Habilidades genéricas e tópicos a serem estudados.	Habilidades e competências específicas.	Habilidades e competências específicas relacionadas ao assunto estudado
Elaboração de hipóteses	Não apresenta.	Questões sobre o assunto estudado (com o intuito de organizar ou introduzir o assunto, podem ou não ser respondidas).	Questões relacionadas ao assunto estudado que são retomadas durante o experimento.	Problema a ser resolvido por meio da atividade experimental, da busca de informações e de discussões.

(conclusão)				
Nível	N1	N2	N3	N4
Atividade Experimental	Experimento por demonstração: o aluno observa o que o professor apresenta sem interação.	Experimento por demonstração ou realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado.	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado com algum grau de decisão no procedimento (massa, volume, concentração).	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento inicial e completado ou sugerido por ele.
Questões Conceituais para os Alunos	Não exploram os dados obtidos na atividade.	Exploram parcialmente os dados obtidos na atividade prática, solicitando ou não conclusões parciais.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão ou a aplicação em novas situações.
Características do Experimento	Verificação ou ilustração de conceitos.	Apresenta características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.	Apresenta características investigativas devido ao tipo de questões de análise dos dados.	Investigativo, busca resolver o problema proposto.

Fonte: SOUZA et al. (2013, apud SILVA, 2011).

No caso de atividades investigativas com alunos do ensino fundamental ou médio, deve haver um acompanhamento mais próximo, com orientações por parte do professor, principalmente quando têm abordagem experimental, já que crianças e adolescentes têm pouca ou nenhuma experiência e familiaridade com equipamentos e procedimentos em laboratório. Na percepção da autora, a experimentação não necessita da disponibilidade de um laboratório porque é possível realizar atividades práticas utilizando materiais simples e acessíveis do cotidiano. Experimentos podem ser adaptados para ambientes de sala de aula ou até mesmo em casa, permitindo que os alunos explorem conceitos científicos de maneira prática e significativa. Além disso, essa abordagem não apenas estimula a criatividade e a

inovação, mas também promove a familiarização dos alunos com o método científico, mesmo em contextos que não dispõem de laboratórios formais. A experimentação pode, assim, ocorrer em qualquer lugar, desde que haja planejamento adequado e um acompanhamento pedagógico que assegure a segurança e a compreensão dos procedimentos.

4.5. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Soluções

A Química preocupa-se com o estudo da matéria e suas transformações, por isso ela está presente em todos os aspectos da nossa vida. Devido à sua complexidade, ensinar Química representa um desafio para os professores, que buscam proporcionar um estudo eficaz aos seus alunos.

A Química atua por meio da conexão de três diferentes níveis de conhecimento, os quais podem ser definidos da seguinte forma: macroscópico ou fenomenológico, que refere-se à observação direta dos fenômenos químicos e envolve o estudo do mundo tangível, concreto e mensurável; submicroscópico ou teórico, que explora o comportamento das partículas que compõem a matéria em uma escala muito pequena; e, por fim, o nível simbólico ou representacional, que está relacionado aos símbolos, equações e fórmulas químicas, bem como representações gráficas, modelos e esquemas para descrever e comunicar informações sobre as substâncias e seus comportamentos. É por meio de representações simbólicas que os químicos descrevem e compartilham o conhecimento científico com precisão.

Essa abordagem elencada em três níveis, permite que a Química seja uma Ciência abrangente, capaz de explicar e prever uma ampla variedade de fenômenos químicos e suas aplicações no nosso cotidiano. Ao explorar esses três níveis de conhecimento, os estudantes têm a oportunidade de compreender a natureza complexa e fascinante dessa química.

Conforme apontado por Johnstone (2006), muitas das dificuldades enfrentadas pelos estudantes no aprendizado da Química podem ser atribuídas à forma como os conteúdos são abordados em sala de aula, ou seja, ainda majoritariamente de maneira tradicional, que enfatiza os aspectos macroscópicos ou simbólicos do conhecimento químico em detrimento do componente submicroscópico. Uma consequência dessa abordagem é o atraso que os alunos podem apresentar no desenvolvimento de suas capacidades de modelagem, que desempenha um papel fundamental no processo de ensino da Química.

Esse é um fato relevante, pois a compreensão completa dos fenômenos químicos se estabelece de maneira mais sólida quando os três níveis do conhecimento químico - macroscópico, submicroscópico e simbólico - se complementam e se interconectam de

maneira coerente. A incorporação de elementos de visualização, por exemplo, pode ajudar os alunos a elaborarem modelos mentais que integram esses níveis de conhecimento, permitindo uma compreensão mais completa e significativa dos conceitos químicos. Dessa forma, a abordagem que enfatiza a interconexão entre esses três níveis do conhecimento químico é fundamental para promover uma aprendizagem mais eficaz e construtiva da Química.

A partir 1980, o modelo tradicional de ensino passa a dar espaço a uma perspectiva construtivista. Isso significa que se espera que o estudante tenha um envolvimento ativo no seu processo de aprendizagem. A partir desse fato, surgem muitos estudos sobre as concepções alternativas que os estudantes trazem e com isso a identificação das concepções consideradas equivocadas, pois estas podem ser uma das causas das dificuldades de aprendizagem (GÓMEZ-CRESPO; POZO, 1992; MORTIMER, 1996; SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995; KRASILCHIK, 2000; OLIVEIRA; GOUVEIA; QUADROS., 2009). Em resumo, a transição para uma perspectiva construtivista a partir de 1980 realmente ocorreu em muitos contextos educacionais, mas não de maneira uniforme ou total. O sucesso dessa mudança depende de vários fatores, incluindo a formação de professores, o suporte institucional e o contexto sociocultural.

Segundo Kempa (1991), o termo "dificuldade de aprendizagem" pode ser aplicado a situações em que um aluno não consegue compreender um determinado conteúdo que seria esperado após uma intervenção didática adequada. Essas dificuldades podem ser justificadas por diversos fatores, incluindo aspectos relacionados à própria disciplina de química, às percepções dos alunos sobre o assunto e ao processo de instrução que receberam. Tais dificuldades costumam ser identificadas por meio de instrumentos como questionários, entrevistas e até mesmo desenhos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2007).

Nesse contexto, é de grande relevância para o professor identificar as eventuais dificuldades de aprendizagem de seus alunos em relação aos fenômenos ou conceitos em estudo, ou ainda, ter acesso a pesquisas que tenham realizado levantamentos abrangentes sobre essas dificuldades. Pois, munido desse conhecimento, o docente pode planejar, elaborar, implementar e avaliar estratégias de ensino que possam conduzir os estudantes a uma evolução conceitual em direção às ideias cientificamente estabelecidas (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Albano e Delou (2023) realizaram uma revisão sistemática e apontaram as principais dificuldades de aprendizagem de química no ensino médio. Segundo os autores, existem dezenas de metodologias e práticas pedagógicas que tem o intuito de superar as dificuldades apontadas, porém há um déficit de infraestrutura, que compreende a falta de professores, assistentes e voluntários, e a falta de laboratórios, equipamentos, reagentes e manutenção,

principalmente nas escolas públicas, que compromete e dificulta todo o processo de ensino-aprendizagem de Química.

Um dos assuntos em que se percebe maior dificuldade de aprendizagem dos estudantes de ensino médio é o de soluções. Essas dificuldades estão na articulação entre as composições das substâncias e suas propriedades e, em sua maioria, estão relacionadas à incapacidade de distinguir os níveis de análise macroscópico e submicroscópico. Além disso, muitos estudantes encontram obstáculos significativos ao tentar resolver problemas quantitativos que exigem a compreensão e aplicação de relações estequiométricas (DEVETAK; VOGRINC; GLAZAR, 2007; PEREIRA; UEHARA; NÚÑEZ, 2012).

O estudo das soluções químicas desempenha um papel fundamental no currículo do ensino médio por várias razões importantes. Primeiramente, o conteúdo de soluções é essencial para a compreensão das transformações químicas e para o domínio de outros conceitos, como eletroquímica e equilíbrio químico. O conhecimento sobre soluções proporciona a base qualitativa e quantitativa necessária para entender as substâncias presentes em sistemas reacionais, permitindo a análise de reações químicas e seus resultados.

Além disso, as soluções têm um impacto significativo em nossas vidas cotidianas. Elas estão presentes em uma variedade de contextos, desde o abastecimento de água que consumimos até o ar atmosférico que respiramos, a gasolina que usamos em nossos veículos, o soro fisiológico utilizado na área da saúde, os produtos de limpeza doméstica e bebidas gaseificadas que consumimos. As soluções aquosas, que têm água como solvente, são especialmente relevantes em nossa vida diária e nos laboratórios de pesquisa.

Portanto, o estudo das soluções químicas no ensino médio não apenas proporciona uma base sólida para compreender a química em um nível mais avançado, mas também conecta os conceitos químicos à realidade do dia a dia, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável.

Ferreira (2015) em sua tese de doutorado realizou um levantamento bibliográfico que trata das dificuldades de alunos de várias localidades relacionadas à aprendizagem do conteúdo de soluções e classificou as principais dificuldades de aprendizagem em cinco categorias distintas:

- 1) Compreender o nível submicroscópico;
- 2) Compreender os conceitos envolvidos em solução;
- 3) Diferenciar fenômenos químicos e físicos;
- 4) Explicar a solubilidade molecular;
- 5) Utilizar a linguagem química;

Dessa forma, neste trabalho, conhecendo as principais dificuldades relacionadas ao

ensino de soluções químicas foi elaborado e aplicado uma estratégia de intervenção, organizada na forma de uma SEI relacionada ao tema delimitado.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa está inserida dentro da linha "Fundamentos e Estratégias Educacionais no Ensino de Ciências e Matemática", proposta no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul e teve como objetivo: “investigar, avaliar e pôr em prática estratégias educacionais, à luz da fundamentação teórica”. Neste capítulo, é apresentado a forma com que a SEI foi aplicada, e o detalhamento dos elementos que integram a pesquisa. Descreve-se o contexto da escola onde a pesquisa foi realizada, os instrumentos de coleta de dados e o detalhamento da construção da SEI com o tema “Soluções químicas”.

5.1. Caracterização da pesquisa

O objetivo desta pesquisa foi avaliar, através das SEIs, como a utilização de atividades experimentais investigativas com diferentes níveis de abertura podem contribuir para que alunos do 2º ano do ensino médio aprendam de forma significativa aspectos conceituais relativos ao Ensino de Soluções Químicas.

Para tanto, foi elaborada uma SEI, alicerçada em atividades experimentais com diferentes níveis de abertura, conforme proposta de Tamir (1991) e Silva (2011) sobre o assunto Soluções. Frente às crescentes investigações didáticas sobre as dificuldades de aprendizagem, especificamente na área da Química, diversos conteúdos já foram estudados, por exemplo, reações, ligações químicas, matéria, equilíbrio químico e soluções químicas, por se tratarem de assuntos essenciais ao desenvolvimento do conhecimento do aluno, sendo necessário transitar entre os três diferentes níveis de conhecimento.

Especificamente, o estudo do conteúdo de soluções, para Sá e Silva (2008, p.01), é importante, pois:

O tema “Soluções” está relacionado a várias situações vivenciadas pelas pessoas no seu cotidiano, uma vez que muitas substâncias utilizadas apresentam-se sob a forma de soluções, como por exemplo: o ar atmosférico, bebidas, objetos metálicos, etc. Portanto, é interessante que as pessoas relacionem os conceitos estudados em sala de aula com as situações do dia a dia.

Aliado a isso, a maioria dos experimentos nas aulas práticas de química acontece com os reagentes em solução, que, de uma forma geral, é o meio mais usado nas transformações químicas. Ainda, o estudo de soluções é necessário para o entendimento de outros conteúdos como transformações químicas, eletroquímica e equilíbrio, além disso,

também afirmam que as soluções químicas, por causa da sua importância, têm atraído atenção de muitos pesquisadores que se focam nas diferentes perspectivas e procuram elucidar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos envolvidos. Outros estudos mostram que os alunos têm, sobre os diversos fenômenos que envolvem reações em soluções aquosas, concepções bem diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica, pois envolve o domínio de uma série de conceitos como íons, moléculas, átomos, elementos etc.

Em relação à abordagem, esta pesquisa é qualitativa, já que há preocupação em aprofundar a compreensão dos fenômenos investigados a partir de uma análise criteriosa desse tipo de informação (MORAES, 2003), além de enfatizar a fala e à escrita dos participantes com aprofundamento da compreensão do grupo de sujeitos envolvidos (SANTANA, 2014). Conforme Moreira (2009) a pesquisa qualitativa tem sido utilizada para nomear diversos enfoques da pesquisa educacional, como a pesquisa participativa, observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa e antropológica cognitiva por compartilharem muitas semelhanças.

Quanto aos procedimentos metodológicos, atualmente, a pesquisa-ação é utilizada em diversos contextos e sob inúmeras fundamentações teóricas. Mostra-se, principalmente, como meio de formação e de mudança participativa. Investigações realizadas no âmbito do ensino de ciências apresentam a pesquisa-ação como opção metodológica adotada em processos realizados na formação inicial de licenciandos e em programas de formação continuada de professores e como estratégia metodológica para o desenvolvimento de pesquisas (Cerati & Lazarini, 2009). Os resultados apresentados são favoráveis à validação dessa opção metodológica em ambos os modos de adoção. No caso específico da nossa pesquisa, a pesquisa-ação é considerada como uma estratégia privilegiada para promover o desenvolvimento profissional, o qual se apresenta articulado à formação contínua e é compreendido como resultado da composição de ações voltadas à resolução dos problemas relacionados às necessidades formativas e organizativas da docência e à aprendizagem dos sujeitos no dia a dia da escola (Monteiro, 2008).

Neste trabalho, buscou-se evidências de que ocorreu aprendizagem por parte dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio, a partir da SEI que foi desenvolvida e aplicada (da qual fazem parte os experimentos investigativos), bem como de todos os questionamentos respondidos e elaborados, do material de apresentação dos grupos e seu comportamento, ou seja, todas as produções e ações dos estudantes desenvolvidas durante a aplicação da SEI.

Assim, a coleta de dados ocorreu através dos seguintes instrumentos específicos:

a) observações do professor a partir das anotações realizadas em um diário de bordo

escolar;

b) pré-questionário para levantamento das dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema soluções químicas;

c) produções dos estudantes (levantamento de hipóteses, análise dos dados gerados a partir dos experimentos, conclusões) realizadas no diário de bordo dos aprendizes;

d) registros das falas dos estudantes;

e) instrumentos específicos de avaliação (mapa mental).

5.2. Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Colégio Polyuni, localizado na R. Gustavo Ramos Sehbe, 107 - Cinquentenário, Caxias do Sul - RS, 95012-669 – Caxias do Sul - RS. A Escola pertence ao Centro Universitário Uniftec e conta com duas turmas: uma de 1ª série com 17 estudantes e outra turma de 2º ano com 13 estudantes. O colégio está em funcionamento desde 2022 com o intuito de ofertar aos estudantes a excelência nos estudos, para isso eles ficam em tempo integral, pela manhã são ofertadas as disciplinas do currículo básico e a tarde são oferecidos oficinas, laboratórios, reforços de estudos, simulados em finais de semana e outras atividades que incluem técnico e ações sociais.

5.3. Técnicas de análise de dados

Para analisar o pré-questionário a técnica utilizada foi a Análise Textual Discursiva, onde as respostas obtidas foram separadas em unidades de análise e após foi realizado o processo de categorização, conforme proposta de Ferreira (2015).

Para analisar os diários de bordo produzidos pelos discentes, foram feitas estatísticas descritivas, a fim de descrever os resultados obtidos na pesquisa. A partir dos resultados foram realizadas análises e comentários. Esta análise foi expressa no formato de uma narrativa reflexiva. No decorrer dos resultados e discussões foram incluídos trechos com as respostas transcritas dos alunos.

5.4. Desenvolvimento da pesquisa

A primeira etapa para o desenvolvimento da SEI foi a aplicação de um pré-questionário, que teve como finalidade levantar as principais dificuldades de aprendizagem

relacionadas ao estudo das soluções químicas, tema da proposta pedagógica que foi desenvolvida, este foi o **encontro 1** e teve duração de 50 minutos. Para elaboração do pré-questionário, a pesquisadora baseou-se nos trabalhos de SILVA, S. M., EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C.(2008), que fizeram um levantamento das principais dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema desta pesquisa e a partir disso, cada questão foi elaborada para contemplar cada uma das categorias listadas no Quadro 02. Para responder o pré-questionário foi utilizado uma atividade diagnóstica com questões norteadoras, a fim de realizar o levantamento das principais dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema desta SEI.

Quadro 2 – Categorias relacionadas às dificuldades de aprendizagem de soluções químicas e relação com o pré-questionário.

Questão	Categoria
Explique o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água, após transcorridos alguns minutos.	Compreender o nível submicroscópico e a conservação de massa.
Desenhar espécies de água e sal.	Compreender os conceitos envolvidos em soluções
O que é necessário fazer para que o pó de suco se dissolva completamente na água? Explique o processo de dissolução.	Diferenciar fenômenos físicos e químicos
O que estamos tentando descobrir ao adicionar o pó de suco à água? Estamos determinando a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida nessa quantidade específica de solvente?"	Explicar a solubilidade molecular.
Quando medimos a quantidade de pó de suco não dissolvida, o que isso representa em relação ao coeficiente de solubilidade?"	Utilizar a linguagem química
Qual seria a concentração da solução se preparássemos o suco com 600 mL de água?	Compreender aspectos quantitativos das soluções

Fonte: Adaptado de SILVA, S. M., EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. (2008)

Na elaboração da SEI, a autora se baseou em problemas de caráter experimental, optando por iniciar com níveis de abertura mais baixos e gradativamente aumentar esses níveis, para que o estudante se familiarizasse com a proposta investigativa. Usamos neste trabalho, os níveis de abertura de atividades experimentais investigativas propostas por Tamir (1991), e por Silva (2011), onde as atividades seguirão os níveis A1, A2 e A3, e N2, N3 e N4, como mostrado no quadro 1.

Para iniciar a SEI, o **encontro 2** teve duração de 100 minutos, e o professor

distribuiu os alunos em grupos de no máximo 3 integrantes e foi entregue o material proposto, o primeiro problema (nível A1 e N2), que envolveu a análise de dois rótulos de diferentes águas minerais e os seguintes questionamentos (a descrição detalhada está descrita no Apêndice 02):

Ao analisar os rótulos desses dois tipos de água, você consegue ver diferenças em suas composições? Quais são elas? Seria possível acender uma lâmpada com estas diferentes águas? A quantidade de sal na água influenciará na condutibilidade elétrica?

No momento da experimentação, estipulou-se um tempo para que os alunos manipulassem e explorassem os materiais que receberam e após os grupos levantaram hipóteses para solucionar o problema e tudo o que discutiram, foi registrado no diário de bordo. O papel do professor, nesta fase, foi de se certificar que os estudantes compreenderam o problema proposto, ou seja, teve-se o cuidado para não fornecer a solução do problema.

A etapa seguinte consistiu na resolução do problema pelos alunos a partir de um procedimento fornecido pelo professor. Aqui, o experimento possui função de verificação, porém a partir de uma exploração conceitual inicial. Outro fator importante, é que os alunos possam explorar parcialmente os dados obtidos e tirar conclusões a partir do que foi realizado. O papel do educador nesta etapa é incentivar e pedir que os alunos mostrem e relatem o que estão fazendo, criando condições para que refaçam mentalmente suas ações e as verbalizem. (FEY; 2021)

Neste momento foi importante perguntas como: “você está observando algum padrão, ou tendência?” “Por que acende ou não a lâmpada?” “Ao adicionar mais sal, ocorre alguma modificação, em caso afirmativo, por quê?”

O **encontro 3** iniciou com o professor organizando a classe em círculo, com o intuito da tomada de consciência, ou seja, este foi o momento em que os estudantes compartilharam suas observações, interpretações e conclusões. Esse tipo de atividade é importante, pois “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só lembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado” (CARVALHO, 2013). O professor deve estar atento às colocações e descrições, já que através de questionamentos como: “por que vocês acham que deu certo?”, estimulará os alunos a refletirem sobre suas ações durante o experimento e a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e argumentação. No final desse encontro, os estudantes descreveram, individualmente, um

pequeno relatório sobre o que fizeram e o que aprenderam com essa atividade. A escrita é um instrumento poderoso de aprendizagem que permite aos alunos explorarem e consolidarem o conhecimento de maneira pessoal e reflexiva.

O **quarto encontro** teve a função de organizar o que foi feito, ou seja, a formalização dos conceitos por meio de uma aula expositiva dialogada com o auxílio de um texto de sistematização (Apêndice 03). Para isso, foi utilizada como referência a apostila adotada pelo Colégio. Assim, na aula expositiva, foram abordados conceitos químicos relevantes que envolvem aspectos macroscópicos, como as características das soluções, aspectos submicroscópicos, como processo de dissolução e fatores como a condutibilidade dos sais em água e as concentrações das soluções. Os fatores envolvidos, tais como carga dos íons, tamanho e polaridade das moléculas, forças intermoleculares ao serem considerados em conjunto na análise realizada, procuram favorecer o entendimento dos processos de dissolução.

Antes de apresentar o novo problema aos estudantes, foi utilizada a estratégia da sala de aula invertida para que os alunos retomassem o conceito de solução e assim perceber como as quantidades de soluto e solvente influenciam na saturação de uma solução. A tarefa foi desenvolvida utilizando uma simulação computacional disponível no *Phet Interactive Simulations* (PHET, Physics Education Technology), a proposta do roteiro virtual está descrita no Apêndice 04.

O primeiro problema fornecido envolvia aspectos de condutibilidade e solubilidade dos sais na água e um roteiro com menores níveis de abertura. Agora, no **quinto encontro**, foi proposto um novo problema, que foi adaptado da proposta de Miotto e colaboradores (2018) com um nível de abertura A2 conforme Tamir (1991) e N3 segundo Silva (2011). Nesse caso, o questionamento (Apêndice 05) apresentado foi: *A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas da nossa região, onde se cultiva uma grande quantidade de videiras, é importante para os produtores agrícolas e, conseqüentemente, para a economia local. Sendo assim, qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre 5° C e 15° C? Como as baixas temperaturas podem afetar o propósito da adubação?*

Neste novo problema, o professor também forneceu um roteiro experimental a ser seguido pelos estudantes. Os estudantes construíram relações de dependência entre as variáveis envolvidas, organizaram os dados coletados na forma de uma tabela e representaram

graficamente estabelecendo um significado físico para o mesmo. Ao longo da atividade foi solicitado aos estudantes que fizessem todas as anotações sobre o procedimento experimental e ao final construíram um gráfico de solubilidade em função da temperatura.

O **sexto encontro** foi realizado em duas etapas: a primeira consistiu de uma aula interdisciplinar com a professora de matemática (50 min), onde os alunos fizeram a construção de gráficos e ajustes lineares, a fim de revisar a função de 1º grau ou função afim. Isso foi feito utilizando papel quadriculado ou milimetrado, régua, material escolar usual. A partir dos conhecimentos dos estudos de função afim, estes desenharam os eixos do plano cartesiano e escolheram uma escala adequada aos dados obtidos.

A segunda etapa foi na aula de Química (50 min), onde os grupos fizeram análise de seus gráficos traçados, revisitando seus conhecimentos com o professor e analisando as possibilidades para interpretações. Ao longo do encontro foram feitas as seguintes perguntas: Há alguma tendência nos dados obtidos? Qual? Desta forma, os alunos organizaram os gráficos, devolveram para a professora e formalizaram os conceitos através da sistematização e contextualização (Apêndice 6).

No **sétimo encontro**, com duração de 100 min, o professor apresentou o problema (nível A3 e N4) que busca autonomia dos estudantes através da exploração de dados obtidos e respostas às hipóteses com o mínimo de participação do professor, fazendo-os refletir sobre a “Química do suco artificial” (a descrição detalhada está descrita no Apêndice 07).

Tratar sobre a Química do suco artificial é falar sobre todas as substâncias que fazem parte da sua composição. Porém, neste texto, não vamos dar enfoque na natureza nutricional do suco em pó, mas, sim, na sua composição química. De acordo com as informações que constam na embalagem, o suco pode ser considerado uma solução?

Em grupos espera-se que os estudantes elaborem hipóteses baseadas em seus conhecimentos de soluções até o momento e que apresentem sugestões para resolução das indagações citadas acima.

No **oitavo encontro**, foi realizada a sistematização dos conhecimentos embasada no artigo, *Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada*, encontrada no periódico Química Nova na Escola (Apêndice 8), com leitura do mesmo e discussões entre os grupos.

No **nono encontro**, foi finalizada a SEI e solicitado aos estudantes que produzissem

individualmente um mental sobre o estudo de Soluções Químicas no seu diário de bordo. No final, o diário foi recolhido para análise da pesquisadora.

No Quadro 3, está apresentada a síntese da SEI desenvolvida.

Quadro 3 – Síntese das etapas do desenvolvimento da SEI

Encontro	Atividade	Objetivo
1 (50 minutos)	Pré-questionário	Identificar as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema soluções química
2 (100 minutos)	Apresentação do problema (nível A1 e N2), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor	Possibilitar que os estudantes organizem os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema
3 (50 minutos)	Discussão na classe e elaboração do relatório individual	Tomada de consciência
4 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e uso do simulador phet.	Formalização dos conceitos
5 (100 minutos)	Apresentação do novo problema (nível A2 e N3), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor, porém com algum grau de decisão.	Possibilitar que os estudantes obtenham os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema para uma situação específica que será explorada na atividade
6 (50 minutos) Matemática e (50 minutos) Química.	Nesta etapa da SEI, far-se-á um momento interdisciplinar com Matemática e retomada dos conceitos sobre a curva de solubilidade.	Auxiliar na construção da curva de solubilidade e formalização dos conceitos.
7 (100 minutos)	Apresentação do novo problema (Nível A3 e N4), explorando dados obtidos através de atividade investigativa e análise de embalagens de suco artificial.	Possibilitar que os alunos desenvolvam as habilidades ao longo do processo de forma a pensar no problema, gerar as hipóteses e solucionar o mesmo de forma que o professor intervenha o mínimo possível.
8 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e análise do artigo, <i>Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada</i> , encontrada no periódico Química Nova na Escola (Apêndice 8)	Possibilitar aos estudantes significativa aprendizagem sobre Soluções Químicas.

9 (50 minutos)	Elaboração de um mapa mental sobre soluções.	Análise da evolução e aprendizado alicerçados nas atividades experimentais investigativas com diferentes níveis de abertura conforme objetivos.
----------------	--	---

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos aspectos centrais do presente estudo é a busca por ações didáticas na área de Química que coloca o aluno de Ensino Médio no centro do processo de ensino-aprendizagem. Isso é algo de extrema relevância na educação contemporânea, mas é ainda algo distante de se tornar prática comum na realidade escolar no contexto brasileiro.

O estudo conduzido neste trabalho busca explorar as potencialidades das atividades experimentais de cunho investigativo, como uma forma de superar dificuldades de aprendizagem relacionadas ao ensino de soluções químicas e alcançar aquela condição de ter o aluno num papel mais ativo no seu processo de formação escolar.

Moreira (2010) aponta que um dos indicadores de um ensino centrado no aluno é que esses aprendizes falam mais que seus professores. Eles são os verdadeiros protagonistas na construção do próprio conhecimento. No final, encontrou-se indícios de que houve uma aprendizagem significativa.

Nesta seção, são apresentados os dados coletados no decorrer da pesquisa a fim de realizar uma análise dos resultados obtidos, levando em consideração a fundamentação teórica que subsidiou a pesquisa. Além disso, para complementar a discussão, as percepções e considerações da pesquisadora também foram evidenciadas nesta seção.

6.1. ENCONTRO 1 – PRÉ-QUESTIONÁRIO

No início da aula, os discentes demonstraram grande entusiasmo e satisfação ao serem incluídos em uma pesquisa de Mestrado. Em seguida, os alunos foram organizados individualmente, como mostra a Figura 2, para realizarem o pré-questionário, pois segundo Dewey (apud WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010), ninguém chega à escola como uma lousa limpa, na qual os professores podem escrever as lições, o que está em consonância com as ideias de Ausubel (2003) sobre a importância dos conhecimentos prévios. Com relação ao questionário, pode-se perceber que a maioria dos discentes responderam com responsabilidade e sinceridade, pois se engajaram com a ideia de auxiliar a pesquisadora nesta tarefa importante, como mostram as Figuras 2, 3, 4 e 5.



Figura 2 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)



Figura 3 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)



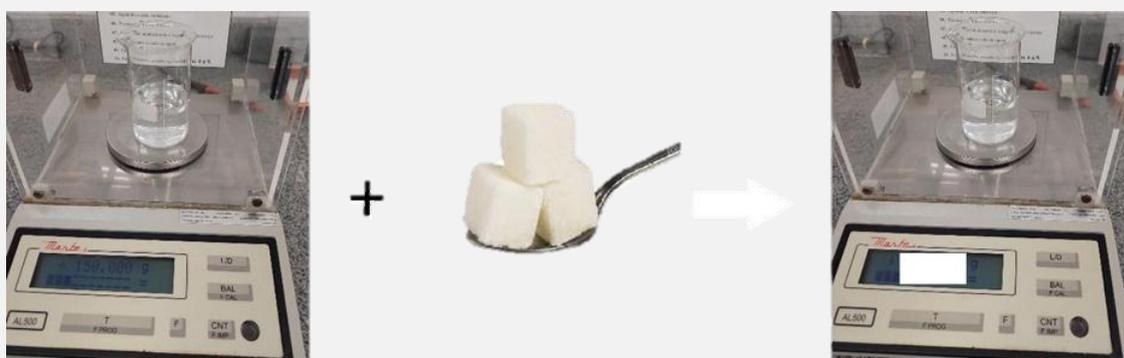
Figura 4 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)



Figura 5 - Alunos respondendo o pré-questionário (sondagem). Fonte: autora (2023)

Na questão 1 do pré-questionário foi apresentado um sistema representacional que propôs a adição de 10 g de açúcar a certa quantidade de água que foi previamente pesada (copo e água). Esta questão consta de dois itens, onde o item (a) solicita que os estudantes completem o esquema representacional indicando a massa total do sistema após adição do açúcar. A seguir pode ser vista a questão completa:

QUESTÃO 1: Uma certa quantidade de água foi colocada em um copo e sua massa foi determinada usando uma balança. A massa do copo e da água foi de 150 g. A seguir, 3 cubos de açúcar foram pesados separadamente, totalizando 10 gramas, e adicionados à água.



a) Preencha, no quadrinho acima, o valor da massa do copo com o seu conteúdo, ao final do processo descrito.

b) Explique o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água, após transcorridos alguns minutos.

Nessa proposição não há a necessidade de apresentar nenhum cálculo ou dissertar sobre o fenômeno, ou seja, essa questão foi elaborada para avaliar a compreensão dos estudantes sobre a conservação da massa no preparo de soluções. Segundo a TAS, é importante que o novo conhecimento se conecte a conceitos previamente presentes na estrutura cognitiva do aluno. No entanto, 15% dos estudantes atribuíram incorretamente a mesma massa inicial (150 g) ao sistema após a adição do açúcar, o que sugere que esses estudantes podem não ter compreendido que a massa total do sistema deve incluir o açúcar dissolvido.

Esse fato pode estar relacionado à dificuldade dos alunos em compreender fenômenos em níveis submicroscópicos, como observado por Mortimer (1994), que destacou a persistência de concepções alternativas ao longo do processo de ensino. Essa mesma dificuldade, ou seja, a crença de que o açúcar "desaparece" quando dissolvido foi apontada por SILVA, S. M., EICHLER, M. L; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. (2008) e reflete

uma compreensão incompleta das interações entre soluto e solvente, um aspecto que talvez precise ser abordado de forma mais direta nas aulas para facilitar uma aprendizagem a contextualização dos objetos do conhecimento. Na Figura 6, pode-se ver a resposta do estudante (A) a esta questão.

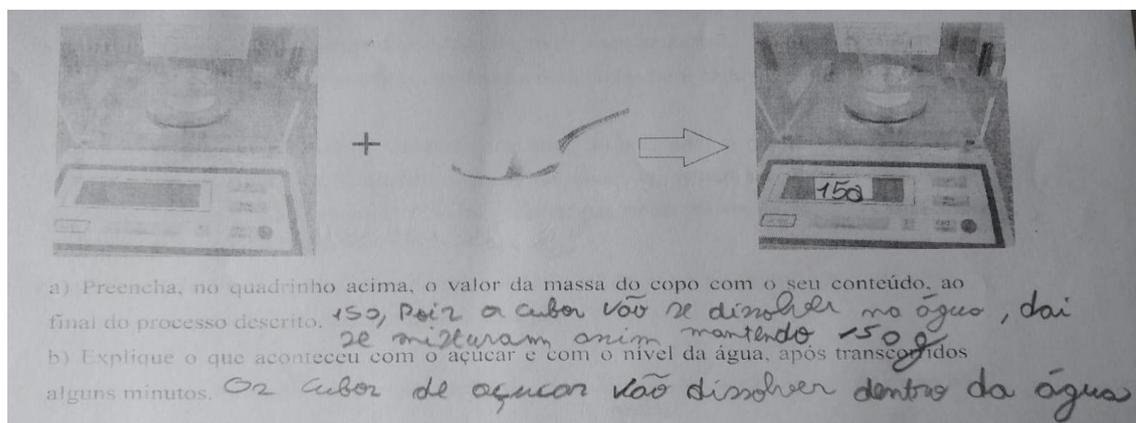


Figura 6 - Resposta do estudante ao pré-questionário. Fonte: autora (2023)

No item (b) da questão, os estudantes foram solicitados a justificar o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água após alguns minutos. Diferentemente do item (a), que demandava apenas uma resposta direta, este item exigia uma explicação conceitual sobre o fenômeno. Percebeu-se aqui que os estudantes apresentaram maiores dificuldades para elaborar a resposta, este fato nos mostra uma das principais dificuldades no ensino de Química, que é a compreensão dos conceitos de soluções, conforme categorizado por Ferreira (2010). Novamente, conforme Mortimer (1994) percebe-se que as concepções alternativas tendem a persistir ao longo dos anos, sendo de difícil modificação sem intervenções pedagógicas específicas.

Para analisar as respostas foi usado como base o conceito central utilizado pelos estudantes para explicar o fenômeno. Observou-se que por volta de 70% dos estudantes utilizaram o conceito de dissolução, expressando frases como: “O açúcar foi dissolvido pela água” ou “O açúcar dissolve-se na água”. No entanto, as respostas limitavam-se a uma compreensão macroscópica do processo, sem aprofundar as interações químicas que ocorrem a nível molecular, como as interações dipolo-dipolo e as ligações de hidrogênio entre a sacarose e as moléculas de água, que são fundamentais para a solubilização na fase aquosa, conforme descrito por Atkins e Jones (2001).

Nas demais categorias, que totalizam 30%, foram identificadas concepções alternativas e explicações equivocadas, como: “O açúcar não se dissolveu na água e foi para o fundo” ou “O açúcar ficou juntinho”. Essas respostas evidenciam uma compreensão limitada

e simplista do fenômeno, alinhada às dificuldades conceituais identificadas por Ferreira (2015) em relação à compreensão dos níveis submicroscópicos.

Além disso, a questão também abordou o efeito da dissolução do açúcar no nível da água e constatou-se que 61,5% dos estudantes acreditavam que o nível da água aumentaria com a adição do açúcar, demonstrando uma compreensão básica de que a adição de um soluto aumenta o volume da solução. Porém, 15,4% dos estudantes esperavam que o nível da água não mudasse, indicando uma dificuldade em associar a dissolução do açúcar à incorporação de massa no sistema. Essa dificuldade pode ser explicada pela falta de compreensão dos espaços intersticiais entre as moléculas de água e a interação soluto-solvente, conceitos essenciais que precisam ser abordados de forma mais efetiva na metodologia de ensino. (Junqueira 2015)

Por fim, 7,7% dos estudantes apresentaram a ideia de que o nível da água diminuiria após a dissolução do açúcar, uma concepção que se afasta significativamente do conhecimento científico estabelecido. Essas respostas reforçam a necessidade de um ensino que integre de forma mais eficaz os níveis macroscópico e microscópico, conforme proposto por estudos como os de Echeverría (1993) e Blanco, Bueno e Pérez (1997), que sugerem a utilização de modelos atômico-moleculares para promover uma compreensão mais profunda e integrada dos processos químicos.

A segunda questão do pré-questionário (que pode ser vista no parágrafo subsequente) tinha como objetivo analisar a compreensão do fenômeno de dissolução que os alunos trazem a partir das representações que eles elaboraram para explicar o processo de dissolução do sal de cozinha e de açúcar em água. Além disso, foi solicitado que eles explicassem o que existia entre as espécies quando em solução.

QUESTÃO 2: Partindo das seguintes representações para as substâncias:

a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:



Açúcar em água:

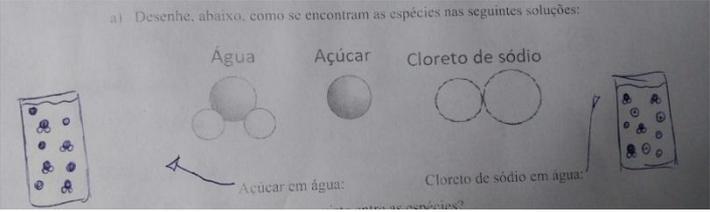
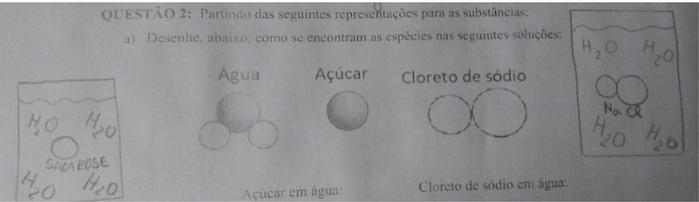
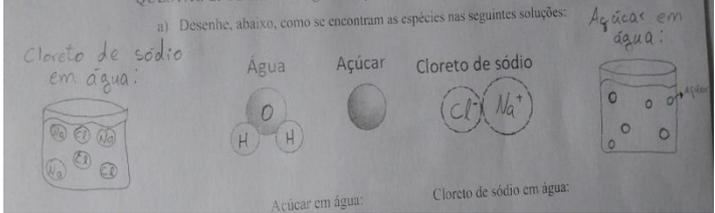
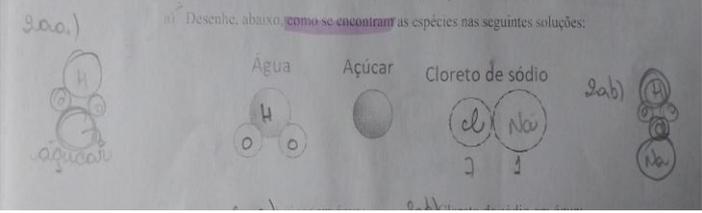
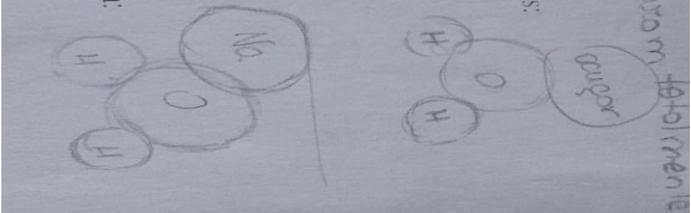
Cloreto de sódio em água:

b) Em ambos os casos, o que existe entre as espécies?

Esperávamos aqui, que os alunos diferenciasssem os processos de dissolução de compostos moleculares e de dissociação de agregados iônicos. No segundo item, pretendíamos que os estudantes comentassem o que existiria no espaço intersticial das espécies químicas, ou seja, se os estudantes manifestavam a noção de vazio e explicassem a dissolução das espécies em termos de um modelo científico levando em consideração as interações entre as espécies.

No quadro 4 são apresentadas algumas representações dadas pelos alunos.

Quadro 4 – Síntese dos desenhos representativos das soluções água e açúcar e água e sal

Estudantes	Representação água/açúcar e água/sal
Estudante A	 <p>a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:</p> <p>Água Açúcar Cloreto de sódio</p> <p>Água em água: Cloreto de sódio em água:</p>
Estudante B	 <p>QUESTÃO 2: Partindo das seguintes representações para as substâncias:</p> <p>a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:</p> <p>Água Açúcar Cloreto de sódio</p> <p>Água em água: Cloreto de sódio em água:</p>
Estudante C	 <p>a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:</p> <p>Água Açúcar Cloreto de sódio</p> <p>Água em água: Cloreto de sódio em água:</p>
Estudante D	 <p>a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:</p> <p>Água Açúcar Cloreto de sódio</p> <p>Água em água: Cloreto de sódio em água:</p>
Estudante E	 <p>a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:</p> <p>Água Açúcar Cloreto de sódio</p> <p>Água em água: Cloreto de sódio em água:</p>

Fonte: autora (2024)

É importante observar que aproximadamente um terço dos estudantes apresentou uma representação simplificada do fenômeno da dissolução, onde a proporção de moléculas de solvente é maior que a de partículas do soluto. Esse fenômeno, explicado por meio do conceito de solvatação, envolve a formação de uma camada de moléculas solventes ao redor das partículas do soluto, que é a forma como vemos nos livros didáticos. No entanto, quando os estudantes utilizam uma representação por unidades, percebe-se que o conceito de solvatação não foi adequadamente diferenciado e internalizado por eles.

De acordo com Ausubel (2003), é essencial que os novos conceitos se conectem de maneira significativa com a estrutura cognitiva preexistente do aluno. A ausência dessa conexão pode levar à memorização mecânica, onde termos e conceitos são utilizados sem a devida compreensão, o que foi evidenciado nas respostas dos estudantes. As justificativas fornecidas foram diversas e, em muitos casos, demonstraram uma indiferenciação dos conceitos, como "existe água", "troca de cargas, mas o cloreto interage muito mais", "ligações covalentes", entre outros. Estas respostas indicam que os alunos estão tentando integrar o novo conhecimento com suas ideias prévias, mas sem uma compreensão clara das interações moleculares envolvidas.

Dewey (1959), enfatiza que a aprendizagem deve ser um processo ativo, onde o aluno é incentivado a explorar e questionar os conceitos em estudo. No entanto, as respostas dos estudantes, como "o açúcar por ser um composto molecular é dissolvido em água sem sofrer ionização" e "o cloreto de sódio por ser um composto iônico se dissolve sofrendo ionização", mostram uma compreensão superficial e muitas vezes equivocada dos processos químicos. A confusão entre dissociação e ionização, amplamente difundida até em manuais didáticos (Silva et al., 2008), reflete a necessidade de uma abordagem pedagógica que vá além da simples exposição de conteúdo, proporcionando aos alunos oportunidades para reconstruir seus conceitos de maneira significativa.

As dificuldades de aprendizagem, como a não diferenciação dos conceitos de dissociação e ionização, são exemplares das barreiras que os estudantes enfrentam na compreensão dos fenômenos a nível microscópico. Mortimer (1994) aponta que as concepções alternativas são notoriamente resistentes à mudança e podem persistir ao longo do tempo, dificultando a aprendizagem significativa. Isso é particularmente evidente nas respostas dos estudantes que associam erroneamente conceitos como "existe uma mistura heterogênea em ambos os casos", indicando que a distinção entre as características de

compostos moleculares e iônicos ainda não foi plenamente compreendida.

Com a metodologia utilizada neste trabalho, que se baseia em atividades investigativas, pretende-se que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais profunda desses conceitos, mas é necessário que essa prática seja continuamente acompanhada de momentos de reflexão e sistematização, como proposto por Ausubel. A dificuldade em compreender fenômenos a nível microscópico, evidenciada pelas respostas dos estudantes, sublinha a importância de revisitar e reforçar esses conceitos ao longo do processo de ensino-aprendizagem, assegurando que os alunos possam integrar adequadamente esses conhecimentos ao seu repertório cognitivo. Além disso, como Dewey sugere, a reflexão sobre as experiências vividas é crucial para que os alunos possam transformar suas concepções e superar as dificuldades de aprendizagem que persistem.

Na questão que segue abaixo, o intuito é observar, se os estudantes conceituam corretamente soluções, diluições e misturas.

QUESTÃO 3: Considere que você possui um copo de água e um pacote de pó de suco. Com base nessa situação, responda às seguintes questões:

- a) O que é necessário fazer para que o pó de suco se dissolva completamente na água? Explique o processo de dissolução.
- b) Suponha que você adicione uma pequena quantidade de pó de suco à água e misture até que não haja mais partículas visíveis. Qual é o estado dessa solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.
- c) Agora, imagine que você continue adicionando mais pó de suco à mesma quantidade de água e misture até que não haja mais partículas visíveis, mas algumas partículas começam a se acumular no fundo do copo. Qual é o estado dessa nova solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.
- d) A temperatura da água afeta a dissolução do pó de suco? Explique como a temperatura pode influenciar a taxa de dissolução do pó de suco na água.

A compreensão dos conceitos de soluções, diluições e misturas é fundamental no campo das ciências, e pode ser facilitada por meio de exemplos do cotidiano, como a preparação de sucos em pó. A prática de dissolver o pó em água para criar uma bebida envolve o entendimento da concentração da solução, onde a quantidade de pó determina a intensidade do sabor e a cor do suco, citadas pelos estudantes. Além disso, a diluição pode ser observada ao adicionar mais água à mistura, resultando em uma solução menos concentrada.

De acordo com Silva (2011), "o uso de exemplos práticos e cotidianos é essencial para que o aluno desenvolva uma compreensão mais profunda dos conceitos teóricos". Esse exemplo simples, mas efetivo, demonstra como conceitos teóricos são aplicados de maneira prática, reforçando o aprendizado e a aplicação dos princípios químicos em situações comuns.

Segundo Araújo e Abib (2003), as atividades de verificação são realizadas para comprovar uma teoria, desta forma, constata-se que em sua maioria os estudantes já entendem que o fator de solubilidade do pó de suco em água dependerá da quantidade de solvente envolvida, quando citam: "Adicionar a quantidade proporcional de suco para quantidade de água" ou "saturada com corpo de fundo, quando é adicionado mais pó do que quando dissolveu todo anterior".

Quadro 5 – Respostas dos estudantes à questão 3: "O que é necessário para que o pó de suco se dissolva completamente na água?"

Um copo de água e um pacote de pó de suco.		
Pergunta	Estudantes	Respostas
(a) O que é necessário fazer para que o pó de suco se dissolva completamente na água?	E5, E11	<i>É necessário agitar a água com o pó para que facilite as ligações</i>
	E2, E3, E8, E9, E10, E12,	<i>Para dissolvê-lo completamente precisamos mexer. Mexer e agitar bem.</i>
	E6	<i>É necessário fazer o processo de dissolução, diluindo totalmente o sólido até que fique totalmente misturado com a água.</i>
	E1, E4, E7, E12	<i>Misturar e mexer, as partículas se organizam tentando se encaixar uma na outra.</i>
(b) Adicione uma pequena quantidade de pó de suco à água e misture até que não haja mais partículas visíveis. Qual é o estado dessa solução?	E2, E6, E9, E11, E12	<i>Saturada</i>
	E1, E3, E4, E5, E7, E8, E10, E13	<i>Insaturada</i>
(c) Partículas começam a aparecer no fundo do copo, Estado da solução?	E10	<i>Saturada com corpo de fundo.</i>
	Demais estudantes	<i>Supersaturada</i>

Fonte: autora (2024)

A temperatura do solvente desempenha um papel crucial no processo de dissolução de solutos, como o pó de suco. Quando a temperatura da água é elevada, as moléculas do solvente se movimentam mais rapidamente, aumentando a frequência e a energia das colisões entre as moléculas de água e as partículas de pó, o que acelera o processo de dissolução. Nesse contexto, a observação da influência da temperatura no processo de dissolução pode

ajudar os alunos a relacionar o conceito abstrato de solubilidade com suas experiências diárias. Assim, a temperatura da água não só afeta a velocidade com que o pó se dissolve, mas também pode influenciar a percepção do sabor, uma vez que a solubilidade dos componentes do sabor pode ser alterada. Pode-se notar conexões cada vez mais elaboradas (Ausubel, 2003), na Figura 7:

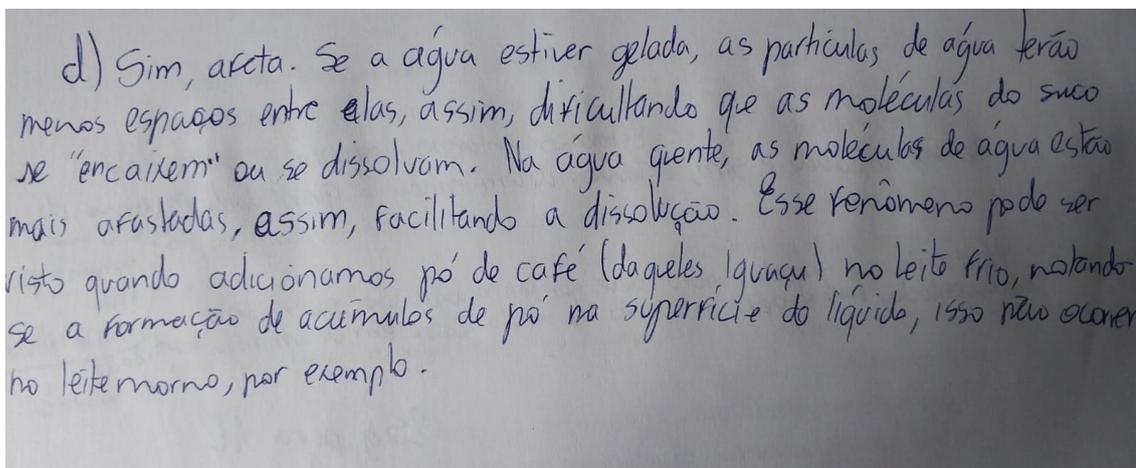


Figura 7 - Resposta da maioria dos alunos sobre a temperatura influenciar na solubilidade. Fonte: autora (2024)

A frase escrita pelo grupo, "sim, afeta. Se a água estiver gelada, as partículas de água terão menos espaços entre elas, assim, dificultando que as moléculas do suco se encaixem ou se dissolvem. Na água quente, as moléculas de água estão mais afastadas, assim, facilitando a dissolução. Esse fenômeno pode ser visto quando adicionamos pó de café (aqueles Iguacú) no leite frio, notando-se a formação de acúmulos de pó na superfície do líquido, isso não ocorre no leite morno por exemplo, aborda de forma intuitiva e prática o efeito da temperatura sobre a solubilidade. Este enunciado reflete a compreensão básica de como a energia térmica influencia a dinâmica molecular no processo de dissolução. Esse fenômeno reduz os espaços intermoleculares, tornando mais difícil para as moléculas do soluto (por exemplo, o pó de suco) se dispersarem e se dissolverem na água (ATKINS; JONES, 2001).

A análise desta frase simplifica um conceito termodinâmico, ilustrando de maneira acessível a relação entre temperatura e solubilidade. Esta compreensão é importante para os estudantes, pois conecta observações cotidianas com princípios científicos, promovendo a aprendizagem.

As questões 4 e 5 estão relacionadas a outra dificuldade, que é explicar a solubilidade molecular.

QUESTÃO 4: O que estamos tentando descobrir ao adicionar o pó de suco à água? Estamos determinando a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida nessa quantidade específica de solvente?"

Em sua totalidade, os alunos apresentaram uma compreensão avançada, explicando que a atividade tinha como objetivo determinar a solubilidade do pó em água, ou seja, a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em uma quantidade específica de solvente antes que a solução se sature. Esses resultados refletem a importância de métodos de ensino que conectem diretamente a prática com a teoria, como defendido por Dewey (2008), que enfatiza a necessidade de experiências educativas significativas para que os alunos desenvolvam uma compreensão profunda e aplicável dos conceitos. Ao envolver os alunos em atividades práticas que ilustram teorias científicas, promovemos um aprendizado mais profundo e contextualizado e defendido por Ausubel, promovendo um aprendizado significativo onde novos conhecimentos são construídos com base em conceitos previamente adquiridos.

QUESTÃO 5: "Quando medimos a quantidade de pó de suco não dissolvida, o que isso representa em relação ao coeficiente de solubilidade?"

As respostas dadas a respeito da questão analisada, foram comparadas ao conceito de cada tipo de solução presente na apostila de uso dos estudantes. Conceito dos diferentes tipos de soluções quanto à sua saturação presente nos livros mais utilizados pelos estudantes foi transcrito na íntegra, conforme podemos ver abaixo:

Solução saturada é aquela que está em equilíbrio com excesso de soluto, ou seria se estivesse presente excesso de soluto. O termo saturado denota a maior concentração de soluto que uma solução pode conter e estar em equilíbrio com alguma porção de soluto não dissolvido com o qual está em contato. Solução insaturada é aquela que tem uma concentração de soluto menor do que a de uma solução saturada. Um soluto adicional pode ser dissolvido em uma solução insaturada, até a solução tornar-se saturada. Solução supersaturada é aquela em que a concentração do soluto é maior do que a da solução saturada. A solução supersaturada é instável e seu soluto tende eventualmente a se cristalizar.

Existe, em geral, um limite para a quantidade de soluto que pode ser dissolvida em uma certa quantidade de solvente. Como um exemplo, o fato de somente 36,0 g de cloreto de sódio, a 20°C, poderem ser dissolvidos em 100 g de água pura. Se adicionarmos mais soluto, ele ficará depositado no fundo da solução. Dizemos que esta é uma solução saturada porque, na temperatura dada, não é possível dissolver qualquer quantidade adicional de soluto. Uma solução que contém soluto em quantidade menor que a necessária para a saturação é denominada solução não saturada (solução insaturada). É claro que, neste caso, ela pode dissolver mais soluto. Solução supersaturada é aquela que contém mais soluto do que o necessário para a saturação, a uma dada temperatura. RIBAS, J. F.; BROIETTI, F. C. D.; LEAL, L. P. V.; PASSOS, M. M. ACTIO, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 61-79, jul./set.

2017.

Da análise das respostas dos estudantes investigados emergiram 3 categorias. Essas categorias expressam a explicação das representações dos estudantes investigados quanto ao conceito de uma solução saturada, insaturada e supersaturada.

Na categoria 1 – Compreensão do conceito – encontram-se as respostas dos 76,92% dos estudantes que demonstraram compreender o conceito relacionado aos diferentes tipos de soluções quanto à sua saturação, quando escreve “excedente de soluto” para indicar o corpo de fundo e a “solução ideal” quando quer dizer solução saturada, como descrito a seguir:

E4: *“**Representa a quantia excedente de soluto na solução ideal**, o que poderá nos dar a quantia necessária para saturar ou supersaturar a solução”*. (grifo nosso)

E6: *“Isso representa o máximo de soluto que o solvente é capaz de dissolver naquele meio aquoso”*

Na categoria 2 – Compreensão parcial do conceito – estão as respostas dos estudantes que demonstraram compreender o conceito relacionado aos diferentes tipos de solução quanto à sua saturação, porém apresentaram explicações incompletas ou o uso incorreto ou simplista da linguagem química (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2007). Assim, o termo “tanto de pó para tanto de água” mostra que a linguagem do cotidiano influencia na linguagem científica, como observado no exemplo a seguir:

E13: *“Deve ser a medida **de tanto de pó para tanto de água**...conseguimos calcular a quantidade de água que precisa dissolver o pó em certa temperatura”*. (grifo nosso)

Por sua vez, na categoria 3 – Não compreensão do conceito – foram alocadas as respostas dos estudantes, 7,69%, que demonstraram não compreender o conceito relacionado aos diferentes tipos de soluções quanto à sua saturação, apresentando erros conceituais e, na categoria.

E1: *“A saturação do produto, tendo em vista que foi adicionado + soluto que o necessário”*

A última questão investigada no pré-questionário, é sobre a quantificação ao longo do estudo das Soluções;

QUESTÃO 6: Fazendo uma observação da embalagem do suco em pó, você seria capaz de informar:

- a) Quais são as condições para esta solução ser saturada?
- b) Qual seria a concentração da solução se preparássemos o suco com 600mL de água?

Esta última questão traz à tona a grande dificuldade dos estudantes de Ensino Médio com relação ao entendimento do Ensino de Soluções e suas quantificações. Em relação à resposta para quais condições a solução deveria ser saturada, apenas 3 estudantes dos 13, conseguiram responder que seria 1L para 25g como consta na embalagem.

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelos alunos ao estudar o conceito de solubilidade é identificar e explicar o ponto em que uma solução se torna saturada. Muitos alunos têm dificuldade em reconhecer que, ao adicionar uma quantidade crescente de soluto, chega-se a um ponto em que o solvente não consegue mais dissolver o soluto adicional. Esse conceito abstrato pode ser difícil de visualizar sem uma compreensão clara das interações moleculares subjacentes. Alguns alunos podem continuar a adicionar soluto, o que na pesquisa demonstrou 30,76%, esperando que ele se dissolva, sem perceber que a solução já atingiu sua capacidade máxima de dissolução.

Como Maria de Carvalho (2015) aponta, "a compreensão de conceitos como saturação exige que o aluno faça a conexão entre observações empíricas e a teoria molecular, o que pode ser um desafio sem um apoio pedagógico adequado". Essa dificuldade evidencia a necessidade de estratégias didáticas que integrem experimentação prática e reflexão teórica, como as defendidas por Dewey, que enfatizam a importância de experiências de aprendizado que relacionem diretamente a teoria com a prática. Ao abordar o conceito de saturação, é essencial proporcionar aos alunos oportunidades de experimentação controlada, onde possam observar o processo e discutir suas observações à luz dos princípios teóricos.

Essas constatações corroboram aos estudos de Echeverría (1993) e Blanco, Bueno e Pérez (1997), quando apresentam em suas investigações a dificuldade de estudantes na utilização de um modelo atômico molecular para explicar o processo de dissolução e a falta de compreensão e de uso de uma linguagem química para expressar com clareza esse mesmo processo. Em contrapartida 69,2 % dos estudantes relatam que para solução ser ideal, deve-se adicionar a quantidade de 25g do pó de suco em 1L de água, relatando que se deve seguir à risca o que consta no pacote.

Quanto ao conceito dos diferentes tipos de soluções, é notável que os estudantes não

possuem o vocabulário necessário e específico para explicar o conceito de uma forma mais aprofundada. O professor diante das dificuldades apresentadas pelos estudantes busca através da Experimentação Investigativa poder conduzir a aula de forma a (re)significar estes conceitos.

6.2. ENCONTRO 2 – ANÁLISE DE RÓTULOS DE DIFERENTES ÁGUAS MINERAIS (Abertura 1 – Nível 2)

No segundo encontro foi desenvolvida uma atividade investigativa nos níveis A1 e N2 conforme Tamir (1991) e Silva (2011), onde os estudantes realizaram a análise de rótulos de diferentes águas minerais. Nesta atividade os alunos organizaram e formularam ideias sobre resoluções de problemas, tangenciando características investigativas. Ou seja, segundo Silva (2011) o papel do professor foi elaborar o problema e os procedimentos (Silva, 2011) e aos estudantes cabe elaborar as conclusões, enquanto para Tamir (1991), no nível A1, os alunos têm liberdade de elaborar as hipóteses e fazer a coleta e análise de dados para a elaboração de conclusões. Dessa forma, procuramos mesclar as duas propostas, onde foi elaborado um problema e um procedimento por parte do professor, mas que permitisse aos alunos formularem hipóteses antes de realizar o procedimento e, que após a coleta dos dados eles fossem capazes de propor uma conclusão.

No primeiro momento da aula foi entregue rótulos de diferentes águas minerais, para que eles analisassem a partir dos questionamentos apresentados (a descrição detalhada está no Apêndice 02):

Analise os rótulos das diferentes águas disponíveis no comércio.

Analise os rótulos das diferentes águas disponíveis no comércio.

Características Físico-Químicas na Fonte	
pH a 25°C	8,58
Temperatura da água na fonte	28,5 °C
Condutividade a 25°C	381 µS/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	232,60 mg/L
Composição Química (mg/L)	
Bicarbonato	208,22
Fluoreto	1,55
Cálcio	5,49
Magnésio	4,68
Sódio	78,00
Sulfato	8,1
Lítio	0,057
Potássio	1,16
Contem Fluoreto	
Classificação	
Água Mineral Alcalino-Bicarbonatada, Fluoretada, Lítinada, Hipotermal na Fonte	

Classificação: Água Mineral Fluoretada, Hipotermal na Fonte.			
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)			
Bário	0,091	Bicarbonato	36,39
Estrôncio	0,076	Fluoreto	0,07
Cálcio	5,750	Nitrato	10,06
Magnésio	2,420	Cloreto	2,66
Potássio	4,780	Brometo	0,02
Sódio	5,200		
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS			
pH a 25°C		6,10	
Temperatura da Água da Fonte		26,1°C	
Condutividade a 25°C		92,4 µS/cm	
Resíduo de Evaporação a 180°C, calculado		91,45 mg/L	
ANÁLISE Nº 119/LAMIN/CPRM-SP, DE 02/06/2014.			

Água Mineral Natural	
Composição Analítica Típica:	
Resíduo Seco (180°C)	34,0±4 mg/l
pH (18°C)	6,0
Em mg/l:	
Silica	9,6±2
Bicarbonato	8,0±0,8
Cloreto	4,2±0,4
Sulfato	1,0±0,2
Sódio	4,1±0,4
Cálcio	1,3±0,3
Potássio	0,6±0,1
Muito pouco mineralizada	
Nome da Nascente: Fastio	
Local de Exploração e Engarrafamento:	
Água do Fastio - Comercio e Engarrafamento de Águas Minerais, S.A.	
QUADROUROS 4840-050,	
VILAS DE BOURO, PT	
Tel: 257 35 90 40	

Ao analisar os rótulos desses dois tipos de água, você consegue ver diferenças em suas composições? Quais são elas? Seria possível acender uma lâmpada com estas diferentes águas? A quantidade de sal na água influenciará na condutibilidade elétrica?

Foi estipulado um tempo para que os alunos manipulassem e explorassem os materiais que receberam e após os grupos levantaram as seguintes hipóteses para solucionar o problema, através da descrição das falas abaixo (as mesmas falas estão registradas em seus diários de bordo):

E1: *“Na é sal?”*

Este aluno relaciona o símbolo químico "Na" ao sal, o que revela uma compreensão básica, porém imprecisa, da química. O sódio (Na) é um elemento que, quando combinado com cloro (Cl), forma o cloreto de sódio (NaCl), o sal de cozinha comum. No entanto, o sódio isolado não é sal, mas sim um componente essencial do sal. Essa confusão pode ser comum entre alunos que estão começando a aprender química, especialmente em um contexto onde os elementos químicos são introduzidos (LORENZO, 2005).

E3: *“Magnésio, potássio são minerais que estão dentro da água.”*

A resposta de E3 indica uma boa compreensão de que minerais como magnésio e potássio são componentes naturais da água mineral. Estudos mostram que a exposição dos alunos a conceitos de química aplicada, como a mineralização da água, pode melhorar sua compreensão sobre a composição de substâncias comuns e seu impacto na saúde (OLIVEIRA et al., 2010).

E6: *“Qual é a diferença entre água mineral e água mineral fluoretada?”*

E2: *“Nem sabia que tinha águas diferentes?”*

A maioria dos alunos nos grupos: *“Observa que se tem muito sal na água é provável que acenda a lâmpada.”*

Essas respostas demonstram diferentes níveis de compreensão científica entre os alunos, refletindo a importância de os alunos estarem inseridos em situações de pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. (POZO, 1998, apud, FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2009).

Como os alunos já tinham o conhecimento das ligações iônicas e entendem que quando existem elétrons livres na solução, a mesma é boa condutora de eletricidade, todos os alunos prontamente afirmaram que água com altos níveis de sal na água, conduzem corrente, evidencia um conhecimento prévio sobre o assunto, tornando a pesquisa ainda mais fidedigna no parecer dos níveis de abertura esperados.

A etapa seguinte consiste na resolução do problema pelos alunos a partir de um procedimento fornecido pelo professor. Aqui, o experimento possui função de verificação,

porém a partir de uma exploração conceitual inicial.

Procedimento experimental:

O equipamento foi desenvolvido interdisciplinarmente na aula de Física, e os trios construíram os equipamentos para usar no teste de condução.



Antes de iniciar a parte experimental é importante seguir algumas recomendações:

- Não tocar nos eletrodos (fios desencapados), simultaneamente quando o dispositivo estiver conectado à bateria.

- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.

- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

a) Adicionar em cada um dos 4 béqueres, disponíveis sobre sua bancada, as seguintes substâncias:

Béquer 1: 20 mL de água mineral

Béquer 2: 20 mL de água adicionada de sais

Béquer 3: uma ponta de espátula com sacarose em 20 mL de água mineral

Béquer 4: uma ponta de espátula com cloreto de sódio em 20 mL de água mineral

b) Em seguida, conectar uma lâmpada incandescente 7 W e ligar o aparelho em uma bateria de 9 V.

c) Após, mergulhar os fios em cada um dos materiais, deixando-os afastados por aproximadamente 3 cm um do outro. Anote os resultados na tabela.

Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral		
Água adicionada de sais		

Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Sal (NaCl)

Após o experimento os alunos se reuniram para anotar e discutir suas conclusões, comprovando o nível de abertura A1, onde o professor entrega o problema e o procedimento e os alunos em conjunto chegam às conclusões, segundo Tamir (1991). Porém, neste momento de observação, o professor notou que um grupo de alunos explorou os dados obtidos na atividade prática exigindo de si conclusões plausíveis, o que os eleva do nível 2, para nível 3, o que torna a pesquisa muito efetiva.



Figura 8 - Grupo 1: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral	não	não tem e ⁻ livres
Água adicionada de sais	sim	tem e ⁻ livres
Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	não	não tem e ⁻ livres
Sal (NaCl)	não	não tem e ⁻ livres

Para pensar:

- 1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.
- 2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

1) pois nem todos possuem e⁻ livre.
 ↳ ~~em~~ íônicos em meios aquosos polar
 ↳ ~~em~~ metálica

2) quantidade de e⁻ livres
 ↳ formam como se fosse uma "rede"

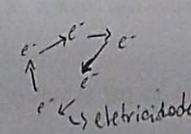


Figura 9 - Grupo 1 – Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Ao investigar como as diferenças na intensidade do brilho da lâmpada são influenciadas por diferentes soluções, os alunos utilizaram misturas de NaCl, sacarose em água, água mineral e água com sais para avaliar a intensidade luminosa. O grupo 1, Figura 9, sugeriu que a variação no brilho poderia ser explicada pela "quantidade de elétrons livres". Esta resposta reflete uma tentativa de conectar o conceito de condutividade elétrica com a observação prática do brilho da lâmpada.

A intensidade do brilho de uma lâmpada, quando conectada a uma solução, está diretamente relacionada à condutividade elétrica da solução. Soluções que contêm íons livres, como o NaCl (sal de cozinha), são boas condutoras de eletricidade e, portanto, permitem a passagem de mais corrente elétrica através da lâmpada, resultando em um brilho mais intenso. Em contraste, soluções de sacarose em água, que não dissociam em íons, têm uma

condutividade elétrica muito menor e, portanto, produzem um brilho mais fraco. A água mineral e a água com sais também apresentam condutividades diferentes, dependendo da presença e da concentração de íons.

A resposta do Grupo 1, sobre a "quantidade de elétrons livres" pode ser vista como um reflexo inicial da compreensão dos conceitos relacionados à condutividade elétrica. Entretanto, para uma explicação mais completa, é necessário entender que a condutividade elétrica é mais precisamente relacionada à presença de íons em solução, que são os verdadeiros responsáveis pelo transporte de carga elétrica. Como Carvalho (2015) observa, "a compreensão da condutividade elétrica exige uma conexão clara entre as propriedades das soluções e o conceito de transporte de carga".

Portanto, para uma compreensão mais precisa, é essencial que os alunos relacionem a condutividade das soluções com a presença de íons e a sua capacidade de permitir o fluxo de corrente elétrica. Essa abordagem alinhada com as práticas de ensino de Dewey (1959), que defendem a importância de conectar teoria e prática, pode ajudar a superar essas lacunas de entendimento e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos.



Figura 10 - Grupo 2: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral	sim	porque quanto os sais em minerais ele conduz a electricidade porque...
Água adicionada de sais	sim	sim
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	NÃO	porque ele é covalente
Sal (NaCl)	NÃO	porque ele não tem os minerais que ajudam a conduzir a electricidade...

Para pensar:

1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.

2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

Figura 11 - Grupo 2 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Neste grupo, a condutividade elétrica é determinada pela presença e pela mobilidade dos íons na solução. O NaCl, ao se dissolver em água, dissocia-se em íons Na^+ e Cl^- , que são responsáveis por conduzir a corrente elétrica e, portanto, causam um brilho mais intenso na lâmpada, Figura 12.



Figura 12 - Grupo 3. Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral	NÃO	Não possuem e^- livres
Água adicionada de sais	SIM	Possuem e^- livres
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	NÃO	Não possuem e^- livres
Sal ($NaCl$)	SIM	Possuem e^- livres

Para pensar:

- 1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.
- 2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

1- Pois alguns materiais possuem elementos com e^- livres.

2- A intensidade do brilho está relacionada com a quantidade de sais diluídos na água. Quanto mais diluído o sal, mais intenso será o brilho.

Figura 13 - Grupo 3 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Quando o grupo 3, Figura 13, indicaram a "intensidade de sais" como uma explicação para as diferenças na intensidade do brilho da lâmpada, estavam se referindo a um aspecto importante, mas um pouco impreciso do conceito de condutividade elétrica. A ideia de "intensidade de sais" pode ser interpretada como uma tentativa de explicar como a quantidade de sais dissolvidos em uma solução afeta sua capacidade de conduzir eletricidade e, portanto, o brilho da lâmpada.

Para uma descrição mais precisa, seria mais adequado utilizar o termo "concentração de íons" ou "concentração de sais", já que a condutividade elétrica é diretamente proporcional à concentração de íons na solução. De acordo com Dewey (2008), "a aprendizagem efetiva

ocorre quando os conceitos científicos são apresentados de forma clara e precisa, permitindo que os alunos conectem suas observações experimentais com a teoria". Portanto, é essencial que os alunos entendam que a condutividade, e, portanto, a intensidade do brilho, está relacionada à quantidade e mobilidade dos íons presentes, e não meramente à "intensidade de sais".

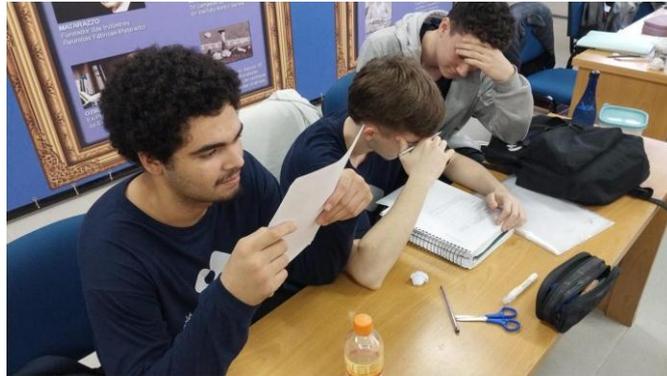


Figura 14 - Grupo 4: Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral	✓	para ser conduzido ou não tem elétrons livres
Água adicionada de sais	✓	Moléculas com ca e tem elétrons livres = conduz
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	✗	Moléculas covalentes (não tem elétrons livres)
Sal (NaCl)	✓	Moléculas iônicas e tem elétrons livres = conduz

Para pensar:

- 1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.
- 2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

1- Pois alguns materiais como propiciam a liberdade de elétrons; que elétrons que não conduzem, possuem os elétrons presos aos núcleos dos átomos.

2- Quanto mais elétrons livres, propiciados de cada material condutor.

Figura 15 - Grupo 4 - Sistematização dos conceitos a partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses. Fonte: autora (2024)

Com base nas respostas dos alunos, foi possível construir o gráfico apresentado na Figura 16.

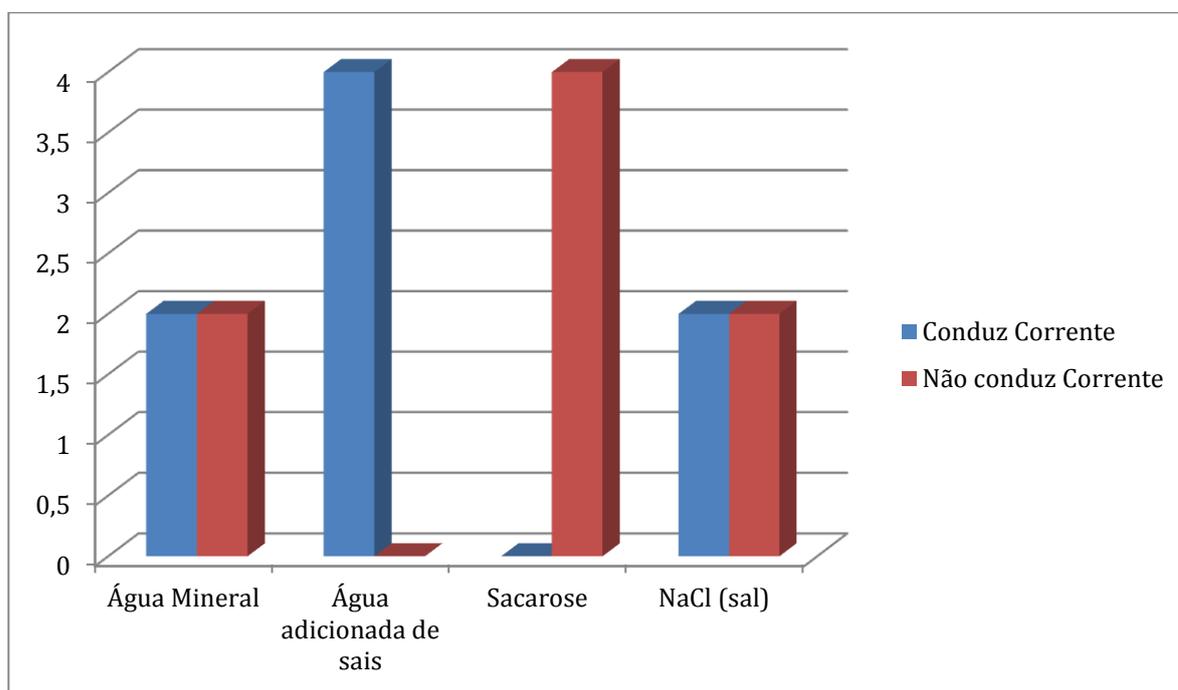


Figura 16 - Gráfico de respostas dos alunos em vista da experimentação. Fonte: autora (2024)

Avaliando os resultados percentuais apresentados no gráfico, a primeira observação a ser analisada é a questão de que dois grupos indicaram que o sal conduz corrente elétrica. Fazendo as escutas dos áudios gravados durante a aula, pode-se observar que as discussões permeavam no sentido de, misturados em água conduzem e sólidos não como evidenciaram na prática. A análise mais importante é que os alunos percebem nitidamente que sais adicionados à água conseguem acender a lâmpada e ainda percebem a diferença do brilho na lâmpada.

O papel do educador nesta etapa foi incentivar e pedir que os alunos mostrassem que estão fazendo, criando condições para que refaçam mentalmente suas ações e as verbalizem (FEY; 2021), aqui foi importante perguntas como: “você está observando algum padrão, ou tendência?” “Por que acende ou não a lâmpada?” “Ao adicionar mais sal, ocorre alguma modificação, em caso afirmativo, por quê?”

Ao decorrer dos questionamentos, os estudantes foram capazes de em seus diários de bordo fazer os ajustes e equívocos depois da entrega das folhas impressas para a professora. Este fator de “se dar conta” já evidencia o processo de aprendizagem e de ressignificação do estudo de Química.

6.3. ENCONTRO 3 – TOMADA DE CONSCIÊNCIA

O encontro 3 inicia com o professor organizando a classe em círculo e tem o intuito da tomada de consciência, ou seja, este foi o momento em que os estudantes compartilharam suas observações, interpretações e conclusões. De acordo com a análise das escritas nos relatórios individuais, pode-se concluir, que no início da aplicação do experimento de condutividade elétrica, que é classificado por Araújo e Abib (2003) como de verificação, os estudantes apresentaram dúvidas em como a lâmpada iria acender colocando os fios na solução, de modo que eles não se tocassem.

Previamente ao procedimento, a maioria dos estudantes identificou que o sal sólido poderia ser um condutor elétrico por apresentar o cloreto de sódio em sua composição, evidenciando o não conhecimento do conceito de condutividade. Porém, tiveram a percepção de que o composto cloreto de sódio, presente no sal, apresentava íons apenas em solução aquosa, fazendo assim a lâmpada se acender, constituindo a ideia de Dewey (1959) sobre o pensamento crítico e a experiência.

Outro ponto a ser registrado é sobre a água mineral que pode conduzir corrente elétrica, mas a sua capacidade de condução é relativamente baixa em comparação com soluções eletrolíticas mais concentradas. Este fato tornou a resposta aos questionamentos, como visto na Figura 13, um pouco ambígua, pois nos relatos os estudantes dizem “a lâmpada acendeu bem pouquinho” e outros relatam que não acendeu. Ao longo das discussões e do auxílio mínimo da professora, eles constataram e chegaram a um acordo, que a lâmpada não acendeu.

Após o debate no grande grupo sobre a experimentação, os alunos voltaram à escrita de seus relatórios individuais e ao final entregaram como forma avaliativa do processo seus relatórios.

6.4. ENCONTRO 4 – FORMALIZAÇÃO DOS CONCEITOS – AULA EXPOSITIVA E USO DO SIMULADOR PHET (Sala de aula invertida)

Neste encontro os alunos fizeram a formalização dos conceitos microscópicos e fatores de condutibilidade através da metodologia de aprendizagem ativa chamada Sala de aula invertida, que consistiu, a retomada dos conceitos usando o simulador *phet*, o detalhamento do roteiro encontra-se no apêndice 4.

Em toda a sequência fez-se necessário ensinar os conceitos relacionados ao tema e

aproximar os estudantes das aulas, para discutir sobre as espécies químicas (elementos químicos), representações (símbolo químico), formação de íons (dissociação química e a forma como a planta absorve os macronutrientes e micronutrientes).

A Sala de Aula Invertida ocorreu em um ciclo de três momentos: antes, durante e depois da aula, como apresentado na Figura 17.

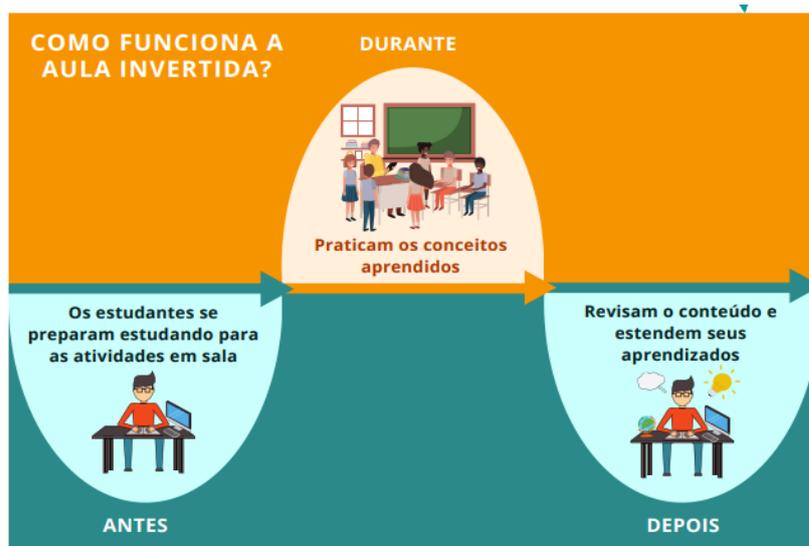


Figura 17 - Etapas da sala de aula invertida - Fonte: adaptado EdTech (2020).

Neste encontro, a professora pediu que os alunos acessassem o simulador phet, disponível no link: https://phet.colorado.edu/pt_BR/, e entregou a cada aluno um roteiro para a ser seguido (Apêndice 4), para retomar o conceito de solução e o efeito da quantidade de soluto na concentração da solução. Foi solicitado que cada estudante anotasse todas as dúvidas para serem esclarecidas na próxima aula.

Ao longo do encontro seguinte, o professor observou que os alunos estavam atentos e se questionavam quanto:

- a) Como a solubilidade muda com a temperatura ou a saturação da solução.
- b) Se remover líquido e ele evaporar altera algo na concentração.
- c) Surgiram muitas dúvidas sobre como calcular a quantidade de matéria, e a relação com a massa em gramas.

6.5. ENCONTRO 5 – DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DO KCl – (A2 e N3)

No quinto encontro, foi proposto um novo problema, como forma de praticar os conceitos aprendidos (2º passo na realização da sala de aula invertida), com nível de abertura

A2, conforme Tamir, 1991 e N3 segundo Silva, 2011.

Neste caso, o questionamento apresentado foi sobre a determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas da nossa região, entre 5 °C e 15 °C. Os alunos receberam a situação problema e em grupos analisaram e discutiram várias hipóteses para sua resolução.

O cloreto de potássio é o adubo utilizado para reposição do potássio no solo. Esse sal é muito solúvel em água e fornece altos teores de íons K^+ . Entretanto, a solubilidade de um sal é bastante afetada pela temperatura (T_{ideal} para o KCl: 20 °C). Porém, no nosso inverno, essa aplicação ocorre em temperaturas mais baixas (entre 5 °C e 15 °C).

A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas de nossa região que é rica em videiras é importante para os agricultores e, conseqüentemente, para economia local. Sendo assim, qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre 5 °C e 15 °C? Como essas baixas temperaturas podem afetar no propósito da adubação?

No nível N3 espera-se que o aluno explique a resolução de problemas utilizando conceitos já conhecidos ou relembrados (resolução não fundamentada por tentativa) e quando necessário represente o problema com fórmulas ou equações, além de identificar ou estabelecer processos de controle para a seleção de informações. Assim, a primeira questão buscava identificar o problema de pesquisa. As respostas dos estudantes estão apresentadas no quadro 7.

Quadro 6 - Respostas dos estudantes ao questionamento.

Grupos	Hipóteses geradas à pergunta: <i>Qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre 5 °C e 15 °C?</i>
Grupo 1	Utilização do cloreto de potássio no inverno e sua solubilidade; Poucos grupos de fertilizantes;
Grupo 2	Determinação da temperatura de solubilidade deste adubo no inverno.
Grupo 3	Não solubilidade do adubo em baixas temperaturas; O que ocorre com o adubo que não solubiliza no solo?
Grupo 4	Muita demanda e pouca produção de fertilizantes; Não há formação de íons em baixas temperaturas.

Fonte: autora (2024)

Os estudantes descrevem a preocupação da solubilidade do KCl em baixas temperaturas. Assim, os estudantes observam e relatam o fenômeno em uma dimensão visual que é perceptível a eles. Pauletti et al. (2014), afirmam que a visualização do fenômeno a olho nu pode facilitar a aprendizagem e a compreensão do ponto de vista macroscópico,

microscópico e representacional.

Em seguida, os alunos nos grupos discutiram sobre os conhecimentos necessários para responder o problema de pesquisa, quadro 8. Em áudio gravado durante a aula, os alunos fizeram as seguintes colocações:

Quadro 7 - Respostas dos estudantes aos conhecimentos necessários para resolução do problema de pesquisa: Solubilidade do KCl. (áudios)

Grupos	Respostas aos conhecimentos necessários para a solubilidade do KCl.
Grupo 1	<i>“É preciso conhecer as propriedades dos elementos.”</i> <i>“A quantidade de massa faria diferença na solubilidade?”</i>
Grupo 2	<i>“Uma quantidade de massa de KCl varia conforme sua temperatura.”</i>
Grupo 3	<i>“Saber o comportamento da solubilidade em relação à temperatura varia a quantidade de massa em determinada quantidade de solvente.”</i>
Grupo 4	<i>“É preciso saber a fórmula da solubilidade.”</i>

Fonte: Autora (2024)

Sabendo que a variação da capacidade de solubilidade, em função da temperatura, é conhecida por curva de solubilidade e que a maioria das substâncias sólidas têm o seu coeficiente de solubilidade aumentado com o aumento da temperatura, os estudantes foram conduzidos ao laboratório para realizar a coleta de dados, necessária para construção da curva de solubilidade do cloreto de potássio, seguindo um roteiro pré-estabelecido no Apêndice 05.

No laboratório os alunos em grupos, dirigiram-se ao local das balanças e pesaram em papel encerado 3,00 g de cloreto de potássio e transferiram cuidadosamente o sal para o tubo de ensaio e repetiram o mesmo procedimento para mais três medidas do sal como mostra a tabela 4, abaixo ou inserida no apêndice A5. Com uma proveta, os estudantes transferiram 10 mL de água destilada para cada tubo de ensaio, agitaram com bastão de vidro e reservaram. Neste momento os grupos organizaram um dentro de um copo de bécker de 150 mL com água, os tubos de ensaio e em banho Maria aqueceram até a completa dissolução do sal em cada tubo de ensaio.

Ao término da dissolução do sal, os integrantes dos grupos colocaram os tubos de ensaio numerados, um de cada vez, em um bécker de 250 mL com água e gelo em seu interior e mediram a temperatura em que visualizaram a formação do primeiro cristal (recristalização) e anotaram as respectivas temperaturas na tabela abaixo.



Figura 18 - Experimentação afim de observarem e relatarem o fenômeno em uma dimensão visual. Fonte: Autora 2024.

Quadro 8 - Resultados obtidos para as temperaturas de recristalização do KCl em cada grupo.

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	3,00	10	20 °C	24 °C	24 °C	20 °C
2	3,25	10	20 °C	28 °C	28 °C	26 °C
3	3,50	10	26 °C	29 °C	30 °C	28 °C
4	3,75	10	33 °C	33 °C	32 °C	33 °C

Fonte: autora (2024)

6.6. ENCONTRO 6 – CONSTRUÇÃO DA CURVA DE SOLUBILIDADE E A INTERDISCIPLINARIDADE.

Nesta etapa da SEI se fez um momento interdisciplinar com matemática, a fim de melhorar o entendimento sobre a curva de solubilidade do cloreto de sódio, o que para Ausubel (2003), é onde os estudantes fazem reflexões mais elaboradas e que corroboram com os estudos de Dewey (1959), que a compreensão está vinculada às atribuições de significados

quando produzidos pelos estudantes.

Durante a aula, um dos estudantes relata:

Eu fiz o coeficiente de solubilidade, a cada 10 g de água, de acordo com a variação de temperatura. A solução é saturada quando o coeficiente de solubilidade é igual a quantidade de soluto dissolvido. Por exemplo, se essa dada temperatura o coeficiente é 3 g de soluto a cada 10 g de água, nessa solução tem exatamente 3 g de soluto em 10 g de água. A solução é insaturada quando a quantidade de sal dissolvido é menor que o coeficiente de solubilidade. E uma solução é supersaturada quando a quantidade de soluto é maior que a do coeficiente de solubilidade, eu tenho uma quantidade de soluto maior dissolvida do que o coeficiente de solubilidade. (E6).

Para Pelizzari (2002) o aprender apresenta diversas vantagens, pois relaciona e constrói novas informações baseadas em conhecimentos já existentes, como representada na Figura 20, onde os estudantes analisam e interpretam dados obtidos através do processo experimental e formalizam conceitos.

Com a intencionalidade da interdisciplinaridade e da melhor compreensão dos conceitos, logo das habilidades, os estudantes participaram de uma aula conjunta de matemática e química, onde as professoras orientaram o desenvolvimento da etapa da SEI.

Inicialmente a professora pesquisadora iniciou a fala com os curiosos estudantes sobre os dados que eles obtiveram durante a experimentação para determinação da solubilidade do cloreto de potássio, lembrando-os que a quantidade de soluto necessária para formar uma solução saturada em certa quantidade de solvente é conhecida como solubilidade daquele soluto e que a solubilidade da maioria dos solutos sólidos na água aumenta à medida que a temperatura da solução aumenta, como se pode observar nos dados obtidos através da experimentação realizada.

Como os alunos já tinham uma prévia noção de que os modelos matemáticos podem ser formulados de acordo com a natureza dos fenômenos e classificados de acordo com o tipo de informações fornecidas, a professora de matemática, indagou os estudantes sobre qual modelo representaria matematicamente a solubilidade do cloreto de potássio em água. Como resposta à pergunta os estudantes receberam folhas quadriculadas, os dados obtidos na experimentação e lhes foi pedido para que construíssem uma representação matemática de massa x temperatura, como se observa na Figura 19.

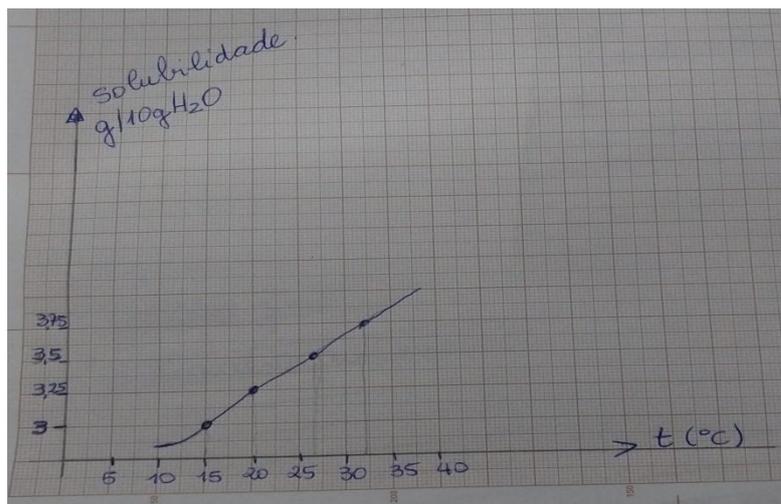


Figura 19 - Curva de solubilidade construída pelo grupo 1. Fonte: autora (2024)

Essa representação gráfica corresponde a mudança de solubilidade com a temperatura verificada em diversas substâncias (representação gráfica do coeficiente de solubilidade). Esse tipo de representação do estudante evidenciando através do gráfico e relacionando com o que fizeram no simulador phet, que a curva mostra 3.75 g em 10 g de água, requer uma temperatura de cerca de 30°C para ser completamente dissolvida, como foi visto nas escritas do diário de bordo.

No livro didático dos alunos utilizado como referencial teórico nesta investigação para a definição do conceito dos diferentes tipos de soluções quanto à sua saturação, encontramos apenas representações gráficas a respeito do coeficiente de solubilidade de outros sais.

Ao fim do encontro, ocorreu a formalização dos conceitos através da sistematização (N3) da aprendizagem dos grupos através da contextualização utilizando textos sobre misturas, solubilidade, soluções e fatores que afetam a solubilidade, apresentados no apêndice F e encerrou o encontro fazendo com que os grupos apresentassem seus gráficos de solubilidade e devidas interpretações para os colegas e recolheu os mesmos como forma de avaliação.

6.7. ENCONTRO 7 – A QUÍMICA DO SUCO ARTIFICIAL (A3 N4)

Na análise da questão, “Se tivesse que escolher entre um suco natural e um industrializado para consumir, qual você escolheria e por quê?”, apresenta-se ao estudante um novo problema, porém, com uma nova abordagem. O intuito neste encontro foi explorar dados obtidos de atividade investigativa (Nível A3 e N4) utilizando diferentes sucos.

De acordo com a primeira tempestade de ideias em relação ao tema abordado, a partir da resposta dos alunos foram criadas duas categorias: melhor para a saúde (Saúde) e a outra relacionada ao tempo de preparo (Tempo), ambas representadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Categorias das respostas relacionadas às manifestações dos estudantes.

Categoria	Unidades de análise	Frequência
Saúde	“O natural, porque possui mais nutrientes favoráveis para a nossa saúde.”	12
Tempo	“Industrializado, porque eles já vêm praticamente prontos como todos os elementos necessários, para ter o sabor perfeito da fruta.”	1

Fonte: autora (2024)

Na categoria “Saúde”, os estudantes escolheram o suco natural por causa dos benefícios que este tem em comparação com o industrializado e devido o sabor mais presente da fruta.

É visível a preocupação dos estudantes sobre os maléficos dos aditivos químicos que fazem parte da composição dos sucos industrializados (maior parte das respostas - quadro acima) e ainda conseguem relacionar o suco natural com uma maior quantidade de vitaminas e minerais que são necessários para uma saúde de qualidade. Porém, um dos estudantes optou pelo suco industrializado, pois este seria mais prático na hora do preparo.

A escolha desse estudante se assemelha com uma parcela da nossa sociedade, pois além de ser mais simples na hora do preparo, o suco industrializado tem menor custo no bolso do consumidor, porém com o tempo o consumo prolongado acarreta problemas à saúde dos indivíduos, sendo uma situação preocupante para a saúde pública. (IBF, 2006).

Durante as conversas e debates entre os alunos, pode-se observar certa compreensão científica, quando os alunos examinam os ingredientes do suco artificial, corantes e conservantes e relacionam com possíveis impactos na saúde, e se questionavam quanto a frequência no uso, quantidades e ainda buscavam relações como: “*é mais fácil diluir o pó quando a água está em temperatura ambiente do que gelada.*” Ao ouvir relatos assim, sobre diluição e solubilidade, a professora entende que os estudantes desenvolveram uma compreensão no nível submicroscópico, solubilidade, comparado às respostas escritas no pré-questionário, (Quadro 3).

A discussão entre os alunos sobre a diluição do suco em pó nos levou a análise da questão “Um suco de laranja deve ser feito em 1 litro de água. Caso seja preparado utilizando-se 500 mL de água o suco ficará mais forte ou fraco? Se for adicionado mais água o sabor do suco irá mudar? Justifique”

Essa questão tinha como objetivo saber se os estudantes tinham uma concepção de como a variação da concentração alteraria as propriedades organolépticas (variação da tonalidade da cor e odor). As respostas obtidas foram organizadas nas categorias “Correta” e “Incorreta”.

Quadro 10 - Categorias das respostas relacionadas.

Categoria	Unidade de Análise	Frequência
Correta	“Forte, irá mudar, pois com o acréscimo de mais água o suco ficara mais diluído, e com o sabor mais fraco.”	12
Incorreta	“Forte, não, pois ainda está na mesma quantidade depois de adicionar água não mudará o sabor.”	1

Fonte: autora (2024)

A maior parte das respostas foram consideradas corretas, ou seja, que o suco preparado com 500 mL ficaria mais forte, porém alguns tiveram dificuldade de justificar. Na categoria “Correta” ficou nítido que para maioria dos estudantes, com a adição do solvente, ocorreria uma diluição, e o sabor ficaria mais fraco. A4: “[...] Devido a grande quantidade de água seu sabor ficará menos apurado, ou seja, ficará sem gosto.”

Entretanto, outros tinham noção que com a preparação de 500 mL de água o suco ficará mais fraco, apesar da confusão na elaboração da resposta, como pode ser exemplificado na resposta “*Fraco, sim, pois ficará mais água.*”, respondeu com equívoco apesar de indicar o conceito corretamente, pois relacionou a adição de água com a diminuição da concentração.

Foi possível perceber, de modo geral, que os alunos compreendem o conceito de diluição na escala macroscópica, entretanto, ainda há uma clara confusão quando se trata da compreensão na escala microscópica. De acordo com o referencial teórico, a química é uma ciência baseada em três níveis de representação: o macroscópico (o que pode ser observado), o microscópico (relativo às partículas que compõem a matéria) e o simbólico (representações químicas como fórmulas e equações) (Johnstone, 1991). A maior parte das respostas dos estudantes fez a conexão entre a maior proporção de água e o processo de diluição. A minoria dos estudantes acredita que o soluto “desapareceria” após a adição de água. Isso reflete a dificuldade comum em realizar a transição entre os níveis macroscópico e microscópico, como já destacado por Mortimer (1994), uma vez que os alunos tendem a visualizar os fenômenos apenas em termos macroscópicos, sem internalizar as interações moleculares subjacentes. Essa lacuna entre os níveis é uma das principais barreiras para o estudo em química e deve ser abordada por meio de metodologias que promovam a construção de conexões entre os diferentes níveis de representação.

Na categoria “Solute dissolvido no solvente”, segundo os estudantes, o suco é uma

solução, pois na sua composição tem “algo dissolvido”. Isso se refere a uma das características de solução, pois o soluto é dissolvido no solvente. Essa palavra “dissolvido” é um termo coloquial, usado no cotidiano o que torna mais fácil, para o aluno, a assimilação com uma propriedade da solução. Na categoria “Mistura de componentes” observa-se que os estudantes lembram que uma solução é a mistura de componentes, porém alguns apresentaram uma resposta incompleta, já que nem toda mistura é uma solução.

A mistura se caracteriza pela união de uma ou mais substâncias e solução ocorre quando existe pelo menos uma substância dissolvida em outra e esta apresenta um aspecto visual uniforme. Percebe-se que ainda falta uma consciência da principal característica de uma solução que reside no fato de ela ser uma mistura com um aspecto homogêneo. A7: “Sim, porque é uma mistura entre duas ou mais substâncias.” Na categoria “Confusão” os estudantes confirmaram que suco é uma solução, porém sua explicação não tinha sentido. A13: “O industrializado, sim, pelo uso de compostos químicos.” Diante do exposto, percebe-se que o estudante não compreende que também estão presentes no suco “substâncias químicas” como, por exemplo, água, minerais, vitaminas A, B, C e fibras comprovando o distanciamento da química com o cotidiano dos alunos. Isso deve ser preocupante para os professores de química, como Chassot (1993) pontua “a química é também uma linguagem”, assim o ensino de química deve ser um facilitador da leitura do mundo.

Toledo e Ferreira (2016) ressaltam que as atividades experimentais são recursos valiosos para aumentar a motivação e aprofundar a aprendizagem, independentemente de serem usadas na introdução de um tema ou na contextualização do conteúdo, sendo assim a pesquisadora almeja que os alunos atingiam o Nível 4 através da atividade experimental, elaborando hipóteses baseadas em seus conhecimentos e sugestões para resolução de suas indagações.

Ao chegarem no laboratório, os estudantes encontraram sobre a bancada 5 garrafas plásticas, sucos em pó e água. Os estudantes foram separados em trios e observou-se que os mesmos seguiram realmente para uma atividade de investigação, pois estabeleceram um plano de trabalho para explorar as hipóteses levantadas.

Os grupos fizeram investigações distintas, o primeiro experimento que realizaram foi a preparação e diluição de uma solução utilizando o suco em pó como soluto. Inicialmente os estudantes adicionaram 50 mL de água em um béquer e depois adicionaram o suco em pó sob agitação. Em seguida, foram realizadas diluições sucessivas a partir de 20 mL de solução inicial em quatro béqueres.

Lendo as escritas dos estudantes no diário de bordo, percebe-se que os grupos

conseguem relacionar o aspecto visual com a concentração da solução, o grupo 1 afirmou que o béquer 1 é o mais concentrado por causa da cor da solução. Pois, em comparação com os outros, o béquer 1 estava com uma cor mais intensa.

“Calcule a concentração das soluções dos béqueres?” O objetivo dessa pergunta foi fazer com que os estudantes calculassem a concentração da solução contida nos béqueres. Pôde-se observar, na análise das respostas descritas no diário de bordo, de cada grupo, que não houve indicação sobre qual béquer (1 ou 5) se referiam aos cálculos. Foi suposto que se referiam na ordem em que apareciam na folha.

Para o cálculo da concentração os estudantes utilizaram a equação de concentração comum $C = m/V$ (massa(g)/volume(L)). Todos os grupos utilizaram a equação correta e determinaram corretamente a concentração da solução. É perceptível que os estudantes relacionaram a diluição com a variação da coloração. Porém, muitos estudantes no pré-questionário acreditavam que o soluto “desapareceu”, e ao longo da experimentação, investigaram também, fazendo uso da balança se realmente o soluto (suco) desaparece. Durante a experimentação, os grupos fizeram a pesagem da garrafa/bécker vazia e a pesquisadora certificou-se que todos os grupos fizessem a pesagem do soluto que iriam colocar no solvente e depois fizeram novas soluções. Os estudantes estavam preocupados em deixar as soluções homogêneas e diluíram bem o suco em pó no líquido. Ao término da diluição, fizeram novas pesagens, agora observando se realmente a quantidade de suco em pó estava presente na massa total da solução. O grupo 3 também observou e alertou os demais colegas sobre a medida do volume, que aumentou, demonstrando compreensão de que a adição do soluto aumentaria o volume. Desta forma a pesquisadora com auxílio das escritas no diário de bordo e das falas dos estudantes no laboratório, constatou a compreensão dos mesmos sobre a conservação da massa no preparo das soluções, entendendo que a massa deve ser incluída no sistema.

Os estudantes exploraram os dados obtidos na atividade prática, exploraram as hipóteses e responderam o problema inicial de forma investigativa segundo Silva, 2011.

6.8. ENCONTRO 8 – SISTEMATIZAÇÃO EMBASADA NO ARTIGO QUÍMICA NOVA NA ESCOLA.

A partir das análises dos resultados, do confronto das ideias iniciais e finais, da exploração das hipóteses e das respostas ao problema proposto, os estudantes leram o artigo Ensino Experimental de Química: uma abordagem Investigativa Contextualizada,

disponibilizado pelo link http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf. Em grupo redigiram em seus diários:

- a) Como resolveriam o problema?
- b) Por que está certo ou errado?
- c) Quais as possíveis explicações?

A análise dos diários de bordo dos encontros pedagógicos revelou uma alteração significativa no comportamento e na postura dos alunos em relação ao objeto de conhecimento, Soluções Químicas, utilizando a SEI, como uma abordagem com potencial para o ensino do conceito de Soluções, uma vez que, durante sua realização e uso, foram observados o monitoramento constante do próprio pensamento e quase que na mesma medida, a confirmação desses pensamentos, possibilitando a revisão e correção dos conceitos ao longo de sua realização. A estratégia também proporcionou aumento da motivação, pois permitiu que os grupos estabelecessem objetivos claros e percebessem seu progresso continuamente.

O aumento da motivação também se deve ao caráter investigativo dado para a atividade, o que permitiu aos alunos maior contato com os materiais próprios da química e a possibilidade de decisões quanto ao rumo da tarefa proposta. Quanto ao trato com os conceitos relacionados ao estudo das Soluções, a atividade proporcionou etapas metacognitivas de discussão e reflexão, levando-os a construir conceitos químicos importantes e uso de equações químicas.

6.9. ENCONTRO 9 – CONSTRUÇÃO DOS MAPAS MENTAIS

Moreira (2013) argumenta que uma vez que os alunos utilizam mapas mentais para compreender, ordenar e diferenciar conceitos, eles os utilizam como recursos de ensino e aprendizagem. O autor também aponta para a retirada da noção rígida de construção de conhecimento como um processo mecânico, enquanto reflete sobre os pontos importantes da estrutura cognitiva do aluno. Nesse caso, o uso de mapas mentais auxilia na avaliação, como em todo o processo de ensino e aprendizagem, que deve apontar conhecimentos, dificuldades e servir de guia para melhores métodos de ensino (MOREIRA, 2013).

No planejamento inicial, havia sido programado para finalizar a SEI um novo questionário, tal como o realizado no primeiro encontro, porém como estamos trabalhando com uma proposta em que buscou-se promover uma aprendizagem significativa, achamos por bem escolher uma atividade que contasse com o envolvimento dos estudantes. Neste sentido,

os mapas mentais oferecem uma maneira mais visual e interativa para os alunos organizarem e conectarem as informações adquiridas durante as atividades investigativas. Segundo Buzan (2010), os mapas mentais ajudam a criar uma visão holística do conteúdo, facilitando a visualização das inter-relações entre conceitos, o que é essencial no ensino de Química, onde as conexões entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico são frequentemente desafiadoras.

Assim, foi proposto que os estudantes construíssem de modo individual um mapa mental sobre a temática Soluções, evidenciando os conhecimentos adquiridos ao longo da SEI. Para que fosse possível essa construção, inicialmente foi apresentado o que seria um Mapa mental e os dados que deveriam conter, como: definição, objetivo e os pontos necessários para sua construção. Nas Figuras 21 e 22 pode-se observar os mapas conceituais elaborados por dois dos estudantes.

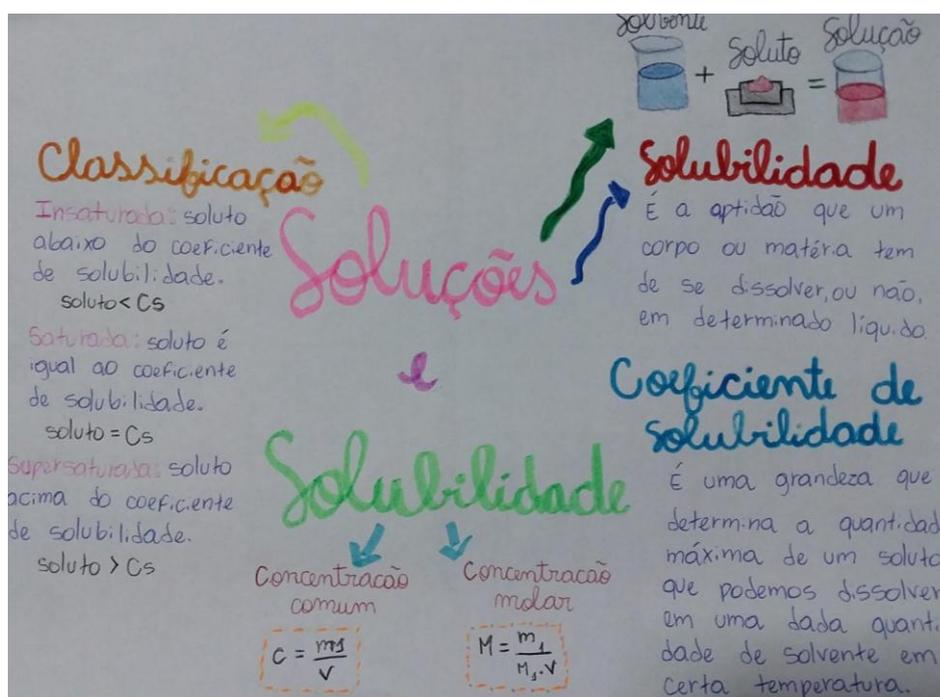


Figura 20 - Mapa mental realizado pelo estudante 1 como forma de instrumento de avaliação.
Fonte: Autora (2024)

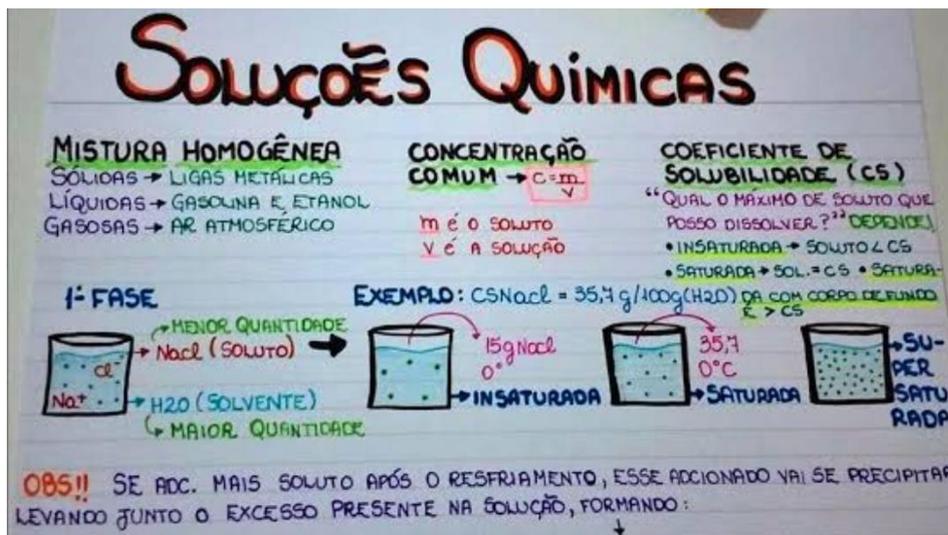


Figura 21 - Mapa mental realizado pelo estudante 2, como forma de instrumento de avaliação.

Fonte: Autora (2024)

Os mapas foram analisados a partir de uma abordagem qualitativa e pode-se observar que os dois estudantes abordaram elementos importantes relacionados às soluções e solubilidade, como a **classificação das soluções** (insaturada, saturada e supersaturada), o conceito de coeficiente de solubilidade, e a explicação da concentração comum e concentração molar. Esses conceitos são essenciais no estudo de soluções, especialmente no contexto de química do Ensino Médio. Embora o primeiro estudante aborde no mapa mental os conceitos centrais, ele poderia ser enriquecido com exemplos práticos ou representações visuais, como no mapa do estudante 2, para ilustrar os conceitos de forma mais interativa. Ou seja, o estudante 2 incluiu exemplos de diferentes tipos de soluções (gases, líquidos e sólidos) e também representou graficamente a transição de uma solução insaturada para saturada e supersaturada. O exemplo dado com NaCl dissolvido em água reforça a compreensão prática dos conceitos teóricos, uma conexão que é fundamental no estudo de soluções.

Ambos os estudantes mostram uma organização visual clara, com seções separadas para diferentes tópicos, cores diferenciando conceitos-chave e exemplos. Isso sugere que os alunos conseguiram estruturar o conhecimento de forma autônoma, escolhendo as informações que consideravam mais relevantes e organizando-as de forma lógica. Além disso, o uso de setas, diagramas e o destaque com cores evidenciam que os alunos fizeram suas próprias conexões entre os conceitos e processos.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos são integrados ao conhecimento pré-existente do aluno. Nos mapas, há uma clara evidência de que os alunos não apenas memorizaram fatos, mas os integraram e aplicaram de maneira visual e significativa. Por exemplo, a explicação do conceito de insaturada, saturada e

supersaturada pelo estudante 2, com representações gráficas e exemplos numéricos (35,7g de NaCl) evidencia que este compreendeu os conceitos e foi capaz de aplicá-los em diferentes contextos. Além disso, a escolha de usar NaCl como exemplo prático de soluto dissolvido em água é um forte indicativo de que o aluno conectou o conteúdo teórico com algo familiar e palpável, facilitando a internalização do conceito. Essa conexão entre o abstrato (coeficiente de solubilidade) e o concreto (dissolução de sal na água) está alinhada a uma base cognitiva existente.

Assim, a organização visual, o uso de exemplos práticos, e a inclusão de explicações adicionais indicam que os alunos foram capazes de construir o conhecimento de forma autônoma e significativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo elaborar e investigar a eficácia de uma SEI no ensino de soluções químicas para estudantes do segundo ano do Ensino Médio, utilizando atividades experimentais para promover uma compreensão significativa do conteúdo. O planejamento metodológico incluiu a problematização e experimentação nos pressupostos da investigação, buscando engajar os alunos no processo de construção de conhecimento, alinhando o ensino com os três principais objetivos específicos: (1) promover uma compreensão dos conceitos de soluções e dissolução; (2) desenvolver a habilidade dos alunos de transitar entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da química; e (3) estimular uma postura investigativa e crítica frente aos fenômenos observados.

Em relação ao primeiro objetivo, os resultados indicam que os alunos conseguiram compreender parcialmente os conceitos de soluções no nível macroscópico. Muitos foram capazes de aplicar adequadamente suas percepções sobre o aumento do volume de água ao dissolver açúcar, assim como no entendimento de que soluções salinas conduzem eletricidade devido à presença de íons livres. Essas conclusões, que são consistentes com as descrições no nível macroscópico, demonstram uma boa compreensão dos aspectos visíveis e tangíveis do fenômeno da dissolução. No entanto, a dificuldade em entender o processo em nível microscópico foi significativa. Muitos estudantes demonstraram crenças errôneas, como a ideia de que o soluto "desaparece" quando dissolvido em água, o que indica uma falha na internalização dos processos moleculares subjacentes à dissolução, tal como observado em estudos de Mortimer (1994). Essa dificuldade de compreender e visualizar a dinâmica molecular das soluções corrobora com os relatos da literatura sobre a resistência das concepções alternativas em química.

O segundo objetivo, que buscava desenvolver a capacidade dos estudantes de fazerem a transição entre os níveis de representação macroscópico, microscópico e simbólico da química, também foi parcialmente alcançado. Os resultados mostraram que, embora os estudantes tenham sido bem-sucedidos em compreender o fenômeno no nível macroscópico, eles enfrentaram barreiras para entender os processos no nível microscópico. Isso confirma o que Johnstone (1991) destaca como um dos maiores desafios no ensino de química: a dificuldade de fazer com que os estudantes compreendam as três dimensões da ciência química de forma integrada. As respostas sugerindo que o açúcar "desaparece" quando diluído ou que o nível da água permanece inalterado após a dissolução são exemplos claros da confusão entre os níveis macroscópico e microscópico. Essas concepções também estão

alinhadas com as dificuldades de aprendizagem sobre soluções descritas por Ferreira (2015), que aponta a falha dos alunos em compreender a relação entre as interações soluto-solvente em nível submicroscópico, o que compromete a integração do conhecimento teórico com as observações práticas.

O terceiro objetivo, que buscava incentivar uma postura investigativa e crítica, apresentou resultados mais satisfatórios. A abordagem investigativa utilizada nas aulas, inspirada pelos princípios de Dewey (1959), permitiu aos alunos desempenharem um papel ativo no processo de aprendizagem, formulando hipóteses, realizando experimentos e revisando suas concepções com base nos dados observados. Atividades como o uso do simulador PhET, experimentos práticos com soluções e a problematização de conceitos como diluição e condutividade elétrica mostraram-se eficazes em engajar os estudantes, promovendo a curiosidade científica e o pensamento crítico. Essa abordagem facilitou a construção de conhecimento de forma colaborativa e reflexiva, permitindo que os estudantes, em muitos casos, considerassem suas concepções iniciais e ajustassem suas respostas com base nas evidências experimentais.

Ao comparar os resultados observados com as dificuldades de aprendizagem reportadas na literatura, verifica-se que as dificuldades enfrentadas pelos alunos neste estudo estão em grande parte alinhadas com aquelas descritas no referencial teórico. A confusão entre dissolução e dissociação, bem como a crença de que o soluto desaparece ao ser diluído, são dificuldades amplamente reconhecidas. Silva et al. (2008) já apontam que essas concepções equivocadas, presentes em livros didáticos e na prática pedagógica, contribuem para a confusão dos estudantes em distinguir entre a natureza dos compostos iônicos e moleculares. Além disso, as concepções alternativas que se manifestaram neste estudo, como a ideia de que "o nível da água permanece o mesmo" ou que "o soluto desaparece", são consistentes com os obstáculos relatados por Mortimer (1994) e Ferreira. Essas dificuldades refletem a resistência dos alunos em internalizar conceitos abstratos, como as interações moleculares que ocorrem durante o processo de dissolução, e ressaltam a necessidade de uma abordagem pedagógica que promova a integração entre os níveis de representação química.

As dificuldades observadas neste estudo também confirmam a necessidade de um ensino mais explícito dos processos que ocorrem no nível microscópico, bem como de uma maior ênfase na utilização de modelos visuais e representações simbólicas para auxiliar os alunos na transição entre os três níveis da química. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é conectado de maneira coerente ao conhecimento pré-existente do aluno. No entanto, como evidenciado pelos

resultados, muitos estudantes ainda não conseguiram fazer essa conexão de maneira plena, o que indica que a abordagem investigativa, embora promissora, precisa ser complementada por estratégias que reforcem a compreensão dos conceitos microscópicos.

Por fim, as considerações sobre o sucesso da abordagem investigativa revelam que, enquanto a metodologia ajudou a promover a curiosidade e o engajamento dos alunos, há espaço para melhorias no que diz respeito à superação das concepções alternativas e à internalização dos conceitos de soluções. A continuidade deste trabalho deve focar em estratégias pedagógicas que integram modelos microscópicos e simbólicos de forma mais eficaz, permitindo que os estudantes façam a transição necessária para uma compreensão completa e integrada dos fenômenos químicos. Ademais, reforçar as atividades que promovem a visualização molecular, como simulações computacionais e representações gráficas, pode ser uma estratégia eficaz para superar as dificuldades de aprendizagem observadas neste estudo e reportadas no referencial bibliográfico.

8. PRODUTO EDUCACIONAL

A sequência didática pretendeu ser desenvolvida como forma de análise e construção do produto educacional através de uma Sequência Experimental Investigativa (SEI) realizada em nove encontros, com o objetivo de superar dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo de Soluções Químicas. Esta proposta utiliza Dewey e Ausubel como referencial teórico, com o objetivo de apresentar uma metodologia que ofereça aos professores uma alternativa para o planejamento das aulas de Química, promovendo maior motivação dos estudantes para o aprendizado, baseada no interesse, destacando a importância da disposição do aluno para que o processo de aprendizado seja eficaz e a assimilação de novos conhecimentos é mais eficaz quando estes se conectam a conhecimentos prévios, permitindo ao estudante participar ativamente da construção do saber.

A escolha dos teóricos tem sua justificativa no fato que ambos visam fazer com que o estudante compreenda o processo de aprendizagem como uma construção e participe ativamente dela, correlacionando conhecimentos prévios e a construção de novos conhecimentos, a partir da Teoria da Aprendizagem por Interesse, pois sem a disposição do estudante, a aprendizagem não ocorrerá.

Desta forma, espera-se que o estudante passe a compreender a aprendizagem como um processo que vai além dos conteúdos da sala de aula, que o conhecimento adquirido tenha significado e que estes colaborem para o desenvolvimento da sua autonomia e emancipação, ou, como afirma Dewey (1959), que o estudante seja capaz de adquirir uma aprendizagem para a vida, com significado.

A pesquisa apresentada nessa dissertação resultou em um produto educacional, na forma de uma Sequência de Ensino Investigativa. Essa proposta para auxiliar docentes no ensino de Soluções, encontra-se no Apêndice H. Desta forma, espera-se que o produto educacional desenvolvido seja material de apoio para os docentes que atuam na Educação Básica. A sequência didática intitulada: “QUÍMICA ATIVA: EXPERIÊNCIAS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE SOLUÇÕES”, é sugerido para aplicação no Ensino Médio, nos componentes de Ciências da natureza e suas tecnologias, com ênfase em Química, podendo ser adaptado, visto que o material será disponibilizado em formato editável. Neste produto estão inclusos planos de aula de 9 encontros, incluindo a interdisciplinaridade com a Matemática com a descrição detalhada. Como todo o planejamento deve ser flexível, a aplicação da sequência didática proposta pode variar em função do perfil de cada turma.

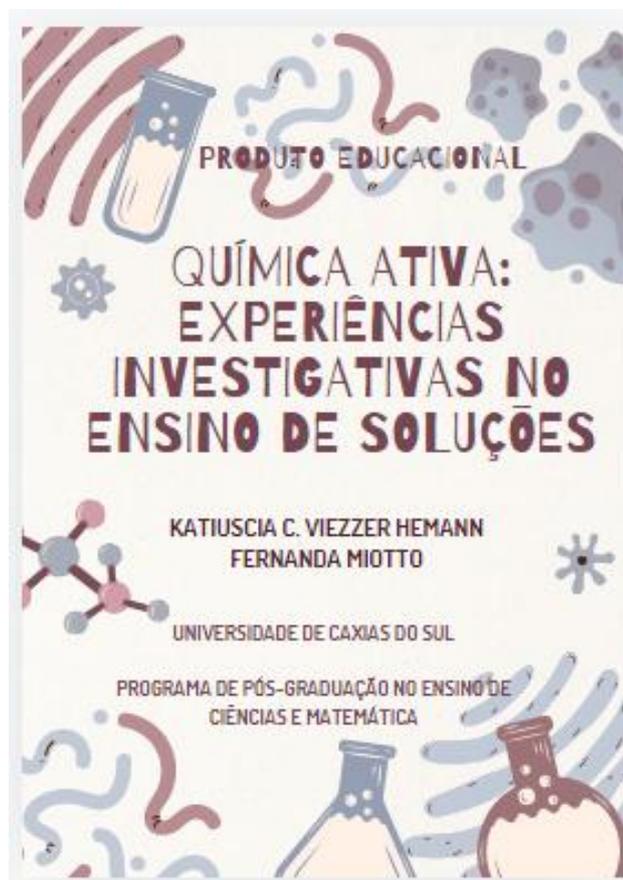


Figura 22 - Imagem ilustrativa da capa do Produto Educacional. Fonte: autora (2024)

9. BIBLIOGRAFIA

ALBANO, W.; DELOU, C. M. C. **Principais dificuldades apontadas no Ensino-Aprendizagem de Química para o Ensino Médio: Revisão sistemática.** Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/57466>. Acesso em 15 out. 2023.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANDRADE, G. T. B. Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa.** São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003. v. 1.

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.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M., P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Thomson, p. 19-33, 2004.

AZEVEDO, H. H.; SCHNETZLER, R. P. Necessidades formativas de profissionais de Educação Infantil. In: **Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação em Educação (ANPEd)**, n. 24, Caxambu, 2001.

BACHELARD. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBERÁ, O; VELDÉS, P. **El trabajo practico en la enseñanza de las ciencias: una revisión.** Enseñanza de las ciencias, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BRAUN, J. R. R.; FIALHO, F. A. P.; GOMEZ, L. S. R. Aplicações da criatividade na educação brasileira. **Revista Diálogo Educacional.** Curitiba, v. 17, n. 52, p. 575-593, abr./jun. 2017.

BERGMANN; SAMS, **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem.** (Tradução Afonso Celso da Cunha Serra). 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 104 p, 2016., p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio.**

Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>. Acesso em: 4 maio. 2023.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio:** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2006. v. 2.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação:** condições para a implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHANG, J.-H.; CHIU, P.-S.; HUANG, Y.-M. A Sharing Mind Map-oriented Approach to Enhance Collaborative Mobile Learning With Digital Archiving Systems. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, v. 19, n. 1, 23 fev. 2018.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** alternativas para um ensino de química mais crítico. Canoas: ULBRA, 1995.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L. D. and Lederman, N. G. (Ed.), **Scientific Inquiry and Nature of Science**, Netherland, NED, Springer, p.17-35, 2006.

DEVETAK, I.; VOGRINC, J.; GLAZAR, S. A. Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. **Research in Science Education**, 2007.

DEWEY, J. **Como pensamos:** como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo (uma reexposição). 4. ed. Trad. de Haydée Camargo Campos. São Paulo: Nacional, 1959.

DEWEY, J. **Coleção Educadores.** Robert B. Westbrook; Anísio Teixeira, José Eustáquio Romão, Verone Lane Rodrigues (org.). Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2010.

ECHEVERRÍA, A. *Química Geral*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

FERREIRA, J. A. de M. G. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada.** Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Química. – Natal, RN, 2015. 118 f.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FEY, Franciele. **Guia do Ensino Experimental de Matemática.** Produto Educacional da Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. Santo Antônio da Patrulha, RS: [FURG], 2021. 47 f. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/603314/2/FRANCIELE_produto.pdf. Acesso em: 4 maio. 2023.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS, Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GIL PEREZ, D. VALDES CASTRO, P. La orientación de las practicas de laboratorio como invetigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), 1996.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; NEVES, M. C. D. O ensino experimental na es-cola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 39-57, 1998.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GÓMEZ-CRESPO, M. A.; POZO, J. I. La estructura de los conocimientos previos em Química: una propuesta de núcleos conceptuales. **Investigación em la Escuela**, n. 18, 1992.

GONÇALVES, F. P; DE BRITO, M. A. **Experimentação na educação em química – fundamentos, propostas e reflexões**. Florianópolis, Ed. UFSC, 2014.

HERRON, M. The nature of scientific inquiry. **School Review**, v. 79, p. 171-212, 1971.

HODSON, D. Is this really what scientists do seeking a more authentic science and beyond the school laboratory? In: WELLINGTON, J. **Practical work in school science: wich way now?** London: Routledge, p. 93-108, 1998.

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, v.16, n.1, p. 30-38, 2005.

IBF. INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). Fruta para beber. Frutas e Derivados, n. 1, ed. 1, p. 28–31, 2006.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. J. et al. **Enseñar ciencias**. Barcelona: Ed. Graó, 2 ed., 2007.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, 2006.

JUNQUEIRA, A. S. **Química Geral**. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

KEMPA, R. Students learning difficulties in science: causes and possible remedies. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 2, 1991.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade**: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva, 14(1), 2000.

LAMBA, R. S. Inquiry-based student-centered instruction. In: GARCÍA-MARTÍNEZ, J. e SERRANO-TORREGROSA, E. (Eds.). **Chemistry education**: best practices, opportunities and trends. Weinheim: Wiley-VCH, 2015.

LEAL, João da Silva. **O papel da investigação nas aulas de ciências**. *Revista de Educação Científica*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45-60, maio 2019.

_____. *Investigação em aulas de ciências: uma análise de metodologias*. 2019. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2019.

MACHADO, A. H. (1999). **Aula de Química, discurso e conhecimento**. Ijuí: Unijuí

MALHEIRO, J. M. S. **Atividades experimentais no ensino de ciências**: limites e possibilidades. *ACTIO*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127. 2016.

MIOTTO, F.; M.; SCOTTI, M.; FIUZA, K. **Notas de Aula da disciplina de Tópicos de Ciências Exatas**. Caxias do Sul, 2018.

MORAN, José Manuel (2004) Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M., MASETTO, M. T. & BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, p. 11-65.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: Ensino Médio. Volume 1, 2ª ed., São Paulo: Scipione, 2014. 432p.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, UFRGS, v. 1, 1994.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano, 2000.

OBREGON, R. de F. A.; et al. A interação como elemento constitutivo dos processos de desenvolvimento da criatividade. In: **Congresso Internacional de Criatividade e Inovação**. 2011. Manaus. Anais. Manaus, 2011. p. 255-267.

OLIVEIRA, N. de; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: *ENEQ*, 15, 2010. Brasília. Resumos. Brasília: UnB, 2010.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADROS, A. L. Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, 2009.

PAULETTI, V.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, J. M. *Revista Brasileira de Educação Científica*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 123-145, 2014.

PELLA, M. O. **The laboratory and science teaching**. *The Science Teacher*, 28, 1961, p.20-

31.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do co-nhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, 2001/2002. <<http://antigo.obrasill.com/teoria-daaprendizagem-significativa-seg>>. Acesso em: abril 2022.

PEREIRA, J. E.; UEHARA, F.M.G.; NÚÑEZ, I. B. Análise pedagógica das provas discursivas de matemática e química do vestibular da UFRN. **Revista Holos**, ano 28, v. 3, 2012.

PRIESTLEY, W. J. The impact of longer-term intervention on reforming physical sci-ence teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**, v. 58, n.3, p. 806, 1997.

PRO BUENO, M.; PÉREZ, J. **Química: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora Universitária, 1997.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO (SEDUC). **Proposta pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional integrada ao Ensino Médio** – 2011-2014. Porto Alegre. 2011.

ROBINSON, K.; ARONICA, L. **Creative Schools: The Grassroots Revolution – That's Transforming Education**. New York, NY: Penguin Books, 2016. 320p.

SÁ, I. C. G.; SILVA, A. F. A. A reconstrução de conceitos a partir do tema soluções para o ensino médio. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 14, 2008. Curitiba. Anais. Curitiba: 2008.

SANTANA, R. S. FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação e os desa-fios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.9, n.3, p.218-237, 2018.

SANTOS, W. e SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SCHWAB. J. J. **The teaching of science**. Massachussetts. Harvard University Press. 1961.

SCHNETZLER, R.P. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas**. Química Nova, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. A importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, 1995.

SHILAND, THOMAS W. Construtivismo: Implicações para o Trabalho de Laboratório. **Journal of Chemical Education**, 76 (1), 107-109, 1999.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de**

natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Paulo, 2011.

SILVA, S. M., EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. Concepções alternativas de calouros de química para as teorias ácido-base. In: **Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química**, 28, 2008, Canoas, RS. Anais do 28º EDEQ, Canoas, RS: Ulbra, 2008, p. 301-308.

SILVA, L. H. A. ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p. 120-153, 2000.

SUART, R. de C., MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, 14(1), pp.50-74, 2009.

TAMIR, P. **Practical work at school:** An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

TOLEDO, E. J. L.; FERREIRA, L. H. A atividade investigativa na elaboração e análise de experimentos didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p.1-23, 2016.

TREVISAN, T, S.; MARTINS, P.L.O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**. Vol. 1, nº 2: abril, 2006.

VYGOTSKY, L. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

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

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de Ensino de Química e Metodologia Investigativa:** Uma Leitura Fenomenológica a partir da Semiótica Social. Tese de Doutorado, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J.A. P. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. Curitiba, 2009. Secretaria de educação do Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> . Acesso em: 20 ago.2023.

10. APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA

A instituição Colégio Polyuni, situada na cidade de Caxias do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, autoriza a professora pesquisadora Katuscia Carla Viezzer Hemann, mestranda orientada pela Profª. Drª. Fernanda Miotto, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul, a desenvolver uma pesquisa, que é parte da dissertação de mestrado ***SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS.*** A sequência didática terá como participantes os discentes da segunda série do Ensino Médio e será realizada nas dependências do colégio, tomando ciência de que as informações e os dados produzidos serão utilizados, unicamente, para fins da pesquisa, sem qualquer risco ou dano aos docentes participantes ou à Instituição.

Caxias do Sul, _____ de _____ de 2024.

Assinatura da pesquisadora

Assinatura e carimbo da instituição

11. APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Visando desenvolver uma pesquisa como parte da dissertação de Mestrado *SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS*, coordenada por mim, Katiuscia Carla Viezzer Hemann (mestranda orientada pela Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Miotto), no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul, convido os (as) estudantes a participar com os registros das tarefas que foram solicitadas e com pareceres descritos sobre a sequência didática planejada. Para tanto, é importante que você e seu responsável assinem abaixo desta mensagem, tomando ciência de que as informações serão tratadas somente para fins de pesquisa e que a identidade dos (das) estudantes, enquanto participantes da mesma, será preservada, em todas as publicações oriundas desse estudo. Vocês declaram estar cientes e autorizam a divulgação das imagens dos (as) participantes em atividades individuais e coletivas referentes às etapas desta pesquisa, para fins ilustrativos, sem vínculo com os resultados do seu rendimento e/ou sua aprendizagem individual. Autorizamos que o material e informações obtidas possam ser publicados em aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. A participação nesta pesquisa é voluntária e os dados obtidos serão utilizados apenas para fins de investigação. O participante pode desistir a qualquer momento sem prejuízo algum. O participante pode obter informações sobre o andamento da pesquisa, quando achar necessário. Desde já agradeço a sua colaboração e coloco-me à disposição para esclarecimentos pelo telefone (54) 984377777 e e-mail: kati@hemann.com.br.

Assinatura da pesquisadora

Eu, _____, RG _____ responsável pelo estudante _____ da turma _____, declaro estar ciente das informações acima e autorizo a utilização das interações do estudante no contexto de aprendizagem para fins da pesquisa.

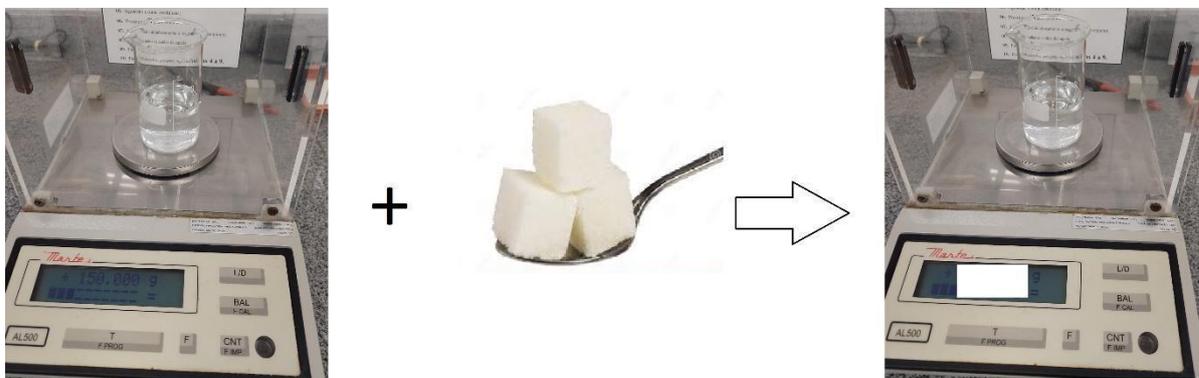
Caxias do Sul, _____ de _____ de 2024.

Assinatura do responsável

12. APÊNDICE C - A1 – PRÉ-QUESTIONÁRIO

O conceito de soluções é um assunto potencialmente significativo para promover a sistematização de outros conceitos da química. Ao estudar esse conceito é necessária a compreensão de ideias relacionadas a ligações químicas, misturas, substâncias, entre outros. Sabendo disso, leia com atenção e responda a sondagem abaixo:

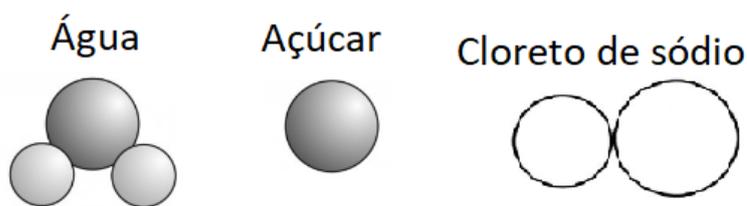
QUESTÃO 1: Uma certa quantidade de água foi colocada em um copo e sua massa foi determinada usando uma balança analítica. A massa do conjunto (copo + água) foi de 150 g. A seguir, 3 cubos de açúcar foram pesados separadamente, totalizando 10 gramas, e adicionados à água.



- Preencha, no quadrinho acima, o valor da massa do copo com o seu conteúdo, ao final do processo descrito.
- Explique o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água, após transcorridos alguns minutos.

QUESTÃO 2: Partindo das seguintes representações para as substâncias:

- Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:



Açúcar em água:

Cloreto de sódio em água:

- Em ambos os casos, o que existe entre as espécies?

QUESTÃO 3: Considere que você possui um copo de água e um pacote de suco em pó. Com base nessa situação, responda às seguintes questões:

- O que é necessário fazer para que o suco em pó se dissolva completamente na água? Explique o processo de dissolução.
- Suponha que você adicione uma pequena quantidade de pó de suco à água e misture até que não haja mais partículas visíveis. Qual é o estado dessa solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.
- Agora, imagine que você continue adicionando mais pó de suco à mesma quantidade de água e misture até que não haja mais partículas visíveis, mas algumas partículas começam a se acumular no fundo do copo. Qual é o estado dessa nova solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.
- A temperatura da água afeta a dissolução do pó de suco? Explique como a temperatura pode influenciar na dissolução do pó de suco na água.

Lembre-se de fornecer explicações completas e detalhadas para cada pergunta.

QUESTÃO 4: O que estamos tentando descobrir ao adicionar o pó de suco à água? Estamos determinando a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida nessa quantidade específica de solvente?"

QUESTÃO 5: "Quando medimos a quantidade de pó de suco não dissolvida, o que isso representa em relação ao coeficiente de solubilidade?"

QUESTÃO 6: Fazendo uma observação da embalagem do suco em pó, você seria capaz de informar:

- Quais são as condições para esta solução ser saturada?
- Qual seria a concentração da solução se preparássemos o suco com 600mL de água?



13. APÊNDICE D - A2 – EXPERIMENTO 1 ANÁLISE DE RÓTULOS DE DIFERENTES ÁGUAS (A1 E N2) - ENCONTRO 2

Analise os rótulos das diferentes águas disponíveis no comércio.

Características Físico-Químicas na Fonte

pH a 25°C 8,58
 Temperatura da água na fonte 28,5 °C
 Condutividade a 25°C 381 µS/cm
 Resíduo de evaporação a 180°C 232,60 mg/L

Composição Química (mg/L)

Bicarbonato 208,22
 Fluoreto 1,55
 Cálcio 5,49
 Magnésio 4,68
 Sódio 78,00
 Sulfato 8,1
 Lítio 0,057
 Potássio 1,16

Contém fluoreto

Classificação
 Água Mineral Alcalino-Bicarbonatada
 Fluoretada, Lítinada, Hipotermal na Fonte

Classificação: Água Mineral Fluoretada, Hipotermal na Fonte.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)			
Bário	0,091	Bicarbonato	36,39
Estrôncio	0,076	Fluoreto	0,07
Cálcio	5,750	Nitrato	10,06
Magnésio	2,420	Cloreto	2,66
Potássio	4,780	Brometo	0,02
Sódio	5,200		

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

pH a 25°C 6,10
 Temperatura da Água da Fonte 26,1°C
 Condutividade a 25°C 92,4 µS/cm
 Resíduo de Evaporação a 180°C, calculado 91,45 mg/L

ANÁLISE Nº 119/LAMIN/CPRM-SP, DE 02/06/2014.

Água Mineral Natural

Composição Analítica Típica:
 Resíduo Seco (180°C) 34,0±4 mg/l
 pH (18°C): 6,0
 Em mg/l: Silica 9,6±2
 Bicarbonato 8,0±0,8 Cloreto 4,2±0,4
 Sulfato 1,0±0,2 Sódio 4,1±0,4
 Cálcio 1,3±0,3 Potássio 0,6±0,1

Muito pouco mineralizada

Nome da Nascente: Fastio
 Local de Exploração e Engarrafamento:
 Água do Fastio - Comercio e
 Engarrafamento de Águas Minerais, S.A.
 GRADOURO 4840-050,
 TERRAS DE BOURO, PT
 Tel. 253 35 90 40

A água mineral natural é proveniente de fontes naturais ou captada por meio da perfuração de poços. Observando um rótulo de água mineral, podemos ver uma grande quantidade de substâncias químicas em sua composição e suas proporções.

Isso ocorre porque, antes de ser envasada e comercializada, a água passa por diversas regiões e profundidades diferentes no subsolo e acaba dissolvendo diferentes substâncias químicas que estão presentes em determinada região. A água mineral não passa por nenhuma espécie de tratamento químico, é envasada na forma em que é retirada da fonte.

Assim como a água mineral, a água adicionada de sais é captada de fontes naturais ou por meio da perfuração de poços. Ela é uma água potável e, após tratamento adequado, é adicionada uma determinada quantidade de sais minerais.

Podemos perceber que a água do nosso dia a dia não é simplesmente H₂O! A mistura que consumimos na verdade possui várias outras substâncias em sua composição.

Os rótulos de diferentes águas comercializadas devem conter informações intrínsecas sobre o produto, diferenciando a água mineral da água adicionada de sais. Ao analisar os rótulos desses dois tipos de água, você consegue ver diferenças em suas composições? Quais são elas? Seria possível acender uma lâmpada com estas diferentes águas? A quantidade de sal na água influenciará na condutibilidade elétrica?

Roteiro Experimental

OBJETIVOS

- ▶ Reconhecer materiais que são condutores elétricos e entender por que uns conduzem corrente elétrica e outros não;
- ▶ Compreender as condições para que haja condução de eletricidade;
- ▶ Comprovar, experimentalmente, que algumas substâncias, em soluções aquosas ou no estado líquido e fundidas, conduzem a corrente elétrica.

Procedimento experimental:

Antes de iniciar a parte experimental é importante seguir algumas recomendações:

- Não tocar nos eletrodos (fios desencapados), simultaneamente quando o dispositivo estiver conectado à bateria.
- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.
- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

a) Adicionar em cada um dos 4 béqueres, disponíveis sobre sua bancada, as seguintes substâncias:

- ✓ Béquer 1: 20 mL de água mineral
- ✓ Béquer 2: 20 mL de água adicionada de sais
- ✓ Béquer 3: uma ponta de espátula com sacarose em 20 mL de água mineral
- ✓ Béquer 4: uma ponta de espátula com cloreto de sódio em 20 mL de água mineral

b) Em seguida, conectar uma lâmpada incandescente 7 W e ligar o aparelho em uma bateria de 9 V.

c) Após, mergulhar os fios em cada um dos materiais, deixando-os afastados por aproximadamente 3 cm um do outro. Anote os resultados na Tabela 1.

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral		
Água adicionada de sais		
Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)		
Sal (NaCl)		

Para pensar:

- 1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.
- 2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

14. APÊNDICE D - A3 ATIVIDADE 1 SISTEMATIZAÇÃO E CONCLUSÕES - ENCONTRO 4

2.2. Soluções iônicas (eletrolíticas)

Esse tipo de solução é obtido por meio da dissolução de substâncias iônicas ou moleculares que sofrem ionização, como ácidos, bases ou sais, em água. A principal característica de uma solução iônica é sua capacidade de conduzir corrente elétrica por meio do movimento dos íons, já que estes são dotados de cargas elétricas. As soluções eletrolíticas são eletricamente neutras, apresentando quantidades iguais de cargas positivas e negativas. Um bom exemplo desse tipo de solução é a água de bateria, composta por ácido sulfúrico (H_2SO_4) dissolvido em água.

2.3. Soluções moleculares (não eletrolíticas)

As soluções moleculares são aquelas em que o soluto é constituído unicamente de moléculas. Essas soluções são não eletrolíticas, já que, durante a dissolução do soluto, não ocorre o processo de ionização. Como não existem íons livres nessas soluções, elas não são capazes de conduzir corrente elétrica. Um exemplo desse tipo de solução é a mistura de água e açúcar (sacarose).

TÁ NA MÍDIA



Você pode aprender um pouco mais sobre as soluções eletrolíticas e não eletrolíticas. Acesse o QR Code e veja o experimento.

vimeo

2.4. Soluções diluídas e concentradas

No nosso dia a dia, usamos expressões do tipo "café fraco" e "café forte". Quando as utilizamos, estamos dizendo que, no primeiro caso, a quantidade de soluto (pó dissolvido) é pequena em relação à quantidade de solvente. Entretanto, no segundo caso, a porção de soluto é elevada em relação à quantidade de solvente.

Classificamos o "café fraco" como uma solução diluída, se comparado ao "café forte", classificado como uma solução concentrada.

Dessa forma, é possível afirmar que a solução diluída é aquela em que a quantidade de soluto é pequena se comparada com a porção de solvente e que, na solução concentrada, a quantidade de soluto é elevada quando comparada com a porção de solvente.

A classificação das soluções como diluída ou concentrada é de caráter empírico, pois uma pessoa pode considerar um café "forte" e outra pode considerar o mesmo café "fraco".

Dessa forma, foi necessário definir um conceito científico que expressasse a relação entre as quantidades de soluto e solução. O conceito que expressa esse tipo de relação entre soluto e solução é a concentração. Um estudo mais aprofundado acerca da concentração de soluções será apresentado mais adiante.

COMPOSTOS IÔNICOS e MOLECULARES: Sólidos, líquidos e soluções aquosas.

Primeiramente, como vai poder observar, só haverá condução de eletricidade no caso dos materiais em solução aquosa, e ainda assim naquelas soluções nas quais vai poder observar a existência de partículas eletricamente carregadas, responsáveis pela condução elétrica.

No esquema abaixo, podemos prever em quais vai ocorrer condução de corrente elétrica. (VER FIGURA 1)

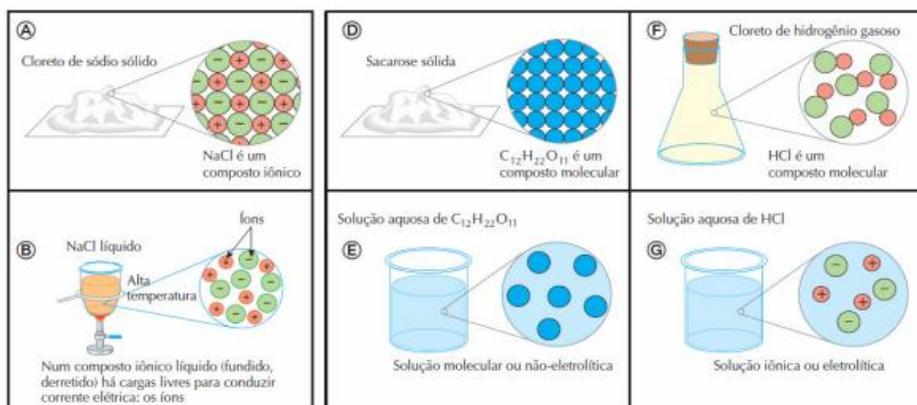
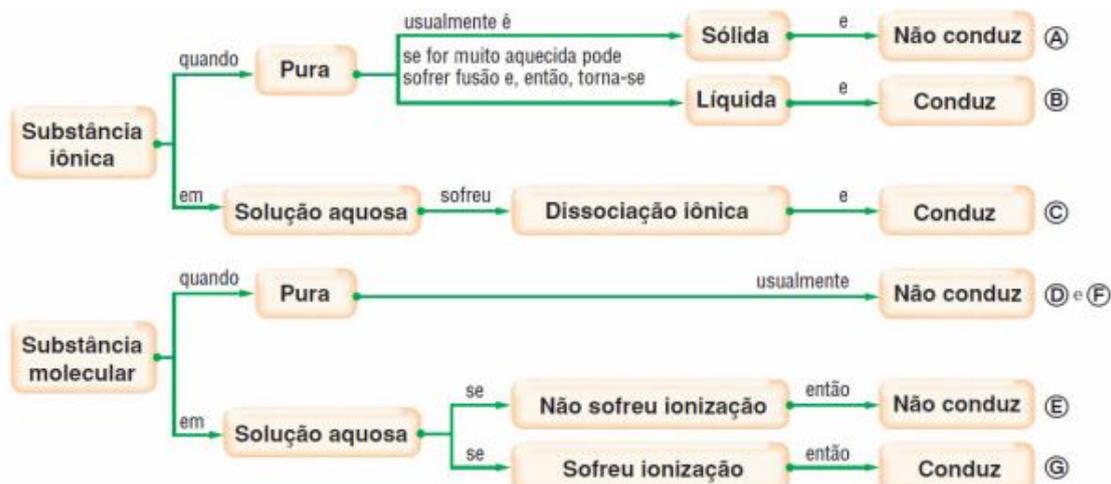


Figura 1 - Condições de estudo de condutividade elétrica de substâncias e soluções

No esquema A, temos o NaCl sólido puro, por mais que ele seja formado por íons (partículas carregadas), estes não estão livres para se movimentarem e assim conduzir corrente elétrica. Eles estão “presos” no retículo cristalino. Já na figura B, temos o NaCl líquido puro, e este sim tem seus íons livres para se movimentarem quando fundido, assim conduzem corrente elétrica nessa situação. O mesmo é válido para o caso de NaCl dissolvido em água. A questão é que a água separa os íons no retículo, solvatando-os. Assim tem íons livres para se movimentarem e conduzirem corrente elétrica. Já na indicação D, tem-se um composto sólido molecular, que não apresenta cargas para se movimentarem e assim conduzirem corrente elétrica. Assim, é evidente que mesmo fundido ou em solução aquosa a condução de corrente elétrica não será possível, como mostra também a indicação E. Já na indicação F, temos um ácido inorgânico, que é um composto molecular e, portanto, só vai conduzir corrente elétrica quando dissolvido em água. Isso porque a água reage com o hidrogênio do ácido e dessa forma, cria espécies carregadas que passam a conduzir correntes elétricas. Como fica explícito na indicação G. Assim, fica válido para o estudo da condutividade de substâncias o seguinte:



15. APÊNDICE E - A4 ATIVIDADE 2 PROBLEMA E EXPERIMENTAÇÃO - ENCONTRO 04

SALA DE AULA INVERTIDA

Objetivos:

- ✓ Retomar os conceitos discutidos nas aulas, sobre soluções, analisando simulações de experimentos práticos;
- ✓ Perceber como as quantidades de soluto e solvente influenciam na saturação de uma solução, a partir dos resultados produzidos nas simulações.

Etapa 1) Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_pt_BR.html

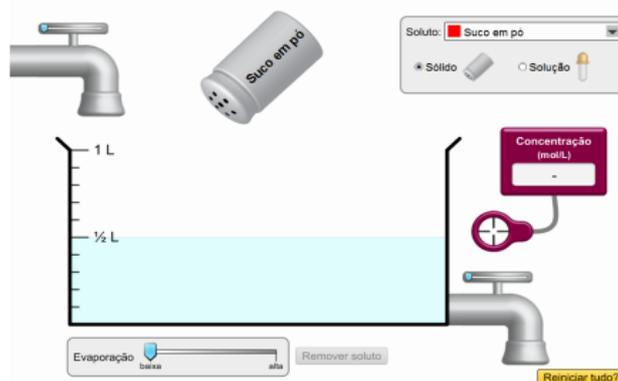
Etapa 2) Antes de iniciar a simulação defina os seguintes termos

- a) Solução Insaturada;
- b) Solução Saturada;
- c) Solução Supersaturada;
- d) Solubilidade;
- e) Concentração em massa;
- f) Soluto;
- g) Solvente;
- h) Concentração molar.

Etapa 3) Cálculos de concentração utilizando a expressão da concentração molar.

Procedimento

Experimento 1:



1. Encha o reservatório de 1 L e escolha o soluto. Misture e arraste o medidor de concentração para dentro do reservatório.
2. Adicione soluto até obter uma solução com concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela de Dados 1.
3. Reduza o volume de água até aproximadamente 0,50 L. Observe o efeito sobre a concentração e responda a pergunta 1.
4. Clique em “Reiniciar tudo”.

Experimento 2:

1. Escolha o soluto (sólido) nitrato de cobalto (II). Anote na Tabela de Dados 1 a sua fórmula química e sua massa molar.
2. Encha o reservatório até a marca de 900 mL. Observe que cada marca corresponde a 100 mL
3. Novamente adicione soluto até uma concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela 1.
4. Caso a solução sature antes de alcançar esta concentração, escreva a palavra "saturada" na coluna da concentração e risque o restante da linha na Tabela de Análise. Vamos discutir saturação na parte 2.

Tabela de Dados 1					Análise da Tabela 1	
Soluto	Fórmula química	Massa molar (g/mol)	Volume de água (L)	Concentração molar (mol/L)	Mols de soluto (mol)	Massa soluto (g)
Suco			1			
Nitrato de cobalto II			0,9			
Cloreto de cobalto			0,8			
Dicromato de potássio			0,7			
Cromato de potássio			0,6			
Cloreto de níquel II			0,5			
Sulfato de cobre			0,4			
Permanganato de potássio			0,3			

5. Clique em “Reiniciar tudo”.

Etapa 4) Saturação

Procedimento

1. Drene o tanque. Escolha a solução conta-gotas de nitrato de cobalto (II) e encha o tanque

até 0,50 L. Esta solução está quase saturada. Adicione um pouco mais de soluto sólido até chegar a uma solução saturada de nitrato de cobalto (II). Na Tabela de Dados 2, registre "Concentração no Ponto de saturação (mol/L)".

2. Adicione soluto até formar corpo de fundo e responda a pergunta 1.

3. Repita o procedimento para cada soluto (exceto para o suco) utilizando 0,50 L de cada vez.

Questões

1. Sem adição de qualquer novo soluto, qual é o efeito da drenagem sobre a solução?

2. Qual soluto é necessário a maior massa para atingir a concentração de 2 mol/L?

3. Qual(is) soluto(s) satura(am) antes de atingir a concentração de 2 mol/L ?

Tabela de Dados 2		Análise da Tabela 2	
Soluto	Concentração no ponto de saturação (mol/L)	Mols de soluto necessários para saturar a solução (mol)	Massa soluto necessária para saturar a solução (g)
Suco			
Nitrato de cobalto II			
Cloreto de cobalto			
Dicromato de potássio			
Cromato de potássio			
Cloreto de níquel II			
Sulfato de cobre			
Permanganato de potássio			

Análise

1. Calcular o número de mols de soluto necessário para saturar a solução. Utilize a expressão da concentração molar e anote o resultado na Tabela 2.

2. Calcule a massa em gramas de soluto necessária para saturar a solução. Utilize a massa molar e registre seus resultados na Tabela 2.

Questões

1. Quando a solução satura, o soluto sólido adicionado não se dissocia. O que acontece com o excesso?

2. Como você pode "supersaturar" estas soluções evitando que ocorra a precipitação de

cristais?

Orientações:

- a) Realize as atividades sugeridas em cada etapa esclarecendo suas dúvidas sempre que necessário.
- b) Como forma de avaliação cada aluno deverá postar no Moodle o detalhamento das atividades acima e responda:
 - 1) Descreva as relações entre a quantidade de soluto, volume de solução, cor da solução e concentração da solução.
 - 2) O que acontece com a concentração de uma solução quando o volume da solução diminui?
 - 3) Prever como a concentração da solução mudará para qualquer ação (ou combinação de ações) que adicione ou remova água, soluto ou solução e explique por quê.

A5 Atividade 3: Determinação de solubilidade do sal KCl (nível A2 e N3) Encontro 5

Etapa 1) Leia atentamente:

O setor de fertilizantes é um segmento estratégico para o país e a elevação da produtividade da agricultura está fortemente relacionada a sua utilização. A produção da indústria química brasileira não acompanhou a evolução do consumo interno, ocasionando um déficit crescente e persistente no setor. Os intermediários para fertilizantes, segmento importante da indústria química, são responsáveis por cerca de um terço do déficit, e as perspectivas são de que a demanda por adubos se eleve ainda mais nos próximos anos.

Dentre os fertilizantes utilizados para o desenvolvimento das plantas encontram-se os macronutrientes, que são aqueles utilizados em larga quantidade, sendo os principais: nitrogênio, fósforo e potássio. O papel do nitrogênio é a manutenção do crescimento da planta, a formação de aminoácidos e proteínas. O fósforo é responsável por auxiliar as reações químicas que ocorrem nas plantas, interferindo nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células. Já o potássio é importante para a manutenção de água nas plantas, formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

O cloreto de potássio é o adubo utilizado para reposição do potássio no solo. Esse sal é

muito solúvel em água e fornece altos teores de íons K^+ . Entretanto, a solubilidade de um sal é bastante afetada pela temperatura (T_{ideal} para o KCl : $20\text{ }^\circ C$). Porém, no nosso inverno, essa aplicação ocorre em temperaturas mais baixas (entre $5\text{ }^\circ C$ e $15\text{ }^\circ C$).

A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas de nossa região que é rica em videiras é importante para os agricultores e, conseqüentemente, para economia local. Sendo assim, qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre $5\text{ }^\circ C$ e $15\text{ }^\circ C$? Como essas baixas temperaturas podem afetar no propósito da adubação?

Após a leitura do texto reunir-se em grupos de três alunos e busquem hipóteses para responder aos questionamentos, relatando as mesmas em seus diários de bordo. Em seguida, compartilhar com o grande grupo

Etapa 2) Identifique:

- a) o problema de pesquisa;
- b) as grandezas envolvidas e suas respectivas unidades de medidas;
- c) as variáveis envolvidas, e se existe uma possível relação de dependência entre elas.

Agora é com vocês! Vamos ao laboratório investigar experimentalmente as hipóteses do grupo.

Etapa 3) Experimentação:

As experiências de laboratório em química, assim como em outras ciências quantitativas, envolvem muito frequentemente medidas de massa e volume, que são posteriormente utilizadas em cálculos.

Orientações aos alunos:

a) MEDIDAS DE MASSA

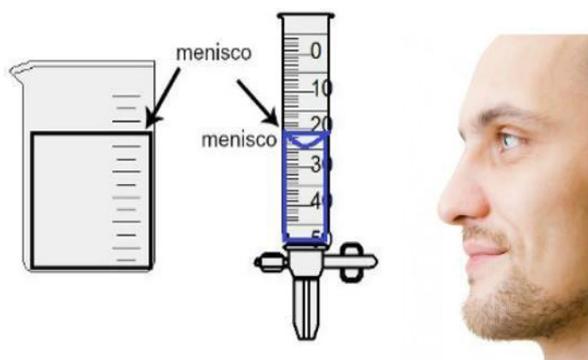
As balanças são instrumentos adequados para medir massas. O manuseio de uma balança requer muito cuidado, pois são instrumentos delicados e caros. Quando de sua utilização, devem ser observados os seguintes cuidados gerais:

- manter a balança limpa;
- não colocar os reagentes diretamente sobre o prato da balança;
- os objetos a serem pesados devem estar limpos, secos e à temperatura ambiente;
- a balança deve ser mantida desligada caso não estiver sendo utilizada;

- nas balanças analíticas, os objetos devem ser colocados e retirados com a pinça e não com as mãos;
- o operador não deve se apoiar na mesa em que a balança está colocada.

b) MEDIDAS DE VOLUME

Para se efetuar medidas de volume, faz-se necessário a utilização de pipetas, provetas e buretas. As medidas de volume de um líquido com esses instrumentos são feitas comparando-se o nível do mesmo com os traços marcados na parede do recipiente. Na leitura do volume de um líquido usando-se um destes instrumentos, ocorre uma concavidade que recebe a denominação de menisco.



Procedimento experimental:

- Dirija-se ao local das balanças e pese em um papel encerado (ao lado da balança), 3,00g de cloreto de potássio.
- Transfira cuidadosamente o sal para um tubo de ensaio.
- Repita o mesmo procedimento para mais 3 tubos de ensaio conforme a tabela a seguir (não esqueça de numerar os tubos de ensaio com a caneta de retroprojctor):

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)
1	3,00	10
2	3,25	10
3	3,50	10
4	3,75	10

- Com uma proveta, transfira 10 mL de água destilada para o tubo de ensaio contendo o sal.
- Agite com um bastão de vidro e reserve.

- Coloque os tubos numerados em um béquer de 150 mL contendo água (banho Maria).
- Coloque o béquer sobre uma chapa de aquecimento.
- Aqueça até a completa dissolução do sal em cada tubo de ensaio. CUIDADO ao manusear os materiais nessa etapa, pois a chapa, o béquer e os tubos estarão quentes!
- Desligue o aquecimento, retire um tubo de ensaio de cada vez (coloque sobre uma estante).
- Coloque os tubos de ensaio (um de cada vez) em um béquer de 250 mL com água e gelo em seu interior, conforme a necessidade;
- Meça a temperatura em que ocorrer a formação do primeiro cristal (cristalização) e anote na tabela abaixo:

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)	Temperatura de cristalização (°C)
1	3,00	10	
2	3,25	10	
3	3,50	10	
4	3,75	10	

Façam todas as anotações sobre as possíveis discussões e análises da resposta às hipóteses em seus diários de bordo e façam a entrega do relatório da atividade prática.

Individualmente, construa o gráfico da solubilidade em função da Temperatura de recristalização.

16. APÊNDICE F - A6 ATIVIDADE 4) SISTEMATIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO - ENCONTRO 6

MISTURA E SOLUBILIDADE

Grande parte das substâncias encontradas no dia-a-dia são misturas que sob o aspecto macroscópico apresentam-se com o aspecto homogêneo (uma única fase) ou heterogêneo (mais de uma fase). As misturas homogêneas são chamadas de soluções. Alguns exemplos cotidianos de misturas são: ar (mistura de vários gases), o latão (mistura de zinco e cobre), os fluidos que compõem o nosso corpo e a água que bebemos que contém sais e gases dissolvidos. As soluções podem ser líquidas, sólidas ou gases. Cada substância da solução é denominada componente. Geralmente o componente em maior quantidade na solução é chamado de solvente, os outros componentes são chamados de solutos.

1. O PROCESSO DE DISSOLUÇÃO

Uma solução é formada quando uma substância se dispersa uniformemente em outra. Sabemos que as substâncias no estado líquido e sólido sofrem forças atrativas intermoleculares que as mantêm juntas. Estas forças também atuam nas partículas do soluto e solvente, ou seja, as soluções se formam quando as forças atrativas entre as partículas soluto-solvente produzem módulos comparativos em magnitude, com as forças existentes entre solvente-solvente e soluto-soluto.

Quando temos uma solução de NaCl em água, as interações íon-dipolo são suficientemente fortes para tirar os íons da sua posição do cristal. As interações entre moléculas de soluto e solvente são conhecidas como solvatação. Quando o solvente é a água, as interações são conhecidas como hidratação. O cloreto de sódio se dissolve em água, pois as moléculas da água têm uma interação suficientemente forte pelos íons Na^+ e Cl^- que superam a sua atração mútua.

Então no caso do NaCl ser adicionado a um solvente apolar a interação de dispersão de London do solvente não será suficientemente forte para desestabilizar a rede cristalina apresentada pelo sal e a dissolução não ocorre. Pelo mesmo motivo temos que um líquido polar não forma soluções com um líquido apolar. Quando temos tetracloreto de carbono (CCl_4) e hexano (C_6H_{14}), eles se misturam em todas as proporções, pois ambas as substâncias são apolares e possuem ponto de ebulição semelhante (CCl_4 , $77,4^\circ\text{C}$ e C_6H_{14} , 69°C), por este motivo é razoável dizer que os módulos das forças de interação entre as duas

substâncias são comparáveis. Quando as mesmas são colocadas em contato, a mistura ocorre espontaneamente.

2. SOLUÇÕES SATURADAS E SOLUBILIDADE

Quando um sólido começa a se dissolver em um solvente a concentração do soluto em solução aumenta. Este processo é conhecido como dissolução, o seu processo inverso é denominado cristalização e estes processos estão representados pela equação



Quando as velocidades dos processos se igualam, temos então um equilíbrio dinâmico formado. A quantidade necessária do soluto para formar uma solução saturada é denominada solubilidade. A solubilidade é uma grandeza quantitativa sendo comumente expressa em gramas do soluto por litro de solução (g / L).

Soluções Saturadas → Equilíbrio entre os processos de dissolução e cristalização.

Soluções Insaturadas → Dissolvemos menos soluto do que o necessário para que se forme uma solução saturada.

Soluções Supersaturadas → Quando temos maior quantidade de soluto em relação à solução saturada.

3. FATORES QUE AFETAM A SOLUBILIDADE

A solubilidade ou coeficiente de solubilidade representa a quantidade máxima do soluto que pode ser dissolvida em dado solvente. É uma propriedade que depende de alguns fatores importantes como:

- Interação Solute-Solvente
- Efeitos de Pressão
- Efeitos de Temperatura

De acordo com o último fator, a temperatura, a solubilidade da maioria dos solutos sólidos ou líquidos na água aumenta com o aumento da temperatura. A Figura abaixo apresenta a solubilidade de vários sais em função da temperatura.

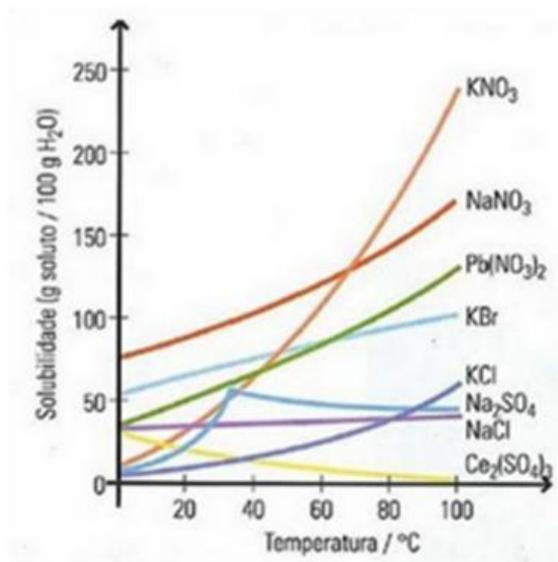


Figura: Solubilidade compostos iônicos em água.

Fonte: http://kabuy-vi.blogspot.com/2010_01_01_archive.html

Questão 1) Um professor pediu a seus alunos que preparassem uma solução saturada de cloreto de sódio utilizando 1350 mL de água a 100 °C. Qual a massa de cloreto de sódio que será utilizada?

Dados: densidade da água = 1 g/mL

Coefficiente de solubilidade do sal a 100 °C: 38,8 g/100g de água.

Questão 2) A quantidade máxima que se pode dissolver de nitrato de prata, AgNO₃, a 25 °C em 100 mL de água é 256g. Caso seja necessário preparar uma solução de 30 mL com 51,2 g do nitrato a 25 °C, a classificação correta desta solução será:

- (a) insaturada
- (b) saturada
- (c) supersaturada
- (d) saturada com corpo de fundo

17. APÊNDICE G - A7 ATIVIDADE 5: QUÍMICA DO SUCO ARTIFICIAL (NÍVEL A3 E N4) - ENCONTRO 7

"Tratar sobre a Química do suco artificial é falar sobre todas as substâncias que fazem parte da sua composição, bem como a especificação da ação de cada uma delas na formulação desse produto industrializado tão consumido pela população. Temos acesso fácil a sucos artificiais de várias marcas e sabores no mercado. Muitas são as pessoas que consomem esse tipo de produto diariamente sem conhecer muito bem os componentes utilizados na sua fabricação.

Como se trata de um produto artificial, o que menos se encontra nele é a fruta propriamente. Esse tipo de suco não passa de uma mistura de açúcares, corantes e conservantes sem qualquer valor nutricional. Infelizmente, mais de 70 % do seu conteúdo é açúcar. Porém, neste texto, não vamos dar enfoque na natureza nutricional do suco em pó, mas, sim, na sua composição química."

De acordo com as informações que constam na embalagem e pode ser vista abaixo, faz-se algumas indagações:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
PORÇÃO DE 5,0 g (1/2 COLHER DE SOPA)***		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	18 kcal = 76 kJ	1
CARBOIDRATOS, DOS QUAIS:	4,1 g	1
AÇÚCARES	3,9 g	**
PROTEÍNAS	0 g	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0
GORDURAS SATURADAS	0 g	0
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	23 mg	1
ZINCO	1,1 mg	15
VITAMINA C	6,8 mg	15
VITAMINA D	0,75 µg	15

(*) % VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2.000 Kcal OU 8.400 KJ. SEUS VALORES DIÁRIOS PODEM SER MAIORES OU MENORES DEPENDENDO DE SUAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS. (**) VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA NÃO ESTABELECIDOS. (***) QUANTIDADE PARA PREPARAR 200 ml.

<http://cozinhadelo>



- *Um suco de laranja deve ser feito em 1 litro de água. Caso seja preparado utilizando-se 500 mL de água o suco ficará mais forte ou fraco? Se for adicionado mais água o sabor do suco irá mudar?*
- *“O suco pode ser considerado uma solução?”*
- *“Se tivesse que escolher entre um suco natural e industrializado para consumir, qual escolheria, por quê?”*

Após observação das embalagens e do texto vocês devem, em seus grupos, elaborar hipóteses baseadas em seus conhecimentos e que apresentem sugestões para resolução das indagações citadas acima.

EXPERIMENTAÇÃO:

A execução de todas as atividades deste estudo no laboratório de Química seguiu o seguinte padrão:

- (a) Recebimento e acomodação dos alunos no espaço, e colocação do jaleco;
- (b) Agrupamento dos alunos em duplas e o trio. Eles mesmos conduziam a escolha, por afinidade.
- (c) 1º momento da aula: instruções gerais (fala do professor);
- (d) 2º momento da aula: desenvolvimento da atividade;
- (e) 3º momento da aula: socialização e discussão dos resultados;
- (f) 4º momento da aula: considerações finais pelo professor.

OBJETIVOS

- Realizar experimentos que proporcionem um aprofundamento na compreensão dos conceitos sobre diluição de soluções.
- Identificar evidências de diluição a partir de experimentos.
- Relacionar a atividade prática com atividades cotidianas.

Ao entrarem no laboratório a professora deixará na bancada:

- ✓ 5 garrafas plásticas iguais.
- ✓ Suco em pó.

Espera-se que os alunos busquem fazer preparo e diluições, bem como usar de cálculos para descobrir diferentes concentrações.

A8 Atividade 06: Sistematização e Conclusões do Encontro 7.

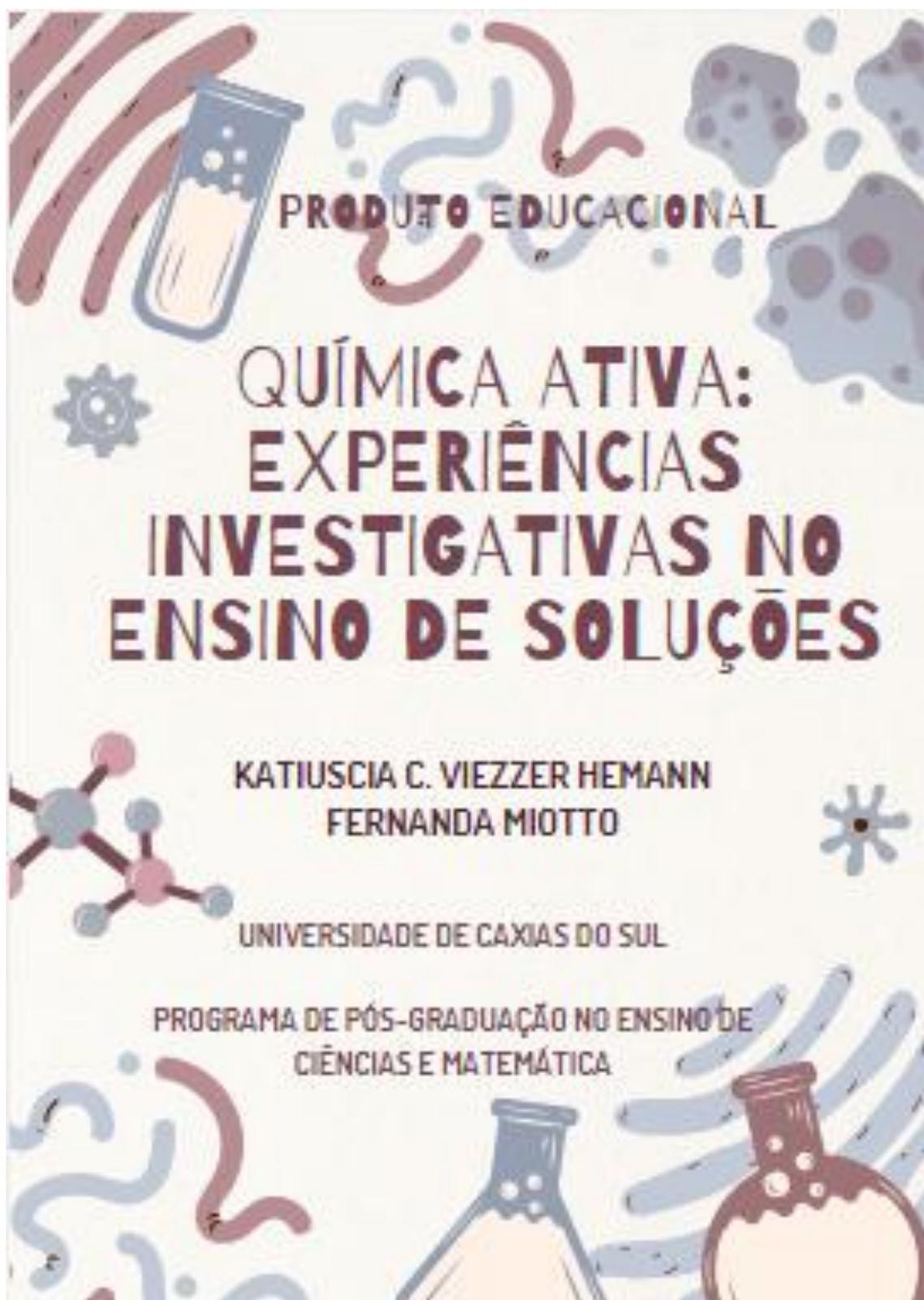
A sistematização será embasada no artigo da Química Nova na Escola no link que segue:

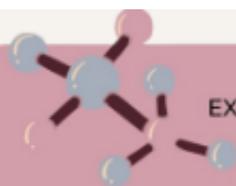
[Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada](#)

Nesta etapa a professora retomará os diários com as análises e discussões dos alunos ao final da experimentação e fará algumas indagações:

- I. Como vocês resolveram o problema?
- II. Por que vocês acham que deu certo ou errado?
- III. Quais as possíveis explicações sobre os acontecimentos ao longo do experimento?

18. APÊNDICE H – PRODUTO EDUCACIONAL





EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA
NO ENSINO DE QUÍMICA

Introdução

Estimado (a) professor (a),

Este material é fruto de pesquisa desenvolvida pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul (PPGM/UCS).

Este recurso didático visa favorecer a prática pedagógica do professor junto à alunos de 2º ano do Ensino Médio, buscando estabelecer a relação entre teoria e prática na tentativa de apoiar o docente na construção do conceito de Soluções através de uma Sequência Experimental Investigativa. Este material busca aproximação da realidade do estudante e permitir maior envolvimento com o conteúdo apresentado, reforçando a conexão entre o cotidiano e conceitos científicos.

Nesta lógica, almeja-se que este material didático possa servir como suporte para o trabalho didático-pedagógico desenvolvido em ambientes formais e não formais de aprendizagem. Acredita-se no sucesso desta proposta como forma de melhorar o ensino de Química, em especial, para o ensino de Soluções.

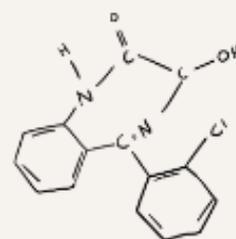
Atenciosamente,

Katiuscia C. Viezzer Hemann

Fernanda Miotto



Autoras



Katiuscia Carla Viezzer Hemann

Professora na rede privada e pública de ensino atuando como docente nas disciplinas Física e Química. Graduada em Física e Química Licenciatura pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), pós-graduada em Gestão e Docência no Ensino Superior pela UniFTec e Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela UCS.

Fernanda Miotto

Possui doutorado (2016) e mestrado (2010) em Engenharia e Ciência dos Materiais (2010) e Licenciatura Plena em Química (2007) pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atualmente é professora Adjunta I e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul.



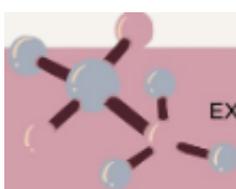
fmiotto@ucs.br

kcviezze@ucs.br

Sumário

1. Apresentação	05
2. Fundamentação teórica	07
3. Procedimentos Instrucionais para o uso da sequência didática	07
4. Planejamentos	08
4.1. Pré- questionário	09
4.2. Atividade 1 - Análise de rótulos de diferentes águas (Nível A1 e N2)	13
• Sistematização e conclusões - Soluções iônicas e moleculares	
• Sala de aula invertida	
4.2. Atividade 2 - Determinação de solubilidade do KCl (Nível A2 e N3).....	22
• Sistematização e conclusões - Mistura e solubilidade.	
4.3. Atividade 3 - Química do suco artificial (Nível A3 e N4).....	33
• Sistematização e conclusões - Artigo Química Nova Escola	
5. Bibliografia.....	38





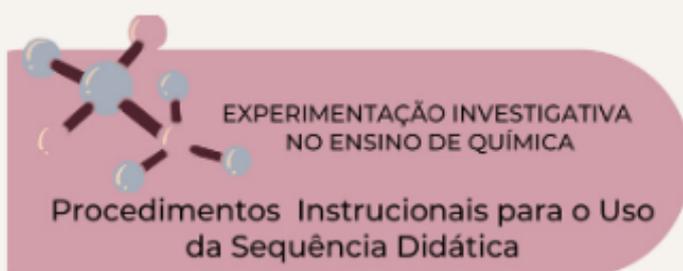
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Apresentação

A maior parte dos materiais com os quais se tem contato no cotidiano são dispersões (misturas). Dificilmente são utilizadas substâncias puras. Um exemplo é a água que é bebida, essa contém sais minerais dissolvidos, além de outras substâncias adicionadas no seu tratamento. O ar e os alimentos são outros tipos de dispersões. Este material didático tem como foco principal o estudo das experimentações investigativas através do estudo de Soluções. Essas estão presentes em atividades diárias das pessoas em diversas situações, nos produtos de higiene e limpeza, alimentos, medicamentos, vários tipos de líquido, entre outros exemplos. Nesse sentido, o conhecimento de Química ajuda a entender o complexo mundo social em que se vive. Todos devem se esforçar para que as aplicações da Ciência e da tecnologia na sociedade possam proteger a vida das gerações futuras e propiciar condições para que todos tenham acesso aos seus benefícios (SANTOS, 2008).

Diante do cenário atual no qual a Química é considerada um componente curricular em que se apresentam conceitos difíceis de serem entendidos pelos estudantes, os professores podem pesquisar meios variados de ensinar, ofertando aos alunos maneiras diferentes de aprender. Nessa lógica, houve interesse em elaborar um produto educacional que auxilie o professor de modo que, durante as aulas de Química, seja oportunizado aos alunos a relação de conceitos químicos com situações experimentais investigativas e, que e que os estudantes participem como sujeitos ativos e autônomos no processo de ensino.

Partindo disso, a produção deste material didático tem por objetivo propor uma metodologia que contribua com uma prática pedagógica investigativa e inovadora para o ensino de Soluções, estimulando os alunos a se interessarem pelas ideias científicas e pela



Com a proposta de aplicar um ensino contextualizado, dinâmico e dialógico, recomenda-se ao professor que utilize **aulas expositivas dialogadas**, neste em questão serão 09 encontros de **60 minutos**, visando a SEI com diferentes níveis de abertura., permitindo aos alunos oportunidade de serem protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, favorecendo o feedback professor-aluno e aluno-aluno ao longo da construção do saber.

Este produto não vem com intenção de ser um modelo ideal para aprendizagem do conceito de Soluções, mas sim, outra alternativa para tentar minimizar possíveis problemas encontrados ao ensinar esse conteúdo. Este material nasce de uma pesquisa realizada com os professores da educação pública estadual e federal, os quais trouxeram elementos fundamentais para compor o problema de pesquisa, a estrutura, a organização, e possíveis respostas ao problema no caminhar da pesquisa.

Contudo, não se almeja trazer receita pronta e acabada para os possíveis problemas de ordem didático-pedagógica, mas viabilizar possíveis caminhos para que o professor possa adaptá-los de acordo com o contexto em que atua, podendo talvez acrescentar outras atividades, textos e recursos tecnológicos.

Algumas sugestões ao professor que irá utilizar a sequência didática:

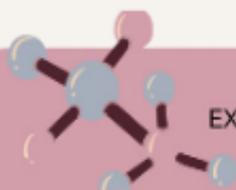
- Procure **mostrar a relação direta dos conceitos apresentados com a vida do estudante** (contextualize sempre);
- Estabeleça uma **relação de confiança entre os estudantes**. Essa postura deixará o aluno mais à vontade ao expor suas dificuldades;
- **Valorize os possíveis erros**, pois a partir das respostas é possível construir um novo conhecimento;
- Procure **ser inovador**, isso deixará as aulas mais dinâmicas, atrativas e pode despertar grande interesse por parte dos estudantes.
- Importante que a escola de aplicação tenha os **materiais** laboratoriais necessários para as experimentações.



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Sequência didática - SEI

Encontro	Atividade	Objetivo
1 (50 minutos)	Pré-questionário	Identificar as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema: soluções químicas.
2 (200 minutos)	Apresentação do problema (nível A1 e N1), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor.	Possibilitar que os estudantes organizem os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema.
3 (50 minutos)	Discussão na classe e elaboração do relatório individual.	Tomada de consciência.
4 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e uso do simulador phet.	Formalização dos conceitos.
5 (100 minutos)	Apresentação do novo problema (nível A2 e N1), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor, porém com algum grau de desafio.	Possibilitar que os estudantes obtenham os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema para uma situação específica que será explorada na atividade.
6 (50 minutos Matemática e 50 minutos Química)	Nesta etapa da SEI, far-se-á um momento interdisciplinar com Matemática e retomada dos conceitos sobre a curva de solubilidade.	Auxiliar na construção da curva de solubilidade e formalização dos conceitos.
7 (200 minutos)	Apresentação do novo problema (Nível A3 e N1), explorando dados obtidos através de atividade investigativa e análise de embalagens de soro artificial.	Possibilitar que os alunos desenvolvam as habilidades ao longo do processo de forma a pensar no problema, gerar as hipóteses e solucionar o mesmo de forma que o professor intervenha o mínimo possível.
8 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e análise de artigo.	Possibilitar aos estudantes significativa aprendizagem sobre Soluções Químicas.
9 (50 minutos)	Elaboração de um mapa mental sobre soluções.	Análise da evolução e aprendizado alcançada nas atividades experimentais investigativas com diferentes níveis de abertura conforme objetivos.



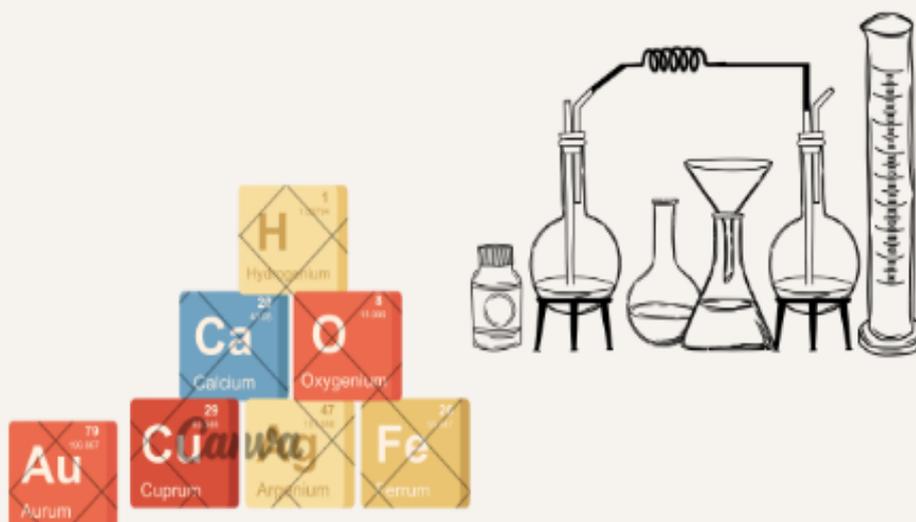
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA
NO ENSINO DE QUÍMICA

Sondagem - Pré-questionário

Sondagem – Avaliação Diagnóstica I

Duração: **2 encontros de 60 minutos.**

O conceito de soluções é um assunto potencialmente significativo para promover a sistematização de outros conceitos da química. Ao estudar esse conceito é necessária a compreensão de ideias relacionadas a ligações químicas, misturas, substâncias, entre outros. Sabendo disso, leia com atenção e responda a sondagem abaixo:



QUESTÃO 1: Uma certa quantidade de água foi colocada em um copo e sua massa foi determinada usando uma balança. A massa do copo e da água foi de 150 g. A seguir, 3 cubos de açúcar foram pesados separadamente, totalizando 10 gramas, e adicionados à água.



- a) Preencha, no quadrinho acima, o valor da massa do copo com o seu conteúdo, ao final do processo descrito.
- b) Explique o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água, após transcorridos alguns minutos.
-

QUESTÃO 2: Partindo das seguintes representações para as substâncias:

- a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:



AÇÚCAR



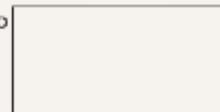
CLORETO DE SÓDIO



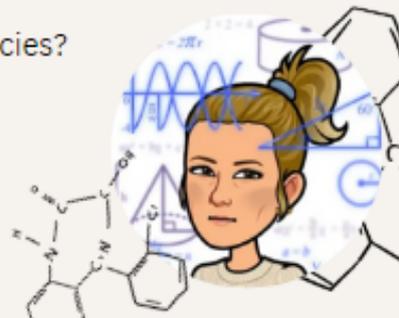
Açúcar em água:



Cloreto de sódio



- b) Em ambos os casos, o que existe entre as espécies?



QUESTÃO 3: Considere que você possui um copo de água e um pacote de pó de suco. Com base nessa situação, responda às seguintes questões:

a) O que é necessário fazer para que o pó de suco se dissolva completamente na água? Explique o processo de dissolução.

b) Suponha que você adicione uma pequena quantidade de pó de suco à água e misture até que não haja mais partículas visíveis. Qual é o estado dessa solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.

c) Agora, imagine que você continue adicionando mais pó de suco à mesma quantidade de água e misture até que não haja mais partículas visíveis, mas algumas partículas começam a se acumular no fundo do copo. Qual é o estado dessa nova solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.

d) A temperatura da água afeta a dissolução do pó de suco? Explique como a temperatura pode influenciar a taxa de dissolução do pó de suco na água.

Lembre-se de fornecer explicações completas e detalhadas para cada pergunta.

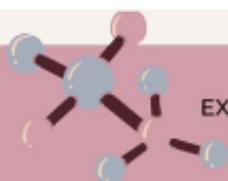
QUESTÃO 4: O que estamos tentando descobrir ao adicionar o pó de suco à água? Estamos determinando a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida nessa quantidade específica de solvente?"

QUESTÃO 5: "Quando medimos a quantidade de pó de suco não dissolvida, o que isso representa em relação ao coeficiente de solubilidade?"

QUESTÃO 6: Fazendo uma observação da embalagem do suco em pó, você seria capaz de informar:

- a) Quais são as condições para esta solução ser saturada?
- b) Qual seria a concentração da solução se preparássemos o suco com 600mL de água?





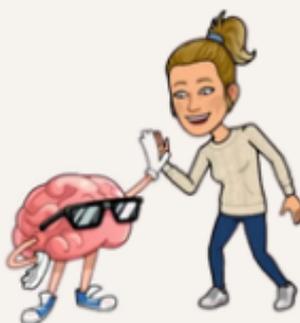
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Desenvolvimento de atividade 1

Através deste tópico será apresentada a proposta de uma sequência de atividades, organizada na forma de uma sequência experimental didática, com nível de abertura A1, segundo Tamir (1991), onde fica a cargo do professor a apresentação do problema e do roteiro experimental, já os alunos ficam encarregados da elaboração das conclusões a partir da coleta e tratamento de dados.

O conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre determinado conteúdo auxilia o professor durante a elaboração da estratégia didática a ser desenvolvida em sala de aula, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem, sendo assim, inicialmente será abordado conceitos relacionados ao conteúdo de soluções; homogeneidade, saturação e condutividade, através do pré-questionário (ANEXO 1).

Especificamente em relação a este trabalho, o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre o fenômeno da solubilidade e procedimentos de cálculos de concentração torna-se essencial para orientar o planejamento da sequência de atividades relacionadas ao conteúdo de soluções de forma contextualizada. Para alcançar esse objetivo elaborou-se uma sequência experimental didática de atividades tendo como eixo temático no primeiro encontro: “O estudo do rótulo da água mineral e da água adicionada de sais: sua condutibilidade e classificação quanto ao soluto”, (ANEXO 2).



A ideia de contextualização ganharia aqui importância fundamental, sendo construída em uma etapa posterior a um processo de problematização da realidade vivida pelos alunos e da elaboração de modelos e teorizações apoiadas nos saberes científicos e tecnológicos. Assim, a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos científicos vinculados ao cotidiano do aluno, onde seu objetivo fundamental é promover a reflexão dos alunos, permitindo a construção de conhecimentos necessários para tomada de decisões responsáveis e atuar na solução de problemas

Esta primeira sequência experimental investigativa, que visa nível de abertura A1, será aplicada durante quatro aulas de uma hora de duração, duas aulas/semanais em uma turma composta por 13 alunos de escola privada de alto desempenho, os quais possuem, entre outros, conteúdos que envolvem o ensino de soluções, tabela periódica, cálculos estequiométricos, ligações químicas, estrutura atômica e propriedades periódicas, isto é, conhecimentos prévios necessários para o melhor desenvolvimento das atividades.

ATIVIDADE 1 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo com o Referencial Curricular Gaúcho (RCG), busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A SEI será iniciada com a entrega de rótulos de água para os alunos e será perguntado aos alunos se os rótulos são iguais, de mesma marca, as quantidades. Após os alunos fazerem suas indagações a professora irá separar a turma em três trios e um quarteto onde os mesmos receberam uma situação problema para buscarem hipóteses para responder ao problema em questão:

“ (...) Dentro desse contexto, existem as águas que são comercializadas para consumo, como a água mineral e a água adicionada de sais. A água mineral é proveniente de fontes naturais ou captada por meio da perfuração de poços. Observando um rótulo de água mineral, podemos ver uma grande quantidade de substâncias químicas em sua composição e suas proporções.

Isso ocorre porque, antes de ser envasada e comercializada, a água passa por diversas regiões e profundidades diferentes no subsolo e acaba dissolvendo diferentes substâncias químicas que estão presentes em determinada região. A água mineral não passa por nenhuma espécie de tratamento químico, é envasada na forma em que é retirada da fonte.

Assim como a água mineral, a água adicionada de sais é captada de fontes naturais ou por meio da perfuração de poços. Ela é uma água potável e, após tratamento adequado, é adicionada uma determinada quantidade de sais minerais.

Podemos perceber que a água do nosso dia a dia não é simplesmente H₂O! A mistura que consumimos na verdade possui várias outras substâncias em sua composição.

Os rótulos de diferentes águas comercializadas devem conter informações intrínsecas sobre o produto, diferenciando a água mineral da água adicionada de sais. **Ao analisar os rótulos desses dois tipos de água, você consegue ver diferenças em suas composições? Quais são elas? Seria possível ascender uma lâmpada com estas diferentes águas? A quantidade de sal na água influenciará na condutibilidade elétrica?”**

Características físico-químicas	Valor	Composição química	mg/L
pH a 25 °C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25 °C	151 (µS/cm)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180 °C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20



Após observação dos rótulos e leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscaram hipóteses para responder aos questionamentos, relatando as mesmas em seus diários de bordo. Em seguida irão compartilhar com o grande grupo as hipóteses sugeridas e farão a análise para assim a professora explicar a ida ao laboratório para resolução das hipóteses.

EXPERIMENTAÇÃO:

OBJETIVOS

- ▶ **Reconhecer** materiais que são condutores elétricos e **entender** porque uns conduzem corrente elétrica e outros não;
- ▶ **Compreender** as condições para que haja condução de eletricidade;
- ▶ **Comprovar, experimentalmente**, que algumas substâncias, em soluções aquosas ou no estado líquido e fundidas, conduzem a corrente elétrica.

Procedimento experimental:

Materiais para construção do equipamento

- fios de cobre;
- plug de tomada;
- soquete com lâmpada;
- estilete;
- alicate;
- fita isolante;
- chave de fenda Philips
- base de madeira ou plástico.

Antes de iniciar a parte experimental um “truque” interessante, que mantém a autonomia dos estudantes ao realizar a montagem, e ao mesmo, minimiza os riscos de acidente com o equipamento:

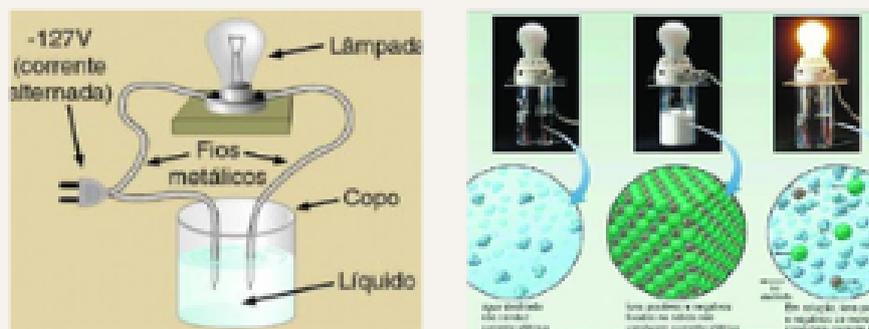
DICA: Os alunos são instruídos a realizarem a montagem da forma que eles acharem adequada, exceto pela fonte, que não é conectada ao circuito. Após terem terminado, eles chamam o professor, que verifica a montagem e só então autoriza a conexão da fonte.



Não tocar nos eletrodos (fios desencapados), simultaneamente quando o dispositivo estiver ligado à tomada.

- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.
- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

O equipamento consiste em fios conectados a um soquete (para lâmpada) em uma das extremidades e a um plug na outra. Um dos fios é cortado propositalmente para evitar a passagem de corrente elétrica. Antes de efetuar esse corte o instrumento é testado, acendendo uma lâmpada, para comprovar seu correto funcionamento. Imagens dos equipamentos desenvolvidos são demonstrados abaixo:



O equipamento consiste em fios conectados a um soquete (para lâmpada) em uma das extremidades e a um plug na outra. Um dos fios é cortado propositalmente para evitar a passagem de corrente elétrica. Antes de efetuar esse corte o instrumento é testado, acendendo uma lâmpada, para comprovar seu correto funcionamento.

Todas as orientações referentes aos cuidados quanto a segurança ao manusear materiais cortantes durante a montagem do equipamento foram repassadas aos alunos. Além disso, as orientações referentes a segurança quanto ao funcionamento do equipamento por intermédio da eletricidade também foram enfatizadas. Foi esclarecido aos alunos que os equipamentos montados que apresentassem segurança duvidosa, não seriam utilizados no experimento.

Todas as equipes testaram as amostras com seus dispositivos, uma equipe por vez e, por questões de segurança, juntamente com o professor.

a) Adicionar em cada um dos 4 béqueres, disponíveis sobre sua bancada, as seguintes substâncias:

□ Béquer 1: 20 mL de água mineral

□ Béquer 2: 20 mL de água adicionada de sais

□ Béquer 3: uma ponta de espátula com sacarose em 20 mL de água mineral

□ Béquer 4: uma ponta de espátula com cloreto de sódio em 20 mL de água mineral

b) Em seguida, conectar uma lâmpada incandescente 7 W e ligar o aparelho na tomada numa corrente de 127 V.

c) Após, mergulhar os fios em cada um dos materiais, deixando-os afastados por aproximadamente 3 cm um do outro. Anote os resultados na Tabela 1.

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral		
Água adicionada de sais		
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)		
Sal (NaCl)		

Questões básicas:

1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.

2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

No caso do acendimento das lâmpadas de voltagens diferentes, estuda-se o grau de condutividade dos compostos. Compostos, com alta condutividade conseguem fazer com que se acenda todas as lâmpadas, da de menor voltagem à de maior voltagem. Já no caso dos compostos com baixa condutividade, consegue-se obter o acendimento apenas da lâmpada de menor voltagem.

Atividade 1 - 3º e 4º encontros – Sistematização e Conclusões

A aula expositiva dialogada foi ministrada após o término da atividade experimental e teve como objetivo apresentar os conceitos necessários para a compreensão do tema contextualizado proposto sobre soluções. Para isso, foi utilizado como referência a apostila Bernoulli, adotada pelo Colégio. Do mesmo modo, a aula seguiu esse direcionamento de ensino de conteúdo com a interação dos alunos. Assim, na aula expositiva, foram trabalhados com os alunos participantes alguns conceitos químicos relevantes que envolvem aspectos macroscópicos, como as características das soluções, aspectos submicroscópicos, como processo de dissolução e fatores como a condutibilidade dos sais em água e as concentrações das soluções.

Os fatores envolvidos, tais como carga dos íons, tamanho e polaridade das moléculas, forças intermoleculares ao serem considerados em conjunto na análise realizada, procuraram favorecer o entendimento dos processos de dissolução. Ainda, durante a discussão com os participantes, procurou-se destacar a relação dos conceitos com as possíveis dificuldades de aprendizagem, como apresentados nos parágrafos a seguir.

Nesta etapa a professora retomará os diários com as análises e discussões dos alunos ao final da experimentação e fará algumas indagações:

- I. **Como** vocês resolveram o problema?
- II. **Porque** vocês acham que deu certo ou errado?
- III. **Quais** as possíveis explicações sobre os acontecimentos ao longo do experimento?



2.2. Soluções iônicas (eletrolíticas)

Esse tipo de solução é obtido por meio da dissolução de substâncias iônicas ou moleculares que sofrem ionização, como ácidos, bases ou sais, em água. A principal característica de uma solução iônica é sua capacidade de conduzir corrente elétrica por meio do movimento dos íons, já que estes são dotados de cargas elétricas. As soluções eletrolíticas são eletricamente neutras, apresentando quantidades iguais de cargas positivas e negativas. Um bom exemplo desse tipo de solução é a água de bateria, composta por ácido sulfúrico (H_2SO_4) dissolvido em água.

2.3. Soluções moleculares (não eletrolíticas)

As soluções moleculares são aquelas em que o soluto é constituído unicamente de moléculas. Essas soluções são não eletrolíticas, já que, durante a dissolução do soluto, não ocorre o processo de ionização. Como não existem íons livres nessas soluções, elas não são capazes de conduzir corrente elétrica. Um exemplo desse tipo de solução é a mistura de água e açúcar (sacarose).



Você pode aprender um pouco mais sobre as soluções eletrolíticas e não eletrolíticas. Acesse o QR Code e veja o experimento.

2.4. Soluções diluídas e concentradas

No nosso dia a dia, usamos expressões do tipo "café fraco" e "café forte". Quando as utilizamos, estamos dizendo que, no primeiro caso, a quantidade de soluto (pó dissolvido) é pequena em relação à quantidade de solvente. Entretanto, no segundo caso, a porção de soluto é elevada em relação à quantidade de solvente.

Classificamos o "café fraco" como uma solução diluída, se comparado ao "café forte", classificado como uma solução concentrada.

Dessa forma, é possível afirmar que a solução diluída é aquela em que a quantidade de soluto é pequena se comparada com a porção de solvente e que, na solução concentrada, a quantidade de soluto é elevada quando comparada com a porção de solvente.

A classificação das soluções como diluída ou concentrada é de caráter empírico, pois uma pessoa pode considerar um café "forte" e outra pode considerar o mesmo café "fraco".

Dessa forma, foi necessário definir um conceito científico que expressasse a relação entre as quantidades de soluto e solução. O conceito que expressa esse tipo de relação entre soluto e solução é a concentração. Um estudo mais aprofundado acerca da concentração de soluções será apresentado mais adiante.

-COMPOSTOS IÔNICOS e MOLECULARES: Sólidos, líquidos e soluções aquosas

Primeiramente, como vai poder observar, só haverá condução de eletricidade no caso dos materiais em solução aquosa, e ainda assim naquelas soluções nas quais vai poder observar a existência de partículas eletricamente carregadas, responsáveis pela condução elétrica.

No esquema abaixo, podemos prever em quais vai ocorrer condução de corrente elétrica. (VER FIGURA 1)

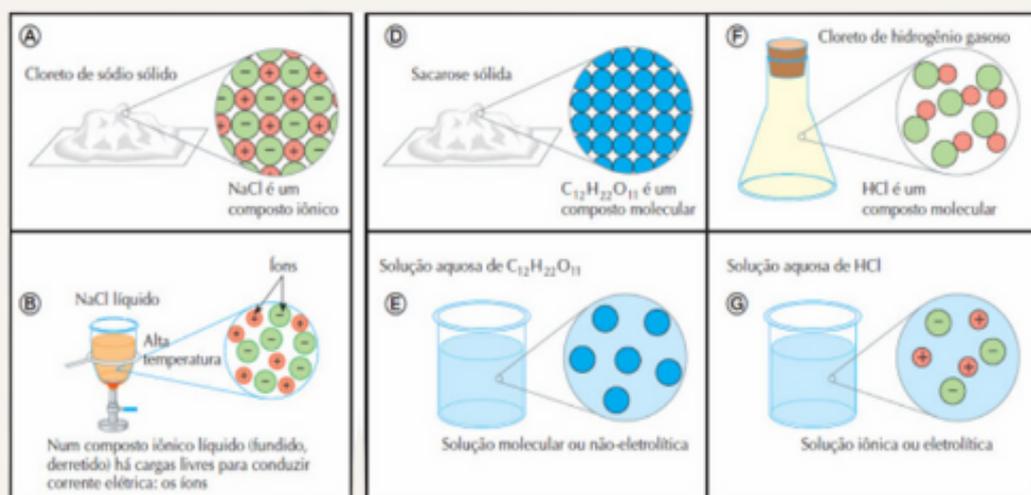
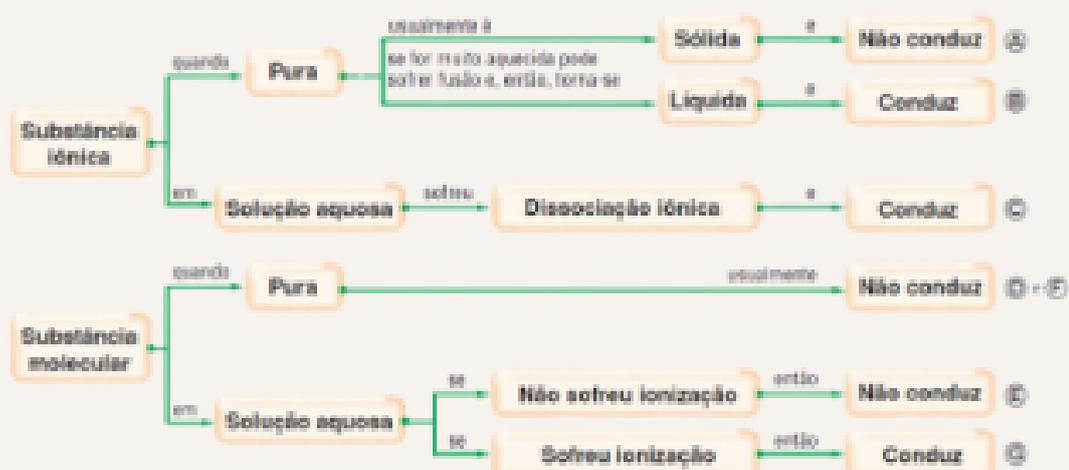


Figura 1 - Condições de estudo de condutividade elétrica de substâncias e soluções

No esquema A, temos o NaCl sólido puro, por mais que ele seja formado por íons (partículas carregadas), estes não estão livres para se movimentarem e assim conduzir corrente elétrica. Eles estão “presos” no retículo cristalino. Já na figura B, temos o NaCl líquido puro, e este sim tem seus íons livres para se movimentarem quando fundido, assim conduzem corrente elétrica nessa situação. O mesmo é válido para o caso de NaCl dissolvido em água. A questão é que a água separa os íons no retículo, solvatando-os. Assim tem íons livres para se movimentarem e conduzirem corrente elétrica. Já na figura D, tem-se um composto sólido molecular, que não apresenta cargas para se movimentarem e assim conduzirem corrente elétrica.

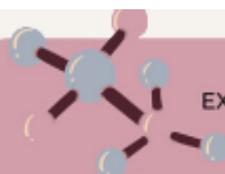
Assim, é evidente que mesmo fundido ou em solução aquosa a condução de corrente elétrica não será possível, como mostra também a indicação E. Já na indicação F, temos um ácido inorgânico, que é um composto molecular e, portanto, só vai conduzir corrente elétrica quando dissolvido em água. Isso porque a água reage com o hidrogênio do ácido e dessa forma, cria espécies carregadas que passam a conduzir corrente elétricas. Como fica explícito na indicação G. Assim, fica válido para o estudo da condutividade de substâncias o seguinte:



Para cumprir essa atividade, será proposto que os alunos resolvam dois exercícios com o objetivo de apresentar uma situação de aplicação dos conceitos discutidos na aula expositiva dialogada. O primeiro aborda o processo de solubilidade e a condutibilidade e o segundo envolve análise de saturação das soluções.

1. Que critérios você utilizou para resolver os exercícios sobre solubilidade? Como você respondeu?
2. Quais dificuldades você encontrou para resolver os exercícios sobre solubilidade?

Os alunos participantes deverão resolver os exercícios individualmente, com posterior correção e discussão das respostas. Essa estratégia será orientada no sentido de proporcionar um ambiente no qual os participantes descobrissem o que precisariam saber para realizar a atividade com sucesso, identificar os erros cometidos durante a resolução e, conseqüentemente, reconhecer suas dificuldades.



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA
NO ENSINO DE QUÍMICA

Desenvolvimento da atividade 2

Na aula anterior subentende-se que os alunos responderam suas hipóteses quanto aos aspectos de condutibilidade e solubilidade dos sais na água. Especificamente em relação a este trabalho, o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre o fenômeno da solubilidade e procedimentos de cálculos de concentração torna-se essencial para orientar o planejamento da sequência de atividades relacionadas ao conteúdo de soluções de forma contextualizada. Nesta etapa da sequência experimental investigativa, far-se-á um momento interdisciplinar com Matemática, afim de melhorar o entendimento sobre curva de solubilidade de alguns sais.

Esta segunda sequência experimental investigativa, espera-se que os alunos desenvolvam o processo e suas conclusões por conta e o professor auxiliará apenas na entrega do problema, desta forma abrande-se nível de abertura A2 (TAMIR, 1991), onde. será aplicada durante seis aulas de uma hora de duração, duas aulas/semanais, sendo quatro aulas de Química e duas de matemática.

ATIVIDADE 2 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo Base Nacional Comum Curricular (BNCC) busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A SEI iniciará com a entrega de uma situação problema:

Atividade 1) Leia atentamente:

“O setor de fertilizantes é um segmento estratégico para o país e a elevação da produtividade da agricultura está fortemente relacionada a sua utilização. A produção da indústria química brasileira não acompanhou a evolução do consumo interno, ocasionando um déficit crescente e persistente no setor. Os intermediários para fertilizantes, segmento importante da indústria química, são responsáveis por cerca de um terço do déficit, e as perspectivas são de que a demanda por adubos se eleve ainda mais nos próximos anos.”



Dentre os fertilizantes utilizados para o desenvolvimento das plantas encontram-se os macronutrientes, que são aqueles utilizados em larga quantidade, sendo os principais: nitrogênio, fósforo e potássio. O papel do nitrogênio é a manutenção do crescimento da planta, a formação de aminoácidos e proteínas. O fósforo é responsável por auxiliar as reações químicas que ocorrem nas plantas, interferindo nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células. Já o potássio é importante para a manutenção de água nas plantas, formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

O cloreto de potássio é o adubo utilizado para reposição do potássio no solo. Esse sal é muito solúvel em água e fornece altos teores de íons K^+ . Entretanto, a solubilidade de um sal é bastante afetada pela temperatura (Tideal para o KCl: $20^{\circ}C$). Porém, no nosso inverno, essa aplicação ocorre em temperaturas mais baixas (entre $5^{\circ}C$ e $15^{\circ}C$). A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas de nossa região que é rica em videiras é importante para os agricultores e, conseqüentemente, para economia local. **Sendo assim, qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre $5^{\circ}C$ e $15^{\circ}C$? Como essas baixas temperaturas podem afetar no propósito da adubação?"**



Após a leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscarão hipóteses para responder aos questionamentos, relatando as mesmas em seus diários de bordo. Em seguida irão compartilhar com o grande grupo as hipóteses sugeridas e farão a análise para assim a professora explicar a ida ao laboratório para resolução das hipóteses.

Atividade 2) Os alunos discutirão o texto com seu grupo e deverão fazer a identificação:

- a) do problema de pesquisa;
- b) das grandezas e suas respectivas unidades de medidas;
- c) das variáveis envolvidas, e se existe uma possível relação de dependência entre elas.

Em seguida a esta primeira etapa os alunos serão encaminhados ao laboratório como forma de investigar experimentalmente suas hipóteses em trios.

EXPERIMENTAÇÃO:

OBJETIVOS:

- **Reforçar o conceito de solubilidade**, trabalhado na aula anterior utilizando os rótulos de água
- **Elaborar a ideia** de que a concentração da solução varia em função da quantidade e da temperatura das substâncias que formam as soluções.
- **Construir a curva de solubilidade** do cloreto de potássio em função da temperatura.



As experiências de laboratório em química, assim como em outras ciências quantitativas, envolvem muito frequentemente medidas de massa e volume, que são posteriormente utilizados em cálculos.

Orientações aos alunos:

a) **MEDIDAS DE MASSA**

As balanças são instrumentos adequados para medir massas. O manuseio de uma balança requer muito cuidado, pois são instrumentos delicados e caros.

Durante a utilização, devem ser observados os seguintes cuidados gerais:

- manter a balança limpa;
- não colocar os reagentes diretamente sobre o prato da balança;
- os objetos a serem pesados devem estar limpos, secos e à temperatura ambiente;
- a balança deve ser mantida desligada caso não estiver sendo utilizada;
- nas balanças analíticas, os objetos devem ser colocados e retirados com a pinça e não com as mãos;
- o operador não deve se apoiar na mesa em que a balança está colocada.

b) MEDIDAS DE VOLUME

Para se efetuar medidas de volume, faz-se necessário a utilização de pipetas, provetas e buretas. As medidas de volume de um líquido com esses instrumentos são feitas comparando-se o nível do mesmo com os traços marcados na parede do recipiente. Na leitura do volume de um líquido usando-se um destes instrumentos, ocorre uma concavidade que recebe a denominação de menisco.

Procedimento experimental:

- Dirija-se ao local das balanças e pese em um papel encerado (ao lado da balança), 3,00g de cloreto de potássio.
- Transfira cuidadosamente o sal para um tubo de ensaio.
- Repita o mesmo procedimento para mais 3 tubos de ensaio conforme a tabela a seguir (não esqueça de numerar os tubos de ensaio com a caneta de retroprojektor):

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)
1	3,00	10
2	3,25	10
3	3,50	10
4	3,75	10

- Com uma proveta, transfira 10 mL de água destilada para o tubo de ensaio contendo o sal.
- Agite com um bastão de vidro e reserve.
- Coloque os tubos numerados em um béquer de 150 mL contendo água (banho Maria).
- Coloque o béquer sobre uma chapa de aquecimento.
- Aqueça até a completa dissolução do sal em cada tubo de ensaio. CUIDADO ao manusear os materiais nessa etapa, pois a chapa, o béquer e os tubos estarão quentes!
- Desligue o aquecimento, retire um tubo de ensaio de cada vez (coloque sobre uma estante).
- Coloque os tubos de ensaio (um de cada vez) em um béquer de 250 mL com água e gelo em seu interior, conforme a necessidade;
- Meça a temperatura em que ocorrer a formação do primeiro cristal (cristalização) e anote na tabela abaixo:

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)	Temperatura de cristalização (°C)
1	3,00	10	
2	3,25	10	
3	3,50	10	
4	3,75	10	

Ao final da experimentação investigativa a professora pedirá que os alunos façam todas as anotações sobre as possíveis discussões e análises da resposta às hipóteses em seus diários de bordo e façam a entrega do relatório da atividade prática.

ATIVIDADE 2 - 3º e 4º encontros: Momento interdisciplinar com Matemática

Para o desenvolvimento da presente proposta de inserção de um momento interdisciplinar mostra-se adequado e eficaz a utilização de aulas de química e uma contribuição matemática para a solução do problema inicial. Assim, de forma conjunta os professores de química e matemática planejam juntos suas aulas.

A professora de química, então, desenvolve os estudos do tema até o ponto da realização do experimento onde os estudantes ao anotar os dados do mesmo, dissolvendo e cristalizando o sal NaCl, estão munidos com o necessário para o desenvolvimento do segundo passo juntamente ao professor de matemática, quando ocorre a construção dos gráficos da função afim e a interpretação dos mesmos. Em um último momento a professora de química em sua aula analisa os conceitos químicos estudados com uma ferramenta matemática. Esse procedimento proporciona a possibilidade de os estudantes perceberem os conhecimentos escolares de forma integrada e ampla.



ATIVIDADE 2 - 5º e 6º encontros: Sistematização e contextualização

Assim que os alunos retornam a professora iniciará a aula projetando as curvas de solubilidade para análise da curva de solubilidade do sal KCl. Dando sequência aos estudos a professora fará a sistematização do conhecimento através da aula expositiva dialogada, usando o artigo através do link, que contém alguns aspectos:

https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/39958/6/qui_m4d8_tm02_box2.pdf

Para contextualizar e avaliar os alunos a professora fará uso do simulador phet.

Objetivos:

- **Retomar os conceitos** discutidos nas aulas, sobre soluções, analisando simulações de experimentos práticos;
- **Perceber como** as quantidades de soluto e solvente influenciam na saturação de uma solução, a partir dos resultados produzidos nas simulações.

Etapa 1) Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_pt_BR.html

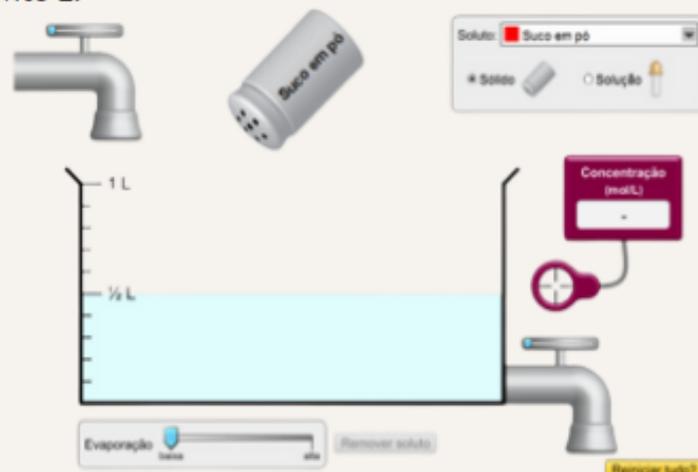
Etapa 2) Antes de iniciar a simulação defina os seguintes termos

- Solução Insaturada;
- Solução Saturada;
- Solução Supersaturada;
- Solubilidade;
- Concentração em massa;
- Soluto;
- Solvente;
- Concentração molar.

Etapa 3) Cálculos de concentração utilizando a expressão da concentração molar.

Procedimento

Experimento 1:



1. Encha o reservatório de 1 L e escolha o soluto. Misture e arraste o medidor de concentração para dentro do reservatório.
2. Adicione soluto até obter uma solução com concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela de Dados 1.
3. Reduza o volume de água até aproximadamente 0,50 L. Observe o efeito sobre a concentração e responda a pergunta 1.
4. Clique em “Reiniciar tudo”.

Experimento 2:

1. Escolha o soluto (sólido) nitrato de cobalto (II). Anote na Tabela de Dados 1 a sua fórmula química e sua massa molar.
2. Encha o reservatório até a marca de 900 mL. Observe que cada marca corresponde a 100 mL
3. Novamente adicione soluto até uma concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela 1.
4. Caso a solução sature antes de alcançar esta concentração, escreva a palavra "saturada" na coluna da concentração e risque o restante da linha na Tabela de Análise. Vamos discutir saturação na parte 2.

Tabela de Dados 1					Análise da Tabela 1	
Soluto	Fórmula química	Massa molar (g/mol)	Volume de água (L)	Concentração molar (mol/L)	Mols de soluto (mol)	Massa soluto (g)
Suco			1			
Nitrato de cobalto II			0,9			
Cloreto de cobalto			0,8			
Dicromato de potássio			0,7			
Cromato de potássio			0,6			
Cloreto de níquel II			0,5			
Sulfato de cobre			0,4			
Permanganato de potássio			0,3			

5. Clique em “Reiniciar tudo”.

Etapa 4) Saturação

Procedimento

1. Drene o tanque. Escolha a solução conta-gotas de nitrato de cobalto (II) e encha o tanque até 0,50 L. Esta solução está quase saturada. Adicione um pouco mais de soluto sólido até chegar a uma solução saturada de nitrato de cobalto (II). Na Tabela de Dados 2, registre "Concentração no Ponto de saturação (mol/L)".
2. Adicione soluto até formar corpo de fundo e responda a pergunta 1.
3. Repita o procedimento para cada soluto (exceto para o suco) utilizando 0,50 L de cada vez.

Questões

1. Sem adição de qualquer novo soluto, qual é o efeito da drenagem sobre a solução?
2. Qual soluto é necessário a maior massa para atingir a concentração de 2 mol/L?
3. Qual(is) soluto(s) satura(am) antes de atingir a concentração de 2 mol/L ?

Tabela de Dados 2		Análise da Tabela 2	
Soluto	Concentração no ponto de saturação (mol/L)	Mols de soluto necessários para saturar a solução (mol)	Massa soluto necessária para saturar a solução (g)
Suco			
Nitrato de cobalto II			
Cloreto de cobalto			
Dicromato de potássio			
Cromato de potássio			
Cloreto de níquel II			
Sulfato de cobre			
Permanganato de potássio			

Análise

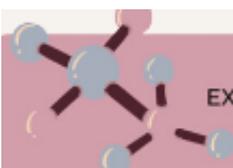
1. Calcular o número de mols de soluto necessário para saturar a solução. Utilize a expressão da concentração molar e anote o resultado na Tabela 2.
2. Calcule a massa em gramas de soluto necessária para saturar a solução. Utilize a massa molar e registre seus resultados na Tabela 2.

Questões

1. Quando a solução satura, o soluto sólido adicionado não se dissocia. O que acontece com o excesso?
2. Como você pode "supersaturar" estas soluções evitando que ocorra a precipitação de cristais?

Orientações:

- a) Realize as atividades sugeridas em cada etapa esclarecendo suas dúvidas sempre que necessário.
- b) Como forma de avaliação cada aluno deverá postar no Moodle o detalhamento das atividades acima e responder:
 - 1) Descreva as relações entre a quantidade de soluto, volume de solução, cor da solução e concentração da solução.
 - 2) O que acontece com a concentração de uma solução quando o volume da solução diminui?
 - 3) Prever como a concentração da solução mudará para qualquer ação (ou combinação de ações) que adicione ou remova água, soluto ou solução e explique por quê.



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Desenvolvimento de atividade 3

ATIVIDADE 3 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo com a BNCC, busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A primeira SEI foi iniciada com a entrega de rótulos de água para os alunos e perguntado se os rótulos eram iguais, de mesma marca, as quantidades. Já na avaliação diagnóstica foi usado um suco em pó de laranja para que os mesmos analisassem a embalagem. Esta terceira atividade busca uma SEI com nível de abertura 3 (três), onde é dado um problema e o material e os participantes são responsáveis por escolher os procedimentos, a forma de coleta e análise de dados e as conclusões (KASSEBOEHMER, HARTWING e FERREIRA⁴, 2015 apud ROSALINO; SILVA; KASSEBOEHMER, 2018).

A aula abordará questões voltadas ao estudo de concentração e visa identificar conhecimento sobre soluto, solvente solubilidade, dissolução e cálculos de soluções.

O vídeo intitulado: “Conheça o trajeto do suco de laranja do pé à mesa” acessado em será abordado no início da aula e atuará como organizador avançado. A esse respeito Ausubel (2003) descreve que um organizador avançado pode ser utilizado, pois em muitos casos os alunos precisam de um estímulo, ou seja, caso o conteúdo a ser ministrado não despertar seus interesses, o organizador avançado pode trazer uma preparação e com isso facilitar a assimilação dos novos conceitos, evitando uma possível rejeição.

O vídeo em questão mostra a preparação do suco de laranja desde a colheita da fruta até seu envasamento, trazendo informações sobre concentração, controle de qualidade, informações no rótulo sobre quantidade entre outros. Após a revisão, utilizando os conhecimentos já adquiridos pelos alunos será dado a seguinte problemática:

“Tratar sobre a Química do suco artificial é falar sobre todas as substâncias que fazem parte da sua composição, bem como a especificação da ação de cada uma delas na formulação desse produto industrializado tão consumido pela população. Temos acesso fácil a sucos artificiais de várias marcas e sabores no mercado. Muitas são as pessoas que consomem esse tipo de produto diariamente sem conhecer muito bem os componentes utilizados na sua fabricação.

Como se trata de um produto artificial, o que menos se encontra nele é a fruta propriamente. Esse tipo de suco não passa de uma mistura de açúcares, corantes e conservantes sem qualquer valor nutricional. Infelizmente, mais de 70 % do seu conteúdo é açúcar. Porém, neste texto, não vamos dar enfoque na natureza nutricional do suco em pó, mas, sim, na sua composição química.”

De acordo com a embalagem (imagem..), faz-se algumas indagações:



CURITIBA/PR - CNPJ Nº 33.033.028/0020-47. INDÚSTRIA BRASILEIRA.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

PORÇÃO DE 5,0 g (1/2 COLHER DE SOPA)***

QUANTIDADE POR PORÇÃO	%VD (*)	
VALOR ENERGÉTICO	18 kcal = 76 kJ	1
CARBOIDRATOS, DOS QUAIS:	4,1 g	1
AÇÚCARES	3,9 g	**
PROTEÍNAS	0 g	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0
GORDURAS SATURADAS	0 g	0
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	23 mg	1
ZINCO	1,1 mg	15
VITAMINA C	6,8 mg	15
VITAMINA D	0,75 µg	15

(*) % VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2.000 Kcal OU 8.400 KJ. SEUS VALORES DIÁRIOS PODEM SER MAIORES OU MENORES DEPENDENDO DE SUAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS. (**) VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA NÃO ESTABELECIDOS. (***) QUANTIDADE PARA PREPARAR 200 ml.

<http://cozinhadela.com.br>

- “Se tivesse que escolher entre um suco natural e industrializado para consumir, qual você escolheria, por quê?”
- “Um suco de laranja deve ser feito em 1 litro de água. Caso seja preparado utilizando-se 500 mL de água o suco ficará mais forte ou fraco? Se for adicionado mais água o sabor do suco irá mudar?”
- “O suco pode ser considerado uma solução?”

Após observação das embalagens e leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscaram hipóteses baseados em seus conhecimentos e que apresentem sugestões para resolução das indagações citadas acima. (A suposição da autora é que os alunos sugeriram a experimentação e conseqüentemente a resolução da concentração através de fórmulas matemáticas). Em seguida acontecerá no grande grupo as discussões das sugestões dos alunos e de uma proposta de método de análise de concentração.

EXPERIMENTAÇÃO:

A execução de todas as atividades deste estudo no laboratório de Química seguiu o seguinte padrão:

- (a)** Recebimento e acomodação dos alunos no espaço, e colocação do jaleco;
- (b)** Agrupamento dos alunos em duplas e o trio. Eles mesmos conduziam a escolha, por afinidade.
- (c)** 1º momento da aula: instruções gerais (fala do professor);
- (d)** 2º momento da aula: desenvolvimento da atividade;
- (e)** 3º momento da aula: socialização e discussão dos resultados;
- (f)** 4º momento da aula: considerações finais pelo professor.

OBJETIVOS

- Realizar experimentos que proporcionem um aprofundamento na compreensão dos conceitos sobre diluição de soluções.
- Identificar evidências de diluição a partir de experimentos.
- Relacionar a atividade prática com atividades cotidianas.

Ao entrarem no laboratório a professora deixará na bancada:

- 5 garrafas plástica iguais.
- Suco em pó.
- Água.

Espera-se que os alunos busquem fazer preparo e diluições, bem como usar de cálculos para descobrir diferentes concentrações.

Atividade 3 - 3º e 4º encontros – Sistematização e Conclusões

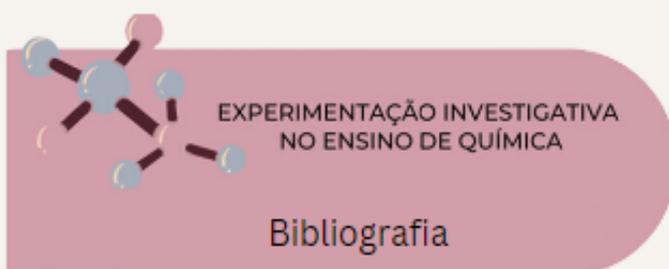
A aula expositiva dialogada foi ministrada após o término da atividade experimental de forma a entregar aos alunos um artigo para estudo.

https://cabecadepapel.com/sites/colecaoaiq2011/QNEsc32_2/08-PE-5207.pdf

Nesta etapa a professora retomará os diários com as análises e discussões dos alunos ao final da experimentação e fará algumas indagações:

- I. Como vocês resolveram o problema?
- II. Porque vocês acham que deu certo ou errado?
- III. Quais as possíveis explicações sobre os acontecimentos ao longo do experimento?

De forma individual os alunos deverão entregar um mapa mental sobre Soluções. (segue um modelo esperado)



AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. v. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: Acesso em: 4 maio. 2022.

CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DEWEY, J. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo (uma reexposição). 4. ed. Trad. de Haydée Camargo Campos. São Paulo: Nacional, 1959.

Gil, Antônio Carlos, 1946- Como elaborar projetos de pesquisa/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002

Pella, M. O. (1969). The Laboratory and Science Teaching. In H. O. Andersen. Reading in Science Education for the Secondary School. London: MacMillan