



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA

ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES
COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO

RECIFE
2024

LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA

ABORDAGEM
DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dr.^a Ivoneide de Carvalho Lopes Barros

Coorientadora: Profa. Dr.^a Angela Fernandes Campos

RECIFE
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A447a Almeida, <http://www.sib.ufrpe.br/>
ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: Dissertação / <http://www.sib.ufrpe.br/> Almeida, - 2024.
137 f. : il.
- Orientadora: Profa. Dr.^a Ivoneide de Carvalho Lopes Barros.
Coorientadora: Profa. Dr.^a Angela Fernandes Campos.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2024.
1. Ensino por Investigação. 2. Experimentação. 3. Ensino Médio. 4. Propriedades coligativas. I. Barros, Profa. Dr. Ivoneide de Carvalho Lopes , orient. II. Campos, Profa. Dr.^a Angela Fernandes, coorient. III. TÃ-tulo

CDD

LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA

**ABORDAGEM
DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO**

Aprovada em 08 de Julho de 2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dr.^a Ivoneide de Carvalho Lopes Barros (orientadora)

Profa. Dr.^a Angela Fernandes Campos (coorientadora)

Prof. Dr. Lucas Santos Fernandes (UNIVASF)

Examinador interno

Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (UFPE)

Examinador externo

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a Deus por todas as graças e bênçãos concedidas em minha vida, por me dar forças para vencer cada obstáculo e conciliar tantas atribuições, permitindo que eu faça tudo da melhor forma possível. E a Nossa Senhora que me acolhe e intercede em cada passo que trilhar.

Ao amor da minha vida, meu filho Théo, que é o fator decisivo em todas as situações, tudo é por você, mamãe te ama. Ao meu esposo, Renato, pelo companheirismo, incentivo e conforto nos momentos difíceis, que não me deixou ter dúvidas nas minhas escolhas e fez o que era possível e impossível para me ajudar a chegar ao fim desse ciclo.

Aos meus pais que sempre priorizaram a educação. E a toda minha família que direta ou indiretamente me apoiaram em diversos momentos, por meio de intenções e orações.

As minhas orientadoras, professoras Ivoneide de Carvalho Lopes Barros e Ângela Fernandes Campos pelas contribuições, dedicação, paciência e incentivo durante todos os momentos dessa caminhada, vocês são maravilhosas, tive muita sorte em tê-las comigo nessa jornada.

As minhas colegas de turma do PROFQUI e em especial, aos meus amigos, que rezaram, apoiaram e torceram para que tudo desse certo, para sempre em minha vida.

Aos professores José Ayron Lira dos Anjos e Lucas dos Santos Fernandes por participarem da qualificação e defesa desta dissertação, com contribuições valiosas e importantes para o desenvolvimento e concretização deste estudo.

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por todo o financiamento, que foi fundamental para a realização desta pesquisa.

Ao corpo docente, coordenação e funcionários do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Por fim, meus agradecimentos à escola e aos estudantes participantes da pesquisa, por terem feito parte do desenvolvimento dessa pesquisa; e a Secretária de Educação de Pernambuco pela redução parcial de carga horária para realização desse mestrado.

*“Louvem a Javé, nações todas,
E todos os povos o glorifiquem.
Pois seu amor por nós é firme,
e fidelidade de Javé é para sempre. Aleluia!”. Sl 117*

RESUMO

No contexto escolar, além da apropriação de conceitos, são necessidades formativas o desenvolvimento de habilidades como autonomia, reflexão, postura, pensamento coletivo e trabalho cooperativo nos estudantes. Sob esse viés a metodologia do ensino por investigação permite ao estudante agir de forma autônoma e cooperativa, priorizando a investigação de algo a ser resolvido, com ou sem orientação de um mediador (a depender da sua maturidade com esse tipo de abordagem), o que promove sua inserção nas atividades, de forma ativa, como protagonista. Reconhecendo a dificuldade que os estudantes têm em aprender Química, considera-se necessário pensar em estratégias que observem e trabalhem com o tripé dos níveis do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional e com aspectos contextuais. O ensino por investigação possibilita essa articulação. Nessa perspectiva foi desenvolvida uma pesquisa com estudantes do segundo ano do ensino médio, a partir da proposição de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com ênfase na abordagem das propriedades coligativas das soluções. Para justificar o tema, foi realizado um levantamento bibliográfico dos últimos cinco anos (2019 - 2023), em 10 periódicos nacionais, nos quais foram identificados uma carência de temas relacionados à físico-química e observado que, em apenas um artigo, de um dos periódicos, foi mencionado uma das propriedades coligativas, a osmose. A SEI foi elaborada com grau três de liberdade e consistiu em cinco etapas: questionário diagnóstico; proposição de problema; levantamento de hipóteses e planejamento; execução procedimental e sistematização do conhecimento. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram videogravações, áudios, fotografias, questionário e diário de bordo. Para analisar os limites e potencialidades da abordagem didática foram elaboradas rubricas a fim de verificar o desempenho atitudinal, procedimental e conceitual dos estudantes. A análise do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios mostrou que apenas 11,9% dos estudantes conheciam conceitos relacionados às propriedades coligativas. Após a intervenção, as respostas ao problema apontaram que 72,2% dos estudantes compreenderam a importância do soluto não volátil, caracterizando evidente ganho no aspecto conceitual. Quanto ao aspecto atitudinal, o desempenho foi considerado satisfatório, mas no aspecto procedimental, foi parcialmente satisfatório, justificada pelas limitações e inexperiências com a realização de experimentos. Os resultados mostraram que a SEI foi bem aceita, ao colocar o estudante como protagonista por meio da reflexão dos fenômenos para compreensão de aspectos teóricos e representacionais, visto que se mostraram engajados e motivados. Todos esses aspectos contribuíram para aprendizagem do tema propriedades coligativas, embora os estudantes apresentaram construção parcial do nível representativo do conhecimento, por apresentarem dificuldade em escrever as respostas usando termos científicos.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Experimentação. Ensino Médio, Propriedades coligativas.

ABSTRACT

In the school context, in addition to the appropriation of concepts, the development of skills such as autonomy, reflection, posture, collective thinking and cooperative work in students are formative needs. From this perspective, the methodology of inquiry-based teaching allows students to act autonomously and cooperatively, prioritizing the investigation of something to be solved, with or without guidance from a mediator (depending on their maturity with this type of approach), which promotes their active participation in activities as protagonists. Recognizing the difficulty that students have in learning Chemistry, it is considered necessary to think of strategies that observe and work with the tripod of levels of chemical knowledge: phenomenological, theoretical and representational, and with contextual aspects. Inquiry-based teaching makes this articulation possible. From this perspective, a study was developed with second-year high school students, based on the proposal of an Investigative Teaching Sequence (SEI) with an emphasis on addressing the colligative properties of solutions. To justify the theme, a bibliographic survey of the last five years (2019 - 2023) was carried out in 10 national journals, in which a lack of topics related to physical chemistry was identified and it was observed that, in only one article, in one of the journals, one of the colligative properties, osmosis, was mentioned. The SEI was prepared with a degree of freedom of three and consisted of five stages: diagnostic questionnaire; problem proposition; hypothesis raising and planning; procedural execution and systematization of knowledge. The data collection instruments used were video recordings, audios, photographs, questionnaire and logbook. To analyze the limits and potential of the didactic approach, rubrics were developed to verify the attitudinal, procedural and conceptual performance of the students. The analysis of the questionnaire to survey prior knowledge showed that only 11.9% of the students knew concepts related to colligative properties. After the intervention, the responses to the problem indicated that 72.2% of the students understood the importance of the non-volatile solute, characterizing a clear gain in the conceptual aspect. Regarding the attitudinal aspect, the performance was considered satisfactory, but in the procedural aspect, it was partially satisfactory, justified by the limitations and inexperience with conducting experiments. The results showed that the SEI was well accepted, by placing the student as the protagonist through the reflection of the phenomena to understand theoretical and representational aspects, since they were engaged and motivated. All these aspects contributed to the learning of the topic colligative properties, although the students presented partial construction of the representative level of knowledge, as they had difficulty in writing the answers using scientific terms.

Keywords: Research-Based Teaching. Experimentation. High School, Colligative properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de síntese dos passos de Gil Pérez.....	25
Figura 2 - Interesses da química.....	30
Figura 3 - Aspectos do conhecimento químico	31
Figura 4 - Redução da pressão de vapor pela adição de um soluto não volátil	33
Figura 5 - Diagrama de fases do solvente puro e da solução evidenciando o abaixamento da pressão de vapor pela presença do soluto não volátil.....	34
Figura 6 - Diminuição do ponto de ebulição da solução	35
Figura 7 - Diminuição do ponto de congelamento da solução	36
Figura 8 - Mudança no alface.....	44
Figura 9 - Refrigerante no gelo.....	44
Figura 10 - Carro se locomovendo em ambiente congelado	45
Figura 11 - Esquema de síntese da intervenção didática	51
Figura 12 - Aplicação do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios.....	66
Figura 13 - Momento da elaboração das hipóteses.....	67
Figura 14 - Leitura do texto sobre as propriedades coligativas.....	67
Figura 15 - Aula expositiva dialogada sobre as propriedades coligativas.....	68
Figura 16 - Evidência de envio de texto e vídeo complementar	68
Figura 17 - Orientações sobre o planejamento dos experimentos	69
Figura 18 - Grupos planejando seus experimentos.....	70
Figura 19 - Apresentações	71
Figura 20 - Execução dos procedimentos.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa dirigida (GIL PÉREZ, 1988).....	25
Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.....	27
Quadro 3 - Periódicos analisados	42
Quadro 4 - Categorias de Análise.....	43
Quadro 5 - Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios e critérios de análise das respostas.....	45
Quadro 6 - Problema.....	48
Quadro 7 - Critérios de análise da sequência de ensino investigativa.....	52
Quadro 8 - Dados dos periódicos	55
Quadro 9 - Artigos, ano e autores.....	56
Quadro 10 - Procedimentos elaborados pelos grupos de estudantes	74
Quadro 11 - Respostas obtidas para a questão i	78
Quadro 12 - Respostas obtidas para a questão ii	80
Quadro 13 - Respostas obtidas para a questão iii	81
Quadro 14 - Respostas obtidas para a questão iv	83

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

SEI – Sequência de ensino investigativo

ZDI – Zona de Desenvolvimento Iminente

EM – Ensino Médio

EREM – Escola de Referência em Ensino Médio

SEEMG – Secretária de Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES PRELIMINARES A PARTIR DA PSICOLOGIA E DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS	17
2.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	23
2.2.1 Sequência de Ensino Investigativa (SEI)	26
2.3 BNCC NO ENSINO MÉDIO E NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA	28
2.4 CONHECIMENTO QUÍMICO E AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES	30
CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS	39
3.1 DESENHO.....	39
3.2 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA.....	39
3.3 ASPECTOS ÉTICOS	40
3.4 RECRUTAMENTO	40
3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE.....	41
3.6 METODOLOGIA.....	41
3.6.1 Levantamento bibliográfico sobre o ensino por investigação que fundamenta o planejamento da sequência de ensino investigativa	42
3.6.2 Diagnose dos conhecimentos prévios dos estudantes com relação a alguns aspectos das propriedades coligativas das soluções	43
3.6.3 Elaboração de uma sequência de atividades baseada no ensino por investigação para o ensino das propriedades coligativas das soluções	47
3.6.4 Análise dos limites e potencialidades da SEI avaliando as habilidades investigativas, quanto a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal, desenvolvidas pelos estudantes.	51
3.6.5 Desenvolvimento de um produto educacional, no formato de cartilha, a partir da abordagem proposta	54
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	55
4.2 ANÁLISE DO LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	60

4.3 ANÁLISE DOS LIMITES E POTENCIALIDADES DA SEI	65
4.3.1 Análise da Aprendizagem Atitudinal	65
4.3.2 Análise da Aprendizagem Procedimental.....	72
4.3.3 Análise da Aprendizagem Conceitual	78
CÁPITULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS.....	89
APÊNDICES	95
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS E RESPONSÁVEIS	95
APÊNDICE B: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 A 18 ANOS)	99
APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	103
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	107
APÊNDICE E: TEXTO SOBRE AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES .	108
APÊNDICE F: TEXTO COMPLEMENTAR.....	109
APÊNDICE G: DIÁRIO DE BORDO	112
APÊNDICE H: COMPROVAÇÕES DE APRESENTAÇÕES DE TRABALHOS.....	113
APÊNDICE I: PRODUTO EDUCACIONAL – CARTILHA.....	116

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Borges (2002) menciona que a escola não tem formado pessoas críticas e independentes, preparadas para tomar decisões; pensar coletivamente e trabalhar de forma cooperativa. Tal cenário permanece na atualidade, contexto em que Aquino, Queiroz e Aquino (2021) contrapõe e enfatiza que para que o jovem se torne um cidadão capaz de tomar posicionamentos diante de questionamentos e problemas sociocientíficos, requer desenvolver no contexto escolar a elaboração de argumentos. Aliado a isso, se faz necessário, o uso em sala de aula de metodologias de ensino embasadas no protagonismo do estudante, que levem em consideração os estilos de aprendizagem quanto aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos conceituais para serem aprendidos necessitam que os estudantes acessem seus conhecimentos espontâneos para dar sentido as novas informações trazidas pelo professor. Isso pode ocorrer de forma significativa com a negociação de significados, por meio da interação com o outro, que pode ser com o professor ou colegas, nessa interação ele precisa se posicionar, mostrar sua opinião e compreender posicionamentos distintos do seu próprio. Os conteúdos procedimentais de forma semelhante ao conceitual necessita que o estudante utilize dos conhecimentos prévios para desenvolver procedimentos, que saibam formular perguntas, elaborar gráficos, mapas conceituais, fazer anotações, se adaptar a situações e contextos. Os conteúdos atitudinais consiste em aprender valores a partir da interação com o outro, seguir normas no desenrolar da atividade, no respeito e importância do outro no processo, se conhecer e confiar que a aprendizagem depende do esforço pessoal. A intervenção do professor é indispensável na aprendizagem desses conteúdos, e como mediador do processo ele deve atuar organizando, planejando e estruturando suas abordagens (Coll *et al*,1999).

Com relação à dificuldade apresentada pelo estudante para aprender Química, concordamos com Machado (2004) quando diz que é preciso superar a dissociação do conteúdo químico do mundo, e mostrar sua inserção e funcionamento nesse, para que ele possa fazer sentido para o estudante. Isso pode ser possibilitado por meio de interações entre o conceito e o contexto. Uma das propostas apresentada por Machado (2004), é considerar os níveis de conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional e suas inter-relações.

Para o aprendizado do aspecto fenomenológico, como exemplo de atividade, tem-se que o uso da experimentação, que tem sido um forte aliado para auxiliar no aprendizado desta

perspectiva. Não se pode descartar as contribuições da experimentação tradicional porque ela engaja e estimula, mas se limita ao manuseio de equipamentos e reagentes, ou seja, na execução da atividade prática, não atendendo as exigências formativas atuais, como a reflexão, postura e autonomia. Emerge daí a necessidade de associar a experimentação aos outros dois níveis citados anteriormente, o teórico e representacional.

Dessa forma, num esforço para obter efetividade no processo de ensino aprendizagem e alcançar as necessidades formativas atuais, grande parte dos estudos têm se concentrado em desenvolver, aplicar, viabilizar e apresentar alternativas metodológicas que retirem o estudante da passividade e o coloque no centro do processo, como protagonistas, mostrando que o conteúdo faz parte de suas realidades, inserindo-os no contexto da discussão. Isso implica na conquista da aprendizagem de conceitos por meio de abordagem que objetiva trabalhar com o aluno de forma ativa, o ouvindo, favorecendo a aprendizagem atitudinal e procedimental. Nesse contexto, destaca-se o ensino por investigação, que consiste em uma abordagem de ensino baseada na investigação (Sasseron, 2015; Solino, 2017; Montanini, Miranda e Carvalho, 2018). Ele permite que o estudante aja de forma autônoma e cooperativa, investigando algo a ser resolvido, um problema, com ou sem orientações de um mediador, a depender da sua maturidade com esse tipo de abordagem, o que promove a inserção do estudante de forma ativa nas atividades dispondo de recursos associados ou não ao ensino tradicional (Zômpero e Laburú, 2011; Sasseron, 2018). O ensino por investigação deve promover engajamento nas discussões, para isso portanto é preciso que o problema seja motivador e próximo da realidade do estudante, que seja contextualizado.

É preciso mencionar que a contextualização possibilita aproximar o conteúdo à realidade do estudante, não o dissocia da sua vida, inserindo-lhe de forma ativa no processo, e a investigação o coloca em posição de solucionador um desafio ou problema proposto, o que possibilita a reflexão, o diálogo e o debate. Ao associar os aspectos contextuais e investigativos com a experimentação, o processo de ensino adquire características investigativas. Zômpero e Laburú (2011) mencionam que as atividades com cunho investigativo são diferentes das do ensino tradicional quando os estudantes estão devidamente engajados, pois eles admitem uma postura intelectual mais ativa nas aulas. Isto se deve a algumas características das atividades investigativas que envolvem: engajar os estudantes para a realização das atividades; a construção de hipóteses que possibilitam mobilizar os conhecimentos prévios; a busca de informações seja de forma experimental ou teórica e por fim, a comunicação de resultados. Dessa forma, além do conteúdo, o estudante, pode compreender a

natureza do conhecimento científico e do fazer científico, que poderá se desenvolver por essa metodologia de ensino.

Os processos e práticas de investigação está previsto na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) (Brasil, 2018, p. 550) para a etapa do Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pois essa abordagem promove o protagonismo do estudante. Diversos estudos na área de Ensino de Ciências apontam que o ensino por investigação pode favorecer o protagonismo (Sasseron, 2008; Sasseron e Carvalho, 2011; Machado, 2012; Souza, 2013). Esse tipo de abordagem didática auxilia no desenvolvimento da consciência crítica e atuante de uma pessoa que está sendo formada, pois oferta subsídios, como ser colocado frente a um problema, que deve ser solucionado, que exige que pense e projete hipóteses, que justifiquem, testem, pesquisem, apresentem soluções e divulguem seus resultados. Esse processo de privilegiar o estudante como protagonista favorece o engajamento e a motivação. Para tanto deve-se fazer uso da contextualização, pois possibilita o estudante familiarizar-se com a Química, o que diminui a distância criada entre a realidade e a ciência. Desse modo, pode-se entender que as metodologias investigativas retiram o estudante da posição passiva e o coloca numa posição ativa, como protagonista, possibilitando-o desenvolver habilidades cognitivas, tais como a capacidade de observar, analisar dados, comparar, perceber evidências, inferências, registrar, fazer, aprimorar o raciocínio, concluir e argumentar. (Zômpero, Gonçalves e Laburú, 2017).

Pelo exposto, pretende-se neste estudo responder ao seguinte **problema** de pesquisa:

De que forma uma sequência de ensino investigativa poderá contribuir na abordagem das propriedades coligativas das soluções com estudantes do ensino médio?

Para responder esse problema temos como **objetivo geral**:

Propor e analisar uma sequência de ensino investigativa para abordagem das propriedades coligativas das soluções com estudantes do ensino médio.

Que contempla os seguintes **objetivos específicos**:

1. Analisar os referenciais bibliográficos sobre o ensino por investigação com a finalidade de fundamentar o planejamento da sequência de ensino investigativa;

2. Identificar e analisar os conhecimentos prévios dos estudantes do ensino médio sobre as propriedades coligativas das soluções;
3. Elaborar uma sequência de atividades baseada no ensino por investigação e que dialogue com os conhecimentos prévios dos estudantes para o ensino das propriedades coligativas das soluções;
4. Analisar os limites e potencialidades da sequência de ensino proposta avaliando as habilidades investigativas alcançadas pelos estudantes, quanto ao desempenho atitudinal, procedimental e conceitual, e comparar aos conhecimentos prévios dos estudantes;
5. Elaborar uma cartilha contendo a sequência de ensino investigativa que é o produto deste estudo.

Neste trabalho, o capítulo 1, Introdução, consiste na apresentação geral e motivações, contendo também a questão problema e os objetivos gerais e específicos. No capítulo 2, têm-se o referencial teórico que contém os seguintes tópicos: O Ensino de Ciências: reflexões preliminares a partir da Psicologia e da Didática das Ciências; Ensino por Investigação – Sequências Didáticas Investigativas; BNCC no Ensino Médio e nas Ciências da Natureza; e Conhecimentos Químicos e as Propriedades Coligativas. No capítulo 3 é apresentado os aspectos metodológicos da pesquisa, com a descrição do desenho, local e sujeitos, os critérios de inclusão e exclusão, os instrumentos de coleta, o recrutamento, a elaboração do questionário prévio e da sequência de ensino investigativa (SEI) e aplicações. No capítulo 4 é feita a análise e discussões dos dados obtidos pela aplicação da SEI. E por fim, capítulo 5, trata-se das considerações finais, em que se voltou aos objetivos destacando os resultados obtidos.

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES PRELIMINARES A PARTIR DA PSICOLOGIA E DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

Desde o século XX a educação sofre alterações significativas decorrentes das modificações da sociedade. Neste período, a função da escola era apenas transmitir os conhecimentos de uma geração a outra, e a dos estudantes repetirem experiências e decorarem leis, teorias e nomes de cientistas (Gil, Carrascosa, Martinez 2000 e Porlán, 1998). As ideias sobre ensinar e aprender evoluíram ao longo dos anos e foram decorrentes de vários fatores, com destaque para três deles: (i) o desenvolvimento científico, tecnológico e social; (ii) o avanço das teorias psicológicas na busca do entendimento de como o indivíduo aprende ou adquire conhecimento; (iii) as questões relacionadas ao ensino aprendizagem de ciências; os quais se constituem como problemáticas de pesquisa de interesse da Didática das Ciências (Gil, Carrascosa, Martinez 2000 e Porlán, 1998). Vale destacar também as contribuições de professores e pesquisadores que formaram uma ampla comunidade científica internacional e nacional interessada na investigação e na melhoria do ensino de Ciências, mostrando-se focados no desenvolvimento da didática das ciências. (Gil, Carrascosa, Martinez 2000 e Porlán, 1998).

Segundo Carvalho (2013), na psicologia, as pesquisas piagetianas foram baseadas em dados empíricos retirados de entrevistas. Essa mesma autora evidencia, a partir das entrevistas piagetianas, a importância de um problema para a construção do conhecimento. Ela afirma que é justamente o problema que distinguirá o ensino expositivo, em que a linha do raciocínio está apenas centrada no professor, do ensino que cria condições do estudante raciocinar e construir seu conhecimento, e neste caso o professor assume um papel de orientador e mediador das reflexões no processo de construção dos novos conhecimentos.

De acordo com Carvalho (2013), Piaget utiliza os conceitos equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio para explicar como acontece a construção do conhecimento. Quando o estudante é submetido a uma situação-problema, baseada no seu conhecimento cotidiano, que deve ser solucionada, ele encontra-se na fase de desequilíbrio. Na busca da solução ele constrói novos conhecimentos, o que configura a fase de reequilíbrio, para voltar a fase de equilíbrio. Assim o novo conhecimento se constrói a partir dos conhecimentos prévios já adquiridos pelo indivíduo.

Os estudos piagetianos apresentam duas condições importantes para o ensino e aprendizagem, na fase de reequilíbrio, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual e a tomada de consciência de seus atos (Carvalho, 2013). Portanto é necessário pensar no planejamento de ensino, se o objetivo é que o estudante aprenda determinado conceito, as atividades iniciais devem ser de caráter manipulativo. Assim sugere-se que o problema seja apresentado no contexto de um jogo, ou um texto, ou um experimento (Carvalho, 2013). E para passar da ação manipulativa para a intelectual, é necessário a contribuição do professor, que com orientações e/ou mediações ajude o estudante a tomar consciência de como resolver o problema, ou seja, ter consciência de suas próprias ações (Carvalho, 2013). Para passar de uma ação a outra é preciso orientar com pequenas exposições sem dar respostas, pois sistematizar sem intervir, é conduzir o estudante. Ademais, na construção dos novos conhecimentos, deve-se problematizar o erro, pois ele promove muito mais aprendizado do que as aulas expositivas tradicionais, pois o estudante segue seu próprio raciocínio, e não o do professor (Carvalho, 2013).

Todas as contribuições piagetianas são voltadas para um indivíduo, mas essa não é a realidade da rede pública de educação básica, que se trabalha em turmas com uma média de 40 estudantes. Para essa realidade, Carvalho (2013) aponta que é necessário considerar as contribuições de Vigotski na construção do conhecimento de forma social. Segundo a autora, Vigotski contribuiu para o ensino com o desenvolvimento de dois temas: um que afirma que a função cognitiva mais elevada das pessoas emergem dos processos sociais e o outro que destaca que é através de ferramentas culturais que acontece a mediação das interações entre os indivíduos, e entre esses e o mundo, e assim os processos sociais e psicológicos se firmam, com a transformação do funcionamento da mente (Carvalho, 2013). O primeiro tema modificou a interação do professor/aluno em sala de aula e o segundo tema mencionado contribuiu para o desenvolvimento da linguagem em sala de aula como um artefato cultural que medeia a interação social de forma a facilitar a interação entre professor e estudante (Carvalho, 2013). A mediação é o ponto principal da psicologia de Vigotski, pois as características sociais e culturalmente construídas influenciam a mente dos estudantes e o contexto em sala de aula (Carvalho, 2013). A interação social não só acontece através da comunicação entre professor - estudante, mas também na ambientação adequada, de forma que o estudante possa interagir com os problemas, a informação, os assuntos e os valores culturais do próprio conteúdo (Carvalho, 2013).

Outro conceito importante da teoria de Vigotski é a Zona de Desenvolvimento Iminente

(ZDI) (Prestes, 2020). Para esse conceito o que importa entre o desenvolvimento e instrução é a relação colaborativa de outra pessoa. Para Vigotski a instrução não garante desenvolvimento, mas ao ser realizada em colaboração possibilita o desenvolvimento, essa pode ser entre pares ou com um adulto (Prestes, 2020). O que a criança faz sem ajuda, sem mediação, é o nível de desenvolvimento atual, que está amadurecido, e a ZDI, não está amadurecido, mas que ele consegue alcançar com a colaboração de um adulto ou em pares, que em breve se tornará nível atual (Prestes, 2020). Portanto a ZDI para Vigotski é um campo de possibilidades de desenvolvimento, ela é a distância entre o nível atual e o nível de desenvolvimento possível da criança, que ela alcança com a colaboração de alguém (Prestes, 2020). Essa ideia reitera a necessidade de ações no contexto escolar que contemple os trabalhos em grupo. Os estudantes nesse tipo de ação encontram espaço para expor suas ideias e refletirem sobre a opinião dos colegas, colaborarem mutuamente, desenvolvendo-se, constituindo as atividades sociointeracionistas, como reportado por Carvalho (2013).

Vigotski enfatiza em seus trabalhos a importância do professor, pois para ele o desenvolvimento é alcançado quando existe a interação entre um indivíduo experiente no uso das ferramentas intelectuais com um menos experiente (Carvalho, 2013).

Ao compreender como os indivíduos constroem o conhecimento e como é influenciado pela parte social é preciso aprofundar na epistemologia do conhecimento para compreender como construir atividades que forneçam condições de construir o conhecimento que se quer ensinar (Carvalho, 2013). A Didática das Ciências surge no intuito de apoiar a reflexão dos professores acerca dos conhecimentos elaborados pela comunidade científica de forma a estudar e estruturar sua forma de ensino em busca das melhores condições para favorecer a apropriação do conhecimento, de associar sua prática docente à investigação didática. Assim a Didática das Ciências possibilita enriquecer a atividade docente favorecendo uma aprendizagem efetiva e promissora. Não se pode ensinar tudo da mesma maneira, assim a Didática das Ciências é um campo em constante investigação que deve ser conhecida (Cachapuz *et al*, 2001). Portanto é interessante que o professor considere as contribuições existentes nesse campo para realização de seus planejamentos.

O professor que visa a aprendizagem deve considerar que o estudante tem algo a dizer, que pensa algo e que tem sua perspectiva sobre o conteúdo para a aprendizagem, ou seja, ele leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Esses aspectos coincidem com os

princípios básicos do construtivismo, que conta com o que a pessoa sabe sobre determinado assunto, que estabelece relações para encontrar sentido e que para aprender é preciso construir significados, e que são os próprios responsáveis por sua aprendizagem. A aprendizagem deve fazer sentido e levar ao desenvolvimento de significados e construir o conhecimento, o que deve ser oportunizado pelo professor (Campos e Nigro, 1999).

O modelo de ensino adotado pelo professor é influenciado pela concepção da natureza do conhecimento científico. O professor que entende que o bom estudante é o que é capaz de memorizar o que ele diz e devolver tudo na avaliação, ele entende que o conhecimento está preso nos livros e é conquistado por meio de um método científico rígido e pautado pelo indutivismo, o que o faz adotar o modelo de ensino tradicional, que se dá pela transmissão-recepção do conteúdo científico. Portanto é necessário rever as concepções sobre o conhecimento científico para ensinar ciências de outra maneira (Campos e Nigro, 1999). Tendo como perspectiva teórica fundamental o construtivismo, a partir da década de 60 surgem diferentes modelos de ensino de ciências, a saber, (re)descoberta, mudança conceitual, investigação.

De acordo com Campos e Nigro (1999), no modelo de ensino por (Re)descoberta o foco central era que os estudantes participassem de atividades experimentais com etapas similares ao “método científico”, ou seja, baseava-se nas ideias de que o estudante ao vivenciar o método científico por meio de observações, experimentações e generalizações poderiam descobrir leis e teorias de forma semelhante as feitas pelos cientistas. Neste sentido, o papel do professor era bem restrito, sendo responsável apenas por elaborar roteiros experimentais, propor atividades e fornecer materiais necessários aos estudantes. O professor não participava das discussões, nem como mediador nas interações, no sentido de contribuir no processo de aquisição dos conhecimentos pelos estudantes (Campos e Nigro, 1999).

O Ensino por Descoberta (EPD) parte da convicção de que os alunos aprendem, por conta própria. Qualquer conteúdo científico a partir da observação; de que são os trabalhos experimentais radicados no fenomenológico e no imediato que levam à descoberta de fatos “novos” e que é a interpretação, mais ou menos contingente de tais fatos que conduz de forma natural e espontânea, a descoberta de ideias das mais simples às mais elaboradas (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

Nesse modelo de ensino o papel dos estudantes era super valorizado, sendo tidos como “pequenos cientistas”, participando de todas as ações procedimentais no laboratório e como responsável na aquisição dos conhecimentos, ou seja, uma atuação situada no extremo oposto do

modelo de ensino tradicional, onde o estudante atuava de forma passiva. Também, uma das críticas a este modelo de ensino é reduzir a atividade científica a realização de uma sequência de atividades realizadas no laboratório e supor que os estudantes tinham as mesmas habilidades que os cientistas, sendo capazes de elaboração de leis e teorias por meio de atividades de experimentação (Campos e Nigro, 1999). Apesar das limitações, um aspecto importante neste modelo foi a valorização da inserção de atividades experimentais, no contexto escolar, ou seja, no que diz respeito a Química, a incorporação do aspecto fenomenológico em situações de sala de aula no diálogo com os aspectos teórico e representacional é fundamental para que os estudantes compreendam e construam conhecimentos químicos (Campos e Nigro, 1999).

À medida que o modelo de ensino por (Re)descoberta mostrava limitações tornava-se claro que os estudantes não redescobriam o conhecimento científico (Campos e Nigro, 1999), eles enxergavam, nas situações de ensino e aprendizagem, os fatos e fenômenos de forma distinta do conhecimento científico, eles viam de acordo com suas concepções alternativas. Essas são construídas decorrentes da vida social, mas que se distanciam do conhecimento científico. Ao mesmo tempo que isso acontecia, surgia o modelo de ensino Mudança Conceitual que tinha como objetivo substituir as concepções alternativas dos estudantes por ideias mais próximas do referencial concensual científico. Nesta direção, houve uma proliferação de pesquisas em Ciências no intuito de diagnosticar as concepções alternativas dos estudantes relacionadas a diferentes conceitos e em diferentes níveis de ensino no sentido de propor estratégias pedagógicas a fim de que os estudantes substituíssem suas ideias informais, alternativas ao conhecimento científico, por ideias aceitas cientificamente, mudança conceitual. Daí emergiam orientações para atender aos novos questionamentos de como o professor deveria agir, para que a mudança conceitual frente aos conhecimentos prévios acontecesse, sendo organizador de estratégias intencionais que provoquem conflitos cognitivos (Campos e Nigro, 1999; Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

Do que se trata é de o professor ajudar a transformar estruturas conceituais e, assim sendo, contribuir para que os alunos reorganizem os seus conceitos de uma outra maneira, de uma forma qualitativamente diferente. Já não se aceita a ideia de um sujeito pré-constituído, mas um sujeito a constituir-se, que se autorregula e auto transforma à medida que (re)constroi e transforma os seus conceitos, que modifica a sua estrutura conceptual, que muda de maneira de observar e de pensar os fenômenos. Passa a estar, agora, em condições de desenvolver novas atitudes a respeito dos seus próprios conceitos, num diálogo entre o anterior e o presente. (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

Para a mudança conceitual acontecer o estudante deveria ser exposto a diversas situações

que possibilitassem a percepção de incoerência entre o seu próprio sistema explicativo e o que acontecia de fato. Esse conflito promoveria uma situação de desequilíbrio, que seria fundamental para ocorrer a mudança conceitual. Entendia-se que ao ser exposto ao conflito o estudante poderia verificar a insuficiência e a incoerência de suas explicações e com a ajuda do professor criaria uma explicação que se adequasse aos fatos observados. E para verificar se a mudança conceitual ocorreu o professor proporia novas situações para ver se o estudante continuaria ou não aplicando o sistema explicativo antigo (Campos e Nigro, 1999). Essa orientação também se mostrou insuficiente para o ensino de ciências da natureza, porque nem tudo que o professor achava incoerente era visto do mesmo modo pelo estudante. Na prática nenhum conflito acontecia e os estudantes não tinham necessidade de alterar seus modelos explicativos, apenas adaptavam o que concluíam com as observações e resultados às suas explicações prévias. Esse tipo de ensino falhou por não estimular o estudante de fato a investigar. Portanto o ensino não deveria apenas estimular a mudança conceitual, mas considerar e trabalhar em sala de aula a forma peculiar que os estudantes lidavam com os fatos da natureza associados aos seus conhecimentos prévios (Campos e Nigro, 1999). A maneira de tratar os fatos naturais foi denominado metodologia da superficialidade que teria “tendência a generalizar acriticamente, com base nas observações; realizar observações geralmente não controladas; elaborar respostas rápidas e seguras, baseadas em evidências do senso comum e raciocinar numa sequência linear e casual” (Campos e Nigro, 1999). Tudo isso leva apenas ao senso comum, e para a aprendizagem de conceitos acontecer será preciso mudanças e superações da metodologia da superficialidade por parte dos estudantes. Portanto é necessário buscar para o ensino uma mudança metodológica e atitudinal nos estudantes (Campos e Nigro, 1999).

Para superar a superficialidade é estimulado que o estudante se aproxime das atitudes científicas dos verdadeiros cientistas. Dessa forma eles terão oportunidade de enfrentar problemas reais e procurar soluções para eles, e para isso, inicialmente usarão seus conhecimentos prévios, e posteriormente usarão ideias que surgirem à medida que trabalham no processo de investigação (Campos e Nigro, 1999). Esse tipo de ensino não pretende formar cientistas ou apenas gerar as mudanças conceituais. O que se pretende é formar pessoas que não pensem de forma superficial sobre as coisas do mundo, e que estejam mais próximas do conhecimento científico do que do senso comum.

De forma sucinta esse modelo de ensino tem como ponto inicial os problemas que os estudantes serão defrontados, o conflito cognitivo não é imposto externamente, o próprio estudante

fornece hipóteses explicativas, comparando, testando e colocando-as em situação de conflito potencial para validá-las ou não (Campos e Nigro, 1999). No próximo tópico aprofundaremos nesse modelo de ensino.

2.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

De acordo com Zômpero e Laburú (2011) o modelo de ensino baseado na perspectiva investigativa apresentou três fases: descoberta ou abordagem heurística, a verificação e o *inquiry*. A descoberta ou abordagem heurística consistia em os estudantes explorarem o mundo natural; na verificação os estudantes confirmariam postulados científicos utilizando o laboratório e no *inquiry* os estudantes utilizando o método científico, procurariam soluções para problemas que eles não sabiam responder. A tradução obtida para o *inquiry*, pelo google tradutor e deepl, foram o inquérito, a investigação, a consulta, a pesquisa, a informação, a interrogação, a averiguação e a sindicância. Adotaremos para o *inquiry* a tradução como investigação.

Com o livro “Logic: The Theory of inquiry”, publicado em 1938, Dewey recomendou a utilização do *inquiry* na educação científica. Para ele o estudante tem que ser ativo para aprender, portanto os estudantes deveriam propor um problema a ser investigado, assim eles seriam preparados para serem pensadores ativos em busca de respostas a problemas de relevância social e não se limitar ao raciocínio indutivo. A filosofia de Dewey considera que para preparar os estudantes para a vida, a educação formal deve desenvolver habilidades para formular questões significativas sobre os problemas sociais (Zômpero e Laburú, 2011).

O Ensino por Investigação objetiva promover o raciocínio e as habilidades cognitivas dos estudantes, favorecendo também a cooperação, sendo esses alguns objetivos da educação científica (Zômpero e Laburú, 2011). Sasseron (2018) considera cinco elementos principais que se fundem para a ideia de ensino por investigação:

o papel intelectual e ativo dos estudantes; a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino; a aprendizagem para a mudança social (Sasseron, 2018, p. 1068).

O ensino por investigação é adotado para que a turma se engaje com as discussões. Ao mesmo tempo em que discutem fenômenos naturais, para resolver um problema, também exercitem

raciocínios e práticas de análise, comparação e avaliação, aspectos que são muito utilizados na prática científica. Esse tipo de ensino não é uma estratégia específica, ele está associado com a forma que se trabalha e assim se configura como uma abordagem didática (Sasseron, 2015; Solino, 2017; Montanini, Miranda e Carvalho, 2018).

O professor nesse tipo de ensino deve praticar habilidades que ajudem os estudantes a resolverem problemas, que precisam interagir com seus colegas, com os materiais a disposição e com os conhecimentos já sistematizados e existentes. O papel do professor é de mediador, ele pode ser ou não o propositor dos problemas a depender do grau de maturidade da turma, orientador de análise, estimulador de discussões e promotor de condições para que os estudantes sejam ativos e colaborativos. É imprescindível o engajamento dos estudantes, para que uma atividade gere aprendizado sobre conceitos e ciências. Esse processo que permite e solicita debate de ideias contribui para o desenvolvimento de práticas argumentativas em sala de aula (Sasseron, 2015; Scarpa, Sasseron e Silva, 2017).

O ensino por investigação cria para os estudantes condições para pensarem de acordo com a estrutura do conhecimento; falarem, podendo expor seus argumentos e conhecimentos que foram construídos; lerem, entendendo criticamente o que está sendo exposto; e escreverem, como autores e com clareza nas ideias expostas (Carvalho, 2018).

As pequenas ações, os pequenos erros ou imprecisões apresentados pelos estudantes, as relações em desenvolvimento e as hipóteses originadas dos conhecimentos prévios e experiência de sua turma devem ser valorizadas pelo professor. Em suma deve haver uma parceria entre professor e aluno (Sasseron, 2015).

No ensino por investigação, assim que o problema é proposto, a busca por soluções é iniciada, e são elaboradas hipóteses. Em seguida limita-se as variáveis relevantes, estabelece-se relações entre as variáveis e por fim se constroem explicações para o problema (Scarpa, Sasseron e Silva, 2017).

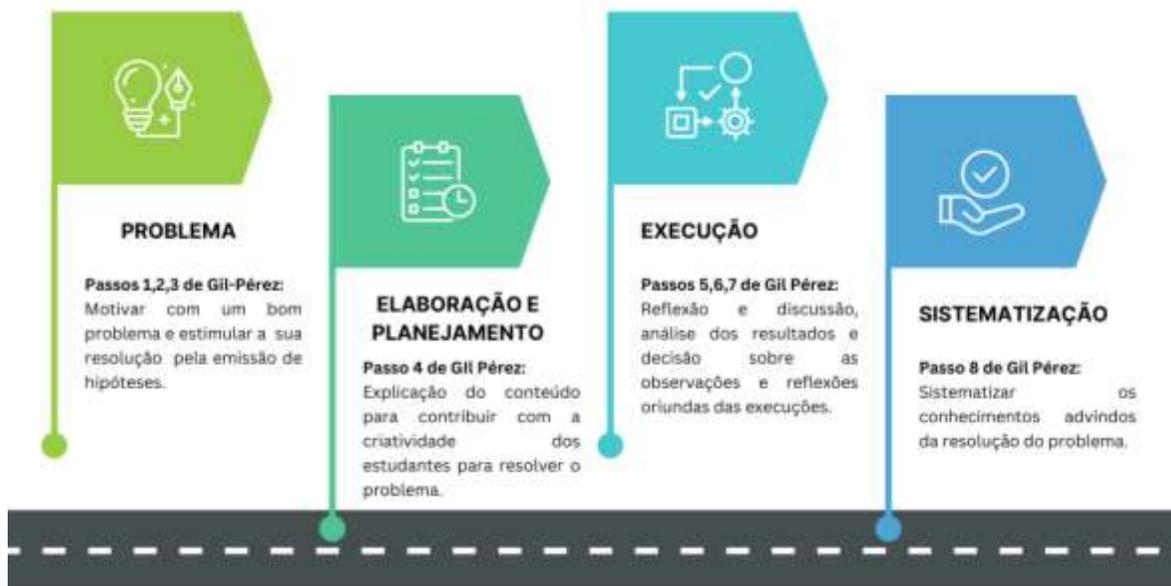
Na parte de avaliação é importante atentar não só se os estudantes aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem ler, argumentar, falar e escrever sobre o conteúdo que foi trabalhado (Carvalho, 2018). Sob esta perspectiva, Gil-Pérez (1988) consideram que o modelo de ensino por investigação, ou por pesquisa dirigida, como ele comenta, pode ser desenvolvido a partir da sequência de passos mostrada a seguir (Quadro 1). Para sintetizar os passos de Gil Pérez foi criado um esquema (figura 1).

Quadro 1 - Passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa dirigida (GIL PÉREZ, 1988).

Passo	Objetivo
1. Considerar qual pode ser o interesse da situação-problema abordada;	Motivar os alunos a resolver a situações-problema;
2. Começar por um estudo qualitativo da situação-problema;	Resolver a situação-problema de acordo com a sua complexidade;
3. Emitir hipóteses fundamentadas sobre a situação-problema;	Realizar inferências sobre as reais condições da situações-problema;
4. Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de executá-las;	Estimular a criatividade dos alunos para resolver a situação-problema;
5. Realizar a resolução verbalizando ao máximo e fundamentando cada tomada de decisão;	Refletir e discutir se as decisões tomadas favorecem a resolução da situação-problema;
6. Analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas;	Avaliar se a solução obtida é coerente;
7. Considerar as novas perspectivas abertas pela investigação realizada;	Analisar a solução obtida sob diversos pontos de vista;
8. Elaborar uma memória que explique todo o processo de resolução.	Sistematizar os conhecimentos advindos da resolução da situação- problema.

Fonte: (Gil Pérez, 1988).

Figura 1: Esquema de síntese dos passos de Gil Pérez



Fonte: Autora (2024) adaptado de Gil Pérez (1988)

Observa-se que as etapas elencadas por Gil Pérez (1988), no quadro 1 e o esquema de sínteses (figura 1) apresentam elementos de aproximação com a cultura científica, pois, consideram

levantamento de hipóteses, análise dos dados, estabelecimento de tomada de decisão como constituintes no processo de resolução dos problemas propostos. As sequências de atividades propostas com estas características são consideradas, na literatura, como sequência de ensino investigativa, melhor discutidas a seguir.

2.2.1 Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Uma SEI visa dar condições aos estudantes a partir de seus conhecimentos prévios construir novos conhecimentos, por meio da discussão com colegas e mediação do professor, transitarem do conhecimento espontâneo ao científico e assim compreenderem conhecimentos consolidados por gerações anteriores (Carvalho, 2013). Esses aspectos referenciam-se nas ideias de Piaget e Vigotski mencionados anteriormente.

O objetivo central de uma SEI, segundo Sasseron (2015), é permitir que em toda aula, experimental ou não, seja de cunho investigativo, contanto que haja um problema a ser resolvido. A SEI “é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados” (Sasseron, 2015, p. 59).

Para Carvalho (2018) uma SEI “é uma proposta didática que tem por objetivo desenvolver temas ou conteúdos científicos com o uso de diferentes atividades investigativas que podem ser de vários tipos.” Ela pode ser de diversas formas e não existe uma metodologia específica a ser seguida, mas uma abordagem com características problematizadoras que coloque o estudante no papel principal e o professor como mediador

Nesse tipo de ensino um cuidado primordial é com o grau de liberdade intelectual que é dado ao estudante e com a elaboração do problema, pois eles são responsáveis pela criação das condições em aula de que os estudantes interajam com o material e construam seus conhecimentos (Carvalho, 2018). O problema proposto desencadeia o raciocínio dos estudantes e se esses não tiverem liberdade intelectual adequada não terão coragem de expor o que pensam, raciocinam e nem suas argumentações.

Desse modo, é apresentado quadro elaborado por Carvalho (2018) referente aos graus de liberdade ofertados aos estudantes pelo professor em atividades experimentais.

Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho, 2018, p. 768.

O grau 1 se refere a aula de laboratório tradicional que o professor apresenta o problema e as hipóteses, o que parece ser uma receita e que o estudante deve segui-la, em que eles têm apenas que comprovar a teoria que já são conhecidas e como se tem uma resposta previsível os estudantes podem manipular para não errar, o que os podem direcioná-los a não acreditar nos próprios dados. O grau 2, é semelhante ao grau 1, porém se tem um professor mais aberto e participativo, mesmo que as hipóteses e o plano de trabalho sejam apresentados por ele, são discutidos com os estudantes, o que possibilita o surgimento de questões para que os alunos pensem porque fazer o que é proposto, mas é a resposta e direcionamento do professor que orienta tudo. Nos graus 1 e 2 os estudantes buscam compreender o raciocínio do professor. Os graus 3 e 4 representam um ensino por investigação, em que o estudante está ativo, faz uso do seu raciocínio intelectual. No grau 3 o professor propõe o problema e as hipóteses são discutidas com os estudantes, mas são eles que buscam como realizarão a experiência, sob supervisão do professor, que retomará a discussão quando estiverem nas conclusões. No grau 4 caracteriza uma turma mais madura, familiarizada com o ensino por investigação, trabalho em grupo e a tomar decisões para resolver problemas; entretanto o papel do professor ainda é importante, uma vez que ele é quem propõe o problema a ser resolvido e discute algo se o grupo solicitar, em outras palavras media, e no final discute as conclusões. E o grau 5 é muito raro ser encontrado no ensino básico, pois o problema é escolhido e proposto pelos estudantes.

Atenção deve ser dada também ao tipo de problema que será proposto. Não se pode propor qualquer problema para o desenvolvimento de uma SEI, para ser um bom problema ele deve ter relação com o contexto teórico estudado e as conclusões devem levar a uma visão mais profunda da teoria (Carvalho, 2018).

Carvalho (2018) diz que para ser um bom problema, ele tem que dar condições aos estudantes de o resolverem e explicarem o fenômeno envolvido. Ademais, as hipóteses levantadas

por eles devem levá-los a determinar as variáveis do mesmo, assim como de relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem, e de possibilitar que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar. Quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos prévios dos alunos, estes devem aparecer como hipóteses dos mesmos. E especificamente para aulas experimentais, um bom problema é aquele que fornece condições aos estudantes de passarem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaborar e testar hipóteses, raciocinar e construir linguagem científica) possibilitando a construção de explicações causais e legais: os conceitos e as leis).

A proposta deste trabalho é elaborar e aplicar uma atividade de grau 3, na qual é função do professor fornecer o problema, pois os estudantes não tem familiaridade com atividades experimentais investigativas, para verificar os limites e potencialidades dessa abordagem e analisar as aprendizagens alcançadas pela execução da proposta

A seguir discutiremos sobre os objetivos da BNCC para o ensino médio e especificamente para as ciências da natureza, assim como os interesses da escola em que será aplicada nossa sequência de ensino investigativa.

2.3 BNCC NO ENSINO MÉDIO E NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

A BNCC considera que a escola deve estar comprometida com a educação integral dos estudantes e com a construção de seus projetos de vida de forma a atender as necessidades e expectativas gerais de formação, indispensáveis para a inserção dos indivíduos no mercado de trabalho e exercício da cidadania (Brasil, 2018). E essa ação pode ser vislumbrada no ensino médio que tem por finalidade consolidar e aprimorar os conhecimentos aprendidos no ensino fundamental e atender as necessidades de formação geral mencionadas anteriormente (Brasil, 2018). A etapa do Ensino Médio (EM) favorece a preparação básica para o mercado de trabalho e cidadania; aprimorando o estudante como pessoa humana de forma a garantir a compreensão dos processos produtivos a partir de seus fundamentos científicos-tecnológicos. Para atender a todas essas necessidades foi preciso repensar a organização curricular de forma a flexibilizar para permitir a construção de currículos e propostas pedagógicas que atendessem às necessidades locais e aos interesses dos estudantes, possibilitando estimular o seu protagonismo e desenvolvimento de seu projeto de vida.

No ensino médio, a BNCC está organizada em torno da Formação Geral Básica que

compreende as áreas do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Para cada uma dessas áreas é definida as competências, e dentro das competências as habilidades a serem desenvolvidas. Assim os currículos do ensino médio são compostos dessa formação geral básica associadas aos itinerários formativos, que estão relacionados e descritos diretamente pelas necessidades dos sistemas, redes e escolas, anseios da comunidade e recursos físicos, materiais e humanos para que tenham possibilidades verdadeiras de construir seus projetos de vida e de forma consciente se integrem na vida em sociedade e no mercado de trabalho.

Com enfoque na área de Ciências da Natureza, a BNCC traz a investigação como meio de engajamento dos estudantes para aprenderem procedimentos, práticas e processos, o que gera apropriação de linguagens específicas, possibilitando que analisem fenômenos e situações, para que usem modelos e façam previsões (Brasil, 2018). Isto fará com que os estudantes ampliem a compreensão sobre a sua vida e interações com o planeta e universo, assim como desenvolver sua capacidade de pensar, argumentar, solucionar e enfrentar desafios sociais, individuais e coletivos, locais e globais:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (Brasil, 2018, p. 551)

A BNCC das Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe aprofundar conhecimentos conceituais, que são sistematizados em modelos, leis e teorias, nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, o que possibilita aos estudantes analisarem, investigarem e discutirem problemas a fim de resolvê-los, sendo esses de diferentes contextos socioculturais.

A contextualização social, histórica e cultural é essencial para que se compreenda que a ciência da natureza e suas tecnologias são frutos da atividade humana e social. A contextualização por meio de desafios estimula a curiosidade e a criatividade na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental, o que favorece o diálogo com o mundo real e possibilita a análise e intervenções em situações mais amplas e complexas. Assim se dá um destaque especial aos processos e práticas de investigação para a área de Ciências da Natureza da etapa do Ensino Médio, de maneira que possibilitem aproximar os estudantes dos aspectos da dimensão investigativa:

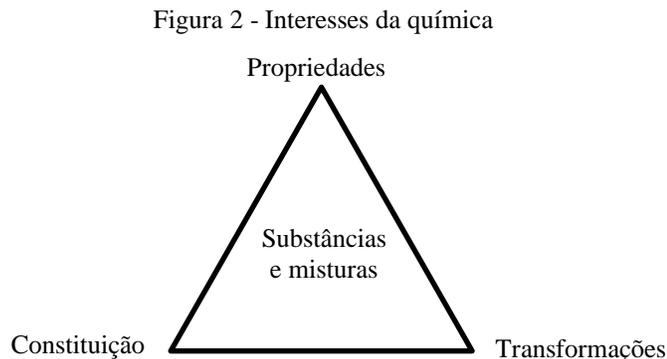
identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2018, p. 550).

Há de se mencionar também a necessidade de apropriação das linguagens específicas “por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão” (Brasil, 2018, p. 551). O domínio da linguagem favorecerá a compreensão da ciência, porque o estudante conseguirá entender, refletir, argumentar e comunicar o conhecimento científico, além de lhe dar autonomia em situações como para analisar, discutir e se posicionar criticamente.

Na sequência são apresentados os aspectos que devem ser considerados para construção do conhecimento químico, sendo aprofundada a discussão sobre o tema propriedades coligativas das soluções.

2.4 CONHECIMENTO QUÍMICO E AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES

A experiência em sala de aula tem mostrado que os estudantes apresentam dificuldades para aprender química. Mortimer *et al* (2000) aponta que a química tem como tema central investigar as propriedades, constituição e transformações dos materiais e substâncias, podendo esses conhecimentos serem representados por meio de um triângulo de forma a sugerir uma inter-relação entre os mesmos (figura 2).

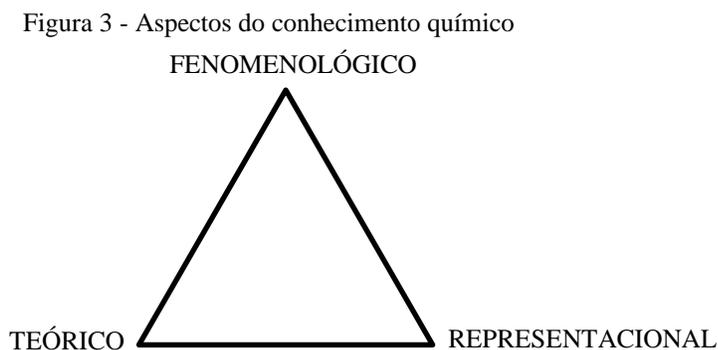


Fonte: Minas Gerais, SEEMG, 1998

Para superar essa dificuldade em aprender química concordamos com Mortimer *et al* (2000) quando diz que é preciso fazer inter-relações entre esses conhecimentos para que os estudantes compreendam os conceitos químicos, e que é preciso associar o conteúdo a realidade do estudante,

mostrar a ele que o conteúdo faz parte da sua vida, ou seja, mostrar o lado social. E isso pode ser viabilizado pela adoção de estratégias que se utilizem de interações entre o conceito e o contexto. Portanto conhecer as propriedades das substâncias e materiais possibilita entender o uso que se faz dos mesmos; conhecer sua constituição implica compreender os seus comportamentos; e considerar ambas, as propriedades e a constituição, são essenciais para compreender, planejar e executar as transformações de materiais (Mortimer *et al*, 2000).

Do ponto de vista das possibilidades de abordagem dos conteúdos para favorecer a compreensão dos conceitos, Mortimer *et al* (2000), distingue três aspectos do conhecimento químico a serem considerados: fenomenológico, teórico e representacional, e suas inter-relações (figura 3).



Fonte: Minas Gerais, SEEMG, 1998

Os aspectos fenomenológicos estão relacionados a dimensão macroscópica, são usados quando se pretende trabalhar com o que é visível e que se pode determinar. Esse nível permite observar as manipulações, o fazer e o funcionamento pelos fatos químicos, que possam ser reproduzidos em laboratórios ou não. Para os que não podem ser reproduzidos em laboratório, como por exemplo, falar sobre a indústria, equipamentos e máquinas de exames como ressonância e raios-X, postos de combustíveis, o enfermejo dos portões, dentre outros, são fatos que trazem significado da química para o estudante, porque faz parte de sua vida social e real. (Mortimer *et al*, 2000).

A realização de experimentos em laboratório (fenomenológico) “pode contribuir para promover habilidades específicas, tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos etc” (Mortimer *et al*, p. 276, 2000). Mas considerar apenas os aspectos fenomenológicos não é suficiente, é preciso entender o que há por trás do observável. O que se

observa é resultado da dimensão submicroscópica, portanto para explicar o fenomenológico é necessário recorrer ao aspecto teórico, que se utiliza de modelos abstratos, como prótons, elétrons e átomos. E o aspecto representacional engloba ferramentas simbólicas da linguagem química, como fórmulas, gráfico e equações, que simbolizam os processos observados. Sugere-se que exista uma tensão entre a teoria e o experimento (e que se mantenha um vai e vem entre esses aspectos), e o representacional é fruto dessa tensão (Mortimer *et al*, 2000).

Concordamos com Mortimer *et al* (2000) quando afirma que é preciso que esses três aspectos compareçam equitativamente e ainda acrescenta que “A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade.” (Mortimer *et al*, p. 277, 2000). Assim, ainda que o estudante não conheça a teoria científica, ele tem suas teorias, produto do senso comum, ele tem suas concepções alternativas, e tudo deve ser considerado para construção de conhecimento. Mortimer *et al* (p. 277, 2000) afirma que “A Química pode fornecer ao aluno instrumentos de leitura do mundo e, ao mesmo tempo, desenvolver certas habilidades básicas para ele viver em sociedade.” Assim trabalhar com propostas problematizadoras, associando a teoria com a realidade, contribuirá com a tensão que deve ser mantida para se alcançar a aprendizagem do conhecimento químico. Com base nesses aspectos do conhecimento químico foi estruturada uma SEI na intenção de que os estudantes compreendam as inter-relações dos conceitos envolvidos sobre as propriedades coligativas das soluções.

As propriedades coligativas das soluções dependem unicamente da razão entre a quantidade de soluto e de solvente, elas dependem do efeito conjunto da quantidade de soluto. Porém elas são independentes da natureza do soluto. Toma (2013) explica da seguinte forma:

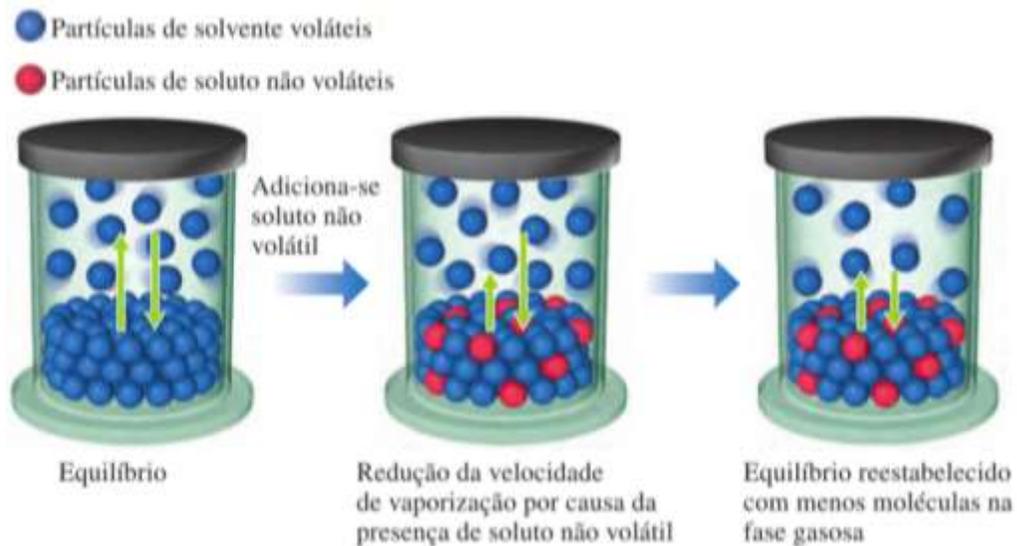
O efeito coligativo pode ser explicado pelo fato de a presença de moléculas do soluto não volátil diminuir o número relativo de moléculas de solvente na interface, e portanto, sua tendência de escape. Em decorrência sua pressão de vapor do solvente na solução sofrerá uma diminuição em relação à da forma pura. (Toma, p.34).

São quatro as propriedades coligativas mais importantes: tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e a osmose. A tonoscopia consiste no abaixamento da pressão de vapor, ela resulta em outras duas propriedades coligativas, a ebulioscopia e a crioscopia, porque a presença do soluto causa efeito na entropia do solvente. A ebulioscopia, é uma das propriedades, que consiste no aumento do ponto de ebulição do solvente. A crioscopia consiste no abaixamento do ponto de congelamento. Essas três primeiras propriedades envolvem o equilíbrio entre as duas fases do solvente. A quarta propriedade coligativa é a osmose, que por exemplo é essencial para a vida, pois

permite fluir nutrientes entre as paredes das células vivas (Atkins, p.352).

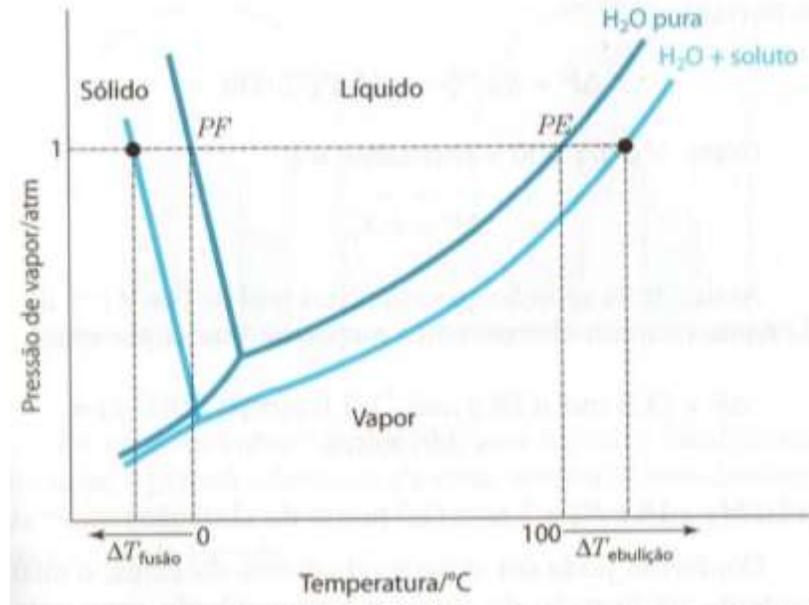
Para compreender as três primeiras propriedades coligativas é preciso inicialmente compreender o conceito de pressão de vapor: “A pressão de vapor representa a pressão exercida pelo vapor quando ele está em equilíbrio com o líquido (isto é, quando a velocidade de vaporização se iguala a velocidade de condensação)” (Brown, p. 603). Substâncias que tem pressão de vapor mensurável são ditas voláteis, as que não, não voláteis. As soluções originadas por um solvente líquido volátil e um soluto sólido não volátil são formadas espontaneamente em razão do aumento da entropia do sistema, ocasionado pela mistura. Essa adição de soluto estabiliza as moléculas do solvente no seu estado líquido gerando uma tendência menor de escape para o estado vapor. Dessa forma a presença do soluto não volátil, faz com que a pressão de vapor do solvente seja inferior à sua pressão quando puro, ilustrados nas figuras 4 e 5.

Figura 4 - Redução da pressão de vapor pela adição de um soluto não volátil



Fonte: Brown, p. 576.

Figura 5 - Diagrama de fases do solvente puro e da solução evidenciando o abaixamento da pressão de vapor pela presença do soluto não volátil.



Fonte: Toma, v.2, p.35

O cientista francês François-Marie Raoult, mediu pressões de vapor na maior parte de sua vida. Ele enunciou que a pressão de vapor do solvente depende do número relativo de moléculas do solvente (n_A), que é expressa sob a forma de fração molar $X_A = n_A / (n_A + n_B)$, ou seja que depende de suas fração molar, essa é chamada de lei de Raoult:

$$P = X_A \cdot P_A^\circ$$

Onde P_A° é a pressão do vapor do solvente puro.

Quando há presença do soluto não volátil ocorre a diminuição da pressão de vapor do solvente (ΔP) e ela é diretamente proporcional à fração molar do soluto, ela independe de que sejam moléculas ou íons, dependem apenas da concentração do soluto:

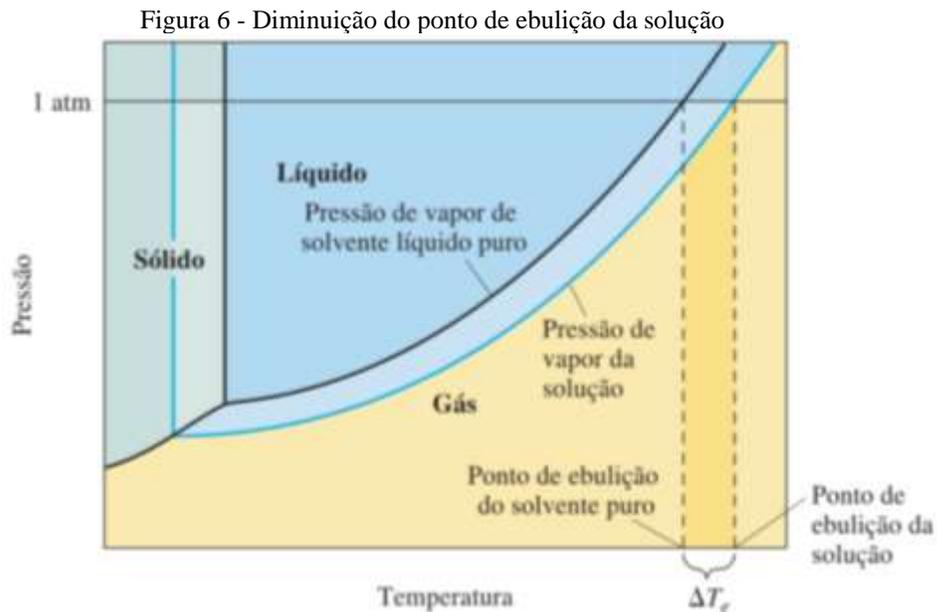
$$\Delta P = X_B \cdot P_A^\circ$$

Em que X_B é a fração molar do soluto.

A adição do soluto não volátil a um solvente puro que abaixa a pressão de vapor da solução tem base termodinâmica. No equilíbrio e na ausência de soluto a energia livre de Gibbs molar do vapor é igual ao do solvente líquido puro. Na solução ideal (que obedece a lei de Raoult em todas as concentrações) a presença do soluto aumenta a entropia da fase líquida, mas a entalpia é mantida,

no todo ocorrerá a diminuição da energia livre de Gibbs molar do solvente, o que resulta na diminuição da energia livre de Gibbs do vapor, pois no equilíbrio elas tem que ser iguais, assim a pressão de vapor também diminui (Atkins, p.357)

Como a presença do soluto abaixa a pressão de vapor, o ponto de ebulição do solvente aumenta, e que também é devido a ao efeito do soluto na entropia do solvente, o que pode ser observado na figura 6. Essa elevação no ponto de ebulição é denominada de ebulioscopia (Atkins p.358).



Fonte: Brown, p. 579

A elevação do ponto de ebulição é proporcional ao total de partículas de soluto, independente de sua natureza. Este fato é levado em consideração ao definir i , o fator de van't Hoff', como o número de partículas formadas em solução quando um dado soluto é separado por um determinado solvente. A variação no ponto de ebulição de uma solução em comparação à do solvente puro é:

$$\Delta T_e = T_e(\text{solução}) - T_e(\text{solvente}) = iK_e m$$

Em que:

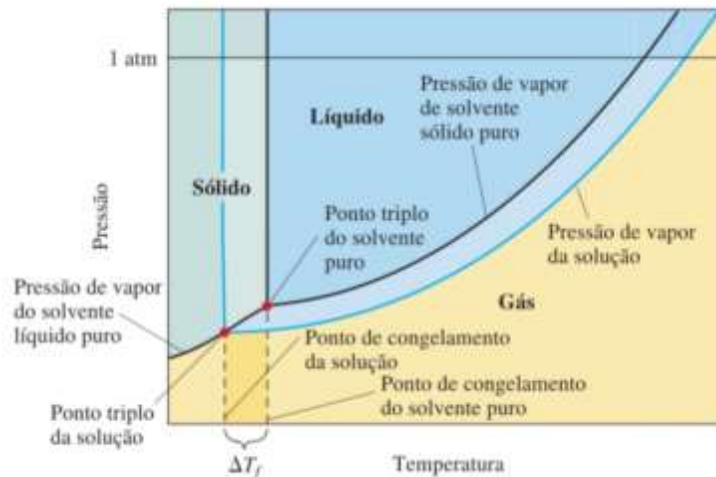
- $T_e(\text{solução})$ é o ponto de ebulição da solução;
- $T_e(\text{solvente})$ é o ponto de ebulição do solvente puro;
- i é o fator de van't Hoff
- m é a molalidade do soluto;

- K_e é a constante molal de elevação do ponto de ebulição para o solvente (constante de proporcionalidade determinada para cada solvente)

Para um não eletrólito, podemos considerar que $i = 1$; para um eletrólito, i vai depender de como a substância se ioniza ou se dissocia naquele solvente.

As curvas de vapor do estado sólido líquido se interceptam no ponto triplo. A adição do soluto não volátil, ao abaixar a pressão de vapor, resulta na diminuição do valor do ponto triplo da solução, e conseqüentemente de todos os pontos da curva do equilíbrio sólido-líquido, o que evidencia também a diminuição do ponto de congelamento da solução, em relação ao solvente puro, conforme figura 7.

Figura 7 - Diminuição do ponto de congelamento da solução



Fonte: Brown, 580.

Assim como a elevação do ponto de ebulição, a alteração no ponto de congelamento ΔT_C é diretamente proporcional à molalidade do soluto, considerando o fator de van't Hoff, i :

$$\Delta T_C = T_c(\text{solução}) - T_c(\text{solvente}) = -iK_c m$$

Em que K_c é a constante molar da redução do ponto de congelamento, semelhante a K_e . O ΔT_C é negativo, visto que a temperatura de congelamento da solução é menor que a do solvente puro. A crioscopia consiste em determinar a massa molar de um soluto pelo abaixamento da temperatura de congelamento que ele provoca quando dissolvido em um solvente.

A osmose consiste no movimento global do solvente em direção ao meio com maior concentração de soluto (menos solvente), através de uma membrana semipermeável, na intenção das soluções atingirem concentrações iguais. Atkins, diz que a “A osmose é uma propriedade

termodinâmica, podemos esperar que ela se relacione com às variações de entalpia e entropia provocadas pelo soluto: solvente flui até que sua energia livre de Gibbs seja a mesma nos dois lados da membrana.”

Van't Hoff mostrou que a pressão osmótica de uma solução de não eletrólito está relacionada com a concentração em quantidade de matéria, C , do soluto na solução, que ficou conhecida como equação de van't Hoff (Equação). A pressão osmótica depende só da temperatura e da concentração em quantidade de matéria do soluto, ela não depende da identidade do soluto e do solvente. (Atkins 362)

$$\Pi = iRTC_{\text{SOLUTO}}$$

i = fator de van't Hoff

R = constante dos gases

T = temperatura

A equação de van't Hoff é usada para a técnica de osmometria, que consiste em determinar a massa molar do soluto a partir das medidas da pressão osmótica. (Atkins p. 362)

Santos *et al* (2013) e Verissimo e Campos (2011) afirmam que o conteúdo das propriedades coligativas é um dos mais difíceis de ser entendido, pois necessita da compreensão de diversos outros conceitos químicos, como por exemplo interações intermoleculares, pressão de vapor, osmose, soluções. Essa variedade de conceitos permite que o professor elabore e aplique estratégias didáticas, de diferentes níveis, e que estejam distantes do ensino tradicional (transmissão-recepção) (Alves *et al* 2020). Segundo Castro *et al* (2021) as propriedades coligativas são tratadas por vezes como algo dispensável, os estudantes lembram vagamente sobre esse conceito, e que, em relação aos livros textos a maior parte trata da sua parte quantitativa, sem embasar sobre as interações soluto e sem associá-lo com situações do cotidiano. No entanto, esse conceitos estão ligados a diversas ocorrências de nosso dia a dia, como por exemplo a redução do tempo de cozimento dos alimentos, a diminuição do ponto de congelamento para facilitar a mobilidade em locais que nevam ou para resfriar mais rápido materiais que se desejam, bem como o efeito da osmose nas células e manutenção da vida (Verissimo e Campos, 2011). Segundo Barros e Magalhães (2013) os experimentos sobre propriedades coligativas são pouco comuns. Para diminuir essa defasagem,

eles propõem e descrevem experimentos simples, como o uso de refrigerante, gelo e NaCl, para tratar do efeito crioscópico.

Portanto trabalhar conceitos com exemplos comuns do dia a dia, fazendo uso pertinente da contextualização e da abordagem investigativa, cuja estrutura abarque os aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais, podem favorecer e potencializar a efetivação do processo de ensino aprendizagem. No próximo capítulo caracterizamos a pesquisa e apresentamos a sequência de ensino investigativa.

CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa foi motivada pelo que é vivenciado diariamente em sala de aula e decorrente das pesquisas que confirmam a necessidade iminente de mudança na forma de ensinar e na maneira como os conteúdos são abordados, para obtenção da efetividade do processo ensino-aprendizagem. Neste capítulo caracterizamos a pesquisa, quanto a natureza, sujeitos, os instrumentos que foram utilizados para a coleta dos dados, os aspectos éticos, e o percurso metodológico proposto.

3.1 DESENHO

Esta pesquisa foi fundamentada na abordagem qualitativa de campo, transversal, com enfoque descritivo e interpretativo, pois se utiliza de falas, escritas e ações dos participantes para análise dos dados. Para Rocha e Malheiro (2018) a abordagem qualitativa permite que o pesquisador tenha visão do todo, do fenômeno estudado, observem o que influenciam o seu contexto e permite contato prolongado com o seu objeto de estudo. É classificada como uma pesquisa interventiva de aplicação (Teixeira e Neto, 2017), pois é planejada, aplicada e analisada integralmente pelos pesquisadores. Para Teixeira e Neto (2017) os processos da pesquisa interventiva de aplicação são fundamentadas nos referenciais do campo específico do estudo. Esse tipo de estudo objetiva contribuir com conhecimentos e práticas que envolvam tanto a formação dos professores quanto a questões relacionadas ao ensino e aprendizagem (Teixeira e Neto, 2017).

3.2 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de ensino integral de 35 horas no agreste de Pernambuco. Foram considerados como sujeitos da pesquisa, estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, com faixa etária de 15 a 16 anos, de uma disciplina eletiva “Química das coisas”. A escolha dessa unidade de ensino decorre por ser o local de trabalho da autora desse estudo e por ser a série em que é abordado o conteúdo escolhido.

Para fundamentar suas ações pedagógicas, a escola, em que foi aplicada a SEI, admite princípios, tal como o processo de ensino e aprendizagem ser pautado na autonomia e responsabilidade e que o estudante deve ser considerado um sujeito aprendiz que possui conhecimentos e que é “agente” no processo ensino-aprendizagem. Os projetos de trabalho devem

ter como foco a espontaneidade dos estudantes e os professores devem orientá-los para que alcancem os objetivos de aprendizagem. A escola objetiva que as práticas pedagógicas sejam inovadas e repensadas constantemente para a melhoria do ensino-aprendizagem. Concordamos com a escola quando afirma que para que a verdadeira aprendizagem aconteça é preciso que as aulas sejam planejadas de forma sistematizadas, sempre contextualizadas com a cotidiano dos estudantes para que os mesmos participem e interajam na aprendizagem dos conteúdos de cada disciplina. Essas ações atendem aos objetivos da Base Nacional Comum Curricular e com o interesse de estudo desse trabalho.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, nº CAAE 71297823.5.0000.9547. Após a emissão do Parecer Consubstanciado de nº 6.321.255 foi iniciada a aplicação da SEI e análise dos dados. Ressalta-se a garantia de confidencialidade, sendo preservado o anonimato, em áudio, vídeo gravações e imagens, dos participantes, conforme riscos e benefícios, assim como a liberdade de escolha estabelecidos nos termos de consentimento (Anexos A, B e C). Foram incluídos todos os estudantes da segunda série do ensino médio que consentiram com a participação na pesquisa. E foram excluídos os participantes que não consentiram sua participação nesta pesquisa.

3.4 RECRUTAMENTO

Em um primeiro momento os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa. Essa abordagem inicial aconteceu por meio de uma apresentação oral, em sala, sobre em que consistia a pesquisa e de como aconteceria. Concomitante foi feita a entrega dos termos de consentimento livre e esclarecido para pais e responsáveis (Apêndice A), de assentimento livre e esclarecido para menores de 7 a 18 anos (Apêndice B) e o termo de consentimento livre e esclarecido para maiores de 18 anos (Apêndice C). Os mesmos foram devolvidos assinados na aula subsequente, em que se iniciou a aplicação da SEI. Os termos deixavam claro ao participante que o seu aceite deve ser de maneira consciente, autônoma, livre e esclarecida, e que sua privacidade é garantida.

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE

Os instrumentos para coleta de dados consistiram em videograções, áudios, fotografias, questionários, soluções para os problemas, idealização, execução e observações dos roteiros desenvolvidos. As gravações transcritas, comportamentos, respostas inicial e final ao problema e produções escritas dos estudantes foram analisadas para verificação da aprendizagem dos estudantes segundo a rubrica elaborada baseada em Coll *et al* (1999) quanto aos aspectos procedimental, atitudinal e conceitual.

A título de esclarecimento a rubrica é um instrumento que avalia o estudante tanto pela aquisição dos conteúdos quanto pela motivação e participação (Lobato *et al*, 2008). Segundo Pasqualini, Ferrari e Prado (2021) as rubricas podem contribuir para a tomada de responsabilidade do estudante pela sua própria aprendizagem, estimulando-o a se engajar nas atividades propostas pelo professor. Pela análise de Ludke (2018), a rubrica parte de critérios específicos pré estabelecidos para cada proposta a ser executada pelo estudante. As rubricas são listas de critérios para avaliar determinado trabalho, como o propósito, a organização e articulação; para cada critério existem graduações de qualidade, em que devem ser evitadas expressões negativas. Portanto as rubricas que foram elaboradas usam as graduações satisfatória, parcialmente satisfatória e insatisfatória.

3.6 METODOLOGIA DA SEI

A metodologia foi elaborada baseada nas características fundamentais que devem estar presentes nas atividades investigativas mencionadas por Zômpero e Laburú (2011) e seguindo os passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa dirigida Gil-Pérez (1988). O professor teve o papel de observador participante, e quando necessário, fez intervenções para centrar a discussão na proposta. No tópico a seguir, é descrito os procedimentos utilizados para análise da literatura que trata o ensino por investigação.

3.6.1 Levantamento bibliográfico sobre o ensino por investigação que fundamenta o planejamento da sequência de ensino investigativa

Para atender ao primeiro objetivo específico desse trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico em 10 periódicos nacionais, justificados pela relevância quanto à classificação e fator de impacto dos mesmos, no intuito de se ter conhecimento a despeito das produções científicas acerca do tema para fundamentar o planejamento da sequência didática.

As palavras chaves “ensino por investigação”, “atividade investigativa” e “sequência didática investigativa” foram pesquisadas observando as publicações de janeiro de 2018 a 02 de janeiro de 2024. Os artigos foram filtrados observando título, palavras-chave, resumo e quando necessário, a metodologia, a fim de sanar qualquer dúvida se está ou não relacionada ao tema. Foram excluídas as revisões bibliográficas, os de componentes curriculares diferentes de química e os que os sujeitos fossem do ensino fundamental. Os 10 periódicos escolhidos foram denominados no texto de P1 a P10 conforme o quadro 3, no mesmo encontra-se o qualis de cada um.

Quadro 3 - Periódicos analisados

CODINOME	PERIÓDICOS	QUALIS
P1	Revista Brasileira de Educação	A1
P2	Revista Ciência & Educação	A2
P3	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática	A2
P4	ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	A3
P5	Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	A3
P6	Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	A3
P7	Revista Dynamis	B1
P8	Revista de Educação, Ciências e Matemática (RCEM)	B1
P9	Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)	B2
P10	Química Nova na Escola (Qnesc)	B2

Fonte: Autora (2024).

A análise dos artigos foi realizada considerando três aspectos gerais, adaptado de Dias, Fernandes e Campos (2023): teóricos, metodológicos e didáticos. As categorias de análise encontram-se no quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Categorias de Análise

Aspectos Teóricos			
Tipo de pesquisa:	Ambiente escolar	Ambiente alternativo	
Ensino por investigação:	Proposição de SEI	Proposição e intervenção de SEI	
Aspectos Metodológicos			
Método de pesquisa:	Qualitativo	Quantitativo	Misto
Instrumentos de coleta de Dados:	Produções escritas; Questionários; Entrevistas; Mapas Conceituais.	Gravação de áudio; Gravação de vídeo; Fotografia; Slides; Desenhos.	
Sujeitos da Pesquisa:	Ensino Médio	Ensino Superior	Professores/Mestrandos
Aspectos Didáticos			
Recursos Didáticos:	Vídeos; Textos; Imagens; Palestras; Folders.	Jogos; Aplicativos; Experimentos; Visitas técnicas; Cartilhas.	
Objetos de Conhecimento:	Temas da química		

Fonte: Adaptado de Dias, Fernandes e Campos (2023).

3.6.2 Diagnose dos conhecimentos prévios dos estudantes com relação a alguns aspectos das propriedades coligativas das soluções

3.6.2.1 Elaboração do questionário de conhecimentos prévios

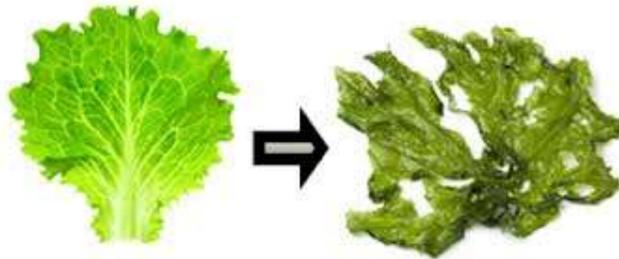
Por meio do levantamento bibliográfico foi possível obter informação de como as atividades investigativas vem sendo estruturadas, e constatar a ausência da temática “propriedades coligativas das soluções” nas pesquisas dos últimos cinco anos, dos 10 periódicos escolhidos. No capítulo dos resultados e discussão é aprofundada essa discussão. Dessa forma foi elaborado um questionário, a fim de atender ao segundo objetivo específico, para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos que estão associados diretamente ao tema do trabalho, propriedades coligativas, como interações intermoleculares, pontos de fusão e ebulição. Esse questionário tem a intenção de fornecer um panorama das concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos correlatos do tema escolhido, para garantir que os problemas propostos sejam coerentes ao nível de conhecimento que eles possuem, considerando como ponto de partida o que eles sabem. Esse ponto foi pensado levando em conta as contribuições de Carvalho (2013) que afirma que a SEI deve dar condições de que o estudante a partir de seus conhecimentos

possam construir novos conhecimentos, transitando do conhecimento espontâneo ao científico, ou seja, não se pode desconsiderar o que o estudante possui, mas construir a partir do que eles já possuem por meio de suas vivências no contexto escolar e de suas histórias de vida.

3.6.2.2 Questões para diagnose dos conhecimentos prévios dos estudantes e critérios de análise das respostas

O trabalho de identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre as propriedades coligativas consistiu na apresentação de um conjunto de imagens (figuras 8, 9 e 10) para sensibilização, estimulando a visualização/lembranças de fenômenos do dia a dia e a entrega do questionário impresso, contendo as perguntas do Quadro 5. Também, estão descritos os critérios de análise para cada pergunta de acordo com a rubrica elaborada.

Figura 8 - Mudança no alface



Fonte: <https://13moleculasapular.wordpress.com/2014/03/25/as-saladas-e-a-incontornavel-osmose/> Acesso em 12/07/2022 as 23:08

Figura 9 - Refrigerante no gelo



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-crioscopia.htm> acessado em 20/01/2023 as 08:40

Figura 10 - Carro se locomovendo em ambiente congelado



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/por-que-agua-dos-radiadores-lugares-frios-nao-congela.htm> acessado em 20/01/2023 as 08:45

Essas imagens foram utilizadas para sensibilização e se referem ao questionário para levantamento dos conhecimentos prévios.

Quadro 5 - Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios e critérios de análise das respostas

Questões propostas	Classificação das respostas			Propriedade coligativa
	SATISFATÓRIA	PARCIALMENTE SATISFATÓRIA	INSATISFATÓRIA	
Você sabe o que são forças intermoleculares e como elas influenciam no ponto de ebulição?	Se os estudantes responderem sim e que são as interações, de atração ou repulsão, entre as moléculas de uma mesma substância ou de várias substâncias distintas, que são responsáveis por manter unidas as moléculas, e que a depender da força intermolecular influenciará no ponto ebulição, se a força for forte, terá alto ponto de ebulição, se for fraca, terá ponto de ebulição baixo (ATKINS, pg. 335, 2012).	Se responderem sim apenas e que é o que mantém as moléculas unidas ou que influenciam no ponto de fusão e ebulição a depender de sua intensidade.	Se responderem não ou sim e apresentarem uma justificativa.	-
Por que nos estados do sul do Brasil, que atingem temperaturas negativas em certas épocas do ano, o diesel por exemplo que solidifica a 0°C, não solidifica?	Se relacionarem a sua resposta que deve ter sido adicionado alguma substância química que alterou as interações intermoleculares no diesel que como consequência diminui a sua temperatura de solidificação.	Se afirmarem que foi adicionado algo sem relacionar com as interações intermoleculares.	Se não relacionarem a adição de alguma substância.	Crioscopia
Você já observou	Se sim e citarem a adição do	Se sim e citarem	Se apresentarem	Osmose

que a salada murcha rapidamente? Por que isso acontece?	tempero, como sal e o ácido acético do vinagre, substâncias químicas de concentração diferente das células dos componentes da salada, que por meio das membranas celulares liberam água na intenção de igualar suas concentrações, do meio hipo para o hiper concentrado, o que é evidenciado pela aparência murcha da salada.	apenas os temperos sem explicar o que acontece.	sim ou não sem justificativa ou com uma resposta incoerente com a pergunta.	
Por que recomendam que coloquem logo o sal na água para o cozimento de alimentos, como batata, macarrão e arroz?	Se associarem que a adição do sal interage com o solvente reduzindo sua pressão de vapor, como consequência tem o aumento do ponto de ebulição, como a solução atinge uma temperatura mais alta, o tempo de cozimento é reduzido.	Se citarem apenas que o sal ajuda a cozinhar mais rápido sem mencionar a explicação completa.	Se apresentarem uma resposta incoerente com a pergunta como o sal dá gosto.	Ebulioscopia
Você já fez o teste de congelar água mineral com sal e sem sal? Você acha que quem congela mais rápido?	Se sim e associarem que a adição do sal, soluto não volátil, diminui a pressão de vapor, consequentemente diminui a temperatura de congelamento, então a solução solidifica em uma temperatura menor que a da água.	Se sim ou não e citarem apenas que a água com sal deve demorar mais para congelar ou que a sem sal congela mais rápido.	Se sim ou não, e apresentarem que acham que a água com sal congela mais rápido.	Crioscopia
Você sabe o que são as propriedades coligativas das soluções? Cite um exemplo de situação que é consequência das propriedades coligativas.	Sim ou não, e que cite alguma situação exemplificando e associarem ao nome científico das propriedades.	Se apenas responderem sim e citarem algum exemplo sem associar com o nome científico da propriedade.	Se responderem não.	Todas as propriedades coligativas

Fonte: Autora (2023)

3.6.2.3 Aplicação do questionário prévio – Duração de 50 min

AULA 1: Na primeira aula da intervenção os estudantes foram submetidos ao trabalho inicial de identificação dos seus conhecimentos prévios. Inicialmente foram apresentadas imagens (figuras 7, 8 e 9) com o objetivo de estimulá-los a pensar sobre que fenômenos eles representam e em que

outras situações do dia a dia situações semelhantes ocorrem. Após essa breve sensibilização, foi distribuído o questionário prévio (Apêndice D) que foi lido pela pesquisadora para garantir total esclarecimento do problema pelos estudantes e solicitado que o respondessem de forma individual. Ainda nesse momento foi esclarecido que o questionário deveria ser entregue imediatamente após a conclusão das respostas, que não deviam se comunicar com os colegas, e que o mesmo fazia parte da avaliação, que seria processual e somativa, considerada desde o questionário prévio até a última atividade proposta durante a intervenção. Após recolhido, o questionário foi analisado segundo os critérios estabelecidos no quadro 5 para verificar se os problemas previamente elaborados para a sequência de ensino investigativa estariam adequados ao nível e possibilidades dos estudantes.

3.6.3 Elaboração de uma sequência de atividades baseada no ensino por investigação para o ensino das propriedades coligativas das soluções

Como discutido na fundamentação teórica a SEI não tem uma metodologia fixa a ser seguida. Ela é uma abordagem que faz uso de problemas que objetivam a tomada de atitudes que remetem a atividade dos cientistas. As atividades podem ser de cunho teórico ou experimental, ou associadas, contanto que partam de um problema que instigue a investigação. De forma geral a SEI proposta foi elaborada de acordo com as metodologias analisadas no levantamento bibliográfico e dos referenciais teóricos, Zômpero e Laburú (2011) e Gil-Pérez (1988), ou seja, foi estruturada com a apresentação dos problemas, para reflexão e discussão em grupo; elaboração de hipóteses; planejamento, elaboração e execução de um procedimento experimental; e por fim um momento de comunicação verbal.

Para promover o engajamento e tomada de decisão, tendo como objetivo uma aprendizagem efetiva, o problema da SEI não pode ser de qualquer tipo. Carvalho (2018) afirma que ele deve dar condições de que o estudante consiga resolver, explicar e relacionar com a sua realidade. Portanto, o problema precisa estar associado com alguma situação do cotidiano do estudante a fim de motivá-lo e fazer sentido para que ele procure e encontre respostas/soluções, por meio do levantamento de hipóteses, testagem, reflexão e avaliação. Isto torna possível passar para atitudes manipulativas, como experimentos, vivenciando a parte fenomenológica e associando-a aos aspectos teóricos para melhor compreensão. Depois, com os aspectos microscópicos poderão escrever suas constatações finais, fazendo uso de aspectos representacionais, como textos, modelos, fórmulas ou gráficos

favorecendo a aquisição da aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal. Dessa forma, para elaborar o problema da SEI foram consideradas as quatro características que um problema deve apresentar, “contextualização, reflexão crítica, motivação e investigação”, segundo Ribeiro, Passos e Salgado (2020).

A contextualização permite que o estudante atribua significado ao que aprende e relacione com a sua vida associando teoria à prática, o que dessa forma o motiva a procurar soluções, o que converge para a formação de uma pessoa reflexiva e crítica. O problema para ser eficaz deve incentivar a investigação de forma que estimule o estudante a desenvolver a capacidade de resolver desafios, aprimorar a comunicação, refletir criticamente possibilitando a construção do conhecimento, o problema deve favorecer que o estudante pense criticamente sobre a realidade que o cerca em vistas do bem comum. O enunciado do problema deve motivar o estudante a buscar as respostas da situação desafiadora, por isso que tem que ser próximo da sua realidade. O problema também deve suscitar a investigação, para que o estudante busque por soluções, portanto eles deverão elaborar hipóteses, pesquisar, testar para chegar à uma resposta ao questionamento (Ribeiro, Passos e Salgado, 2020). Diante dessas características o problema da SEI foi elaborado, conforme quadro 5.

Quadro 6 - Problema

O uso do sal tem trazido benefícios à humanidade ao longo dos anos. Desde os primórdios, devido à época de caça reduzida, foi desenvolvida uma técnica de conservação de alimentos: a desidratação das carnes com o uso do sal. O sal também tem sido empregado para derreter a neve em locais frios, para favorecer a mobilidade das pessoas em regiões como no sul do Brasil. Outro fenômeno intrigante ocorre quando se acrescenta sal em água fervente, isto faz com que a água pare de ferver instantaneamente, só voltando à fervura após um maior aquecimento. Todos os fatos acima revelam uma predisposição do homem em busca da sobrevivência, de cumprir os compromissos do dia a dia e de economizar recursos. Portanto, conhecer e compreender conceitos e técnicas ajudam a cumprir prazos, e de brinde, ajudam a economizar recursos como tempo e dinheiro. Supondo que você convidou seus amigos para um almoço de última hora e se vê obrigado a passar no mercado, no caminho para casa, e comprar tudo que é preciso para o almoço, mas sabe que tem pouco tempo para organizar e preparar tudo. Ao chegar em casa, nota que a sua residência e de todas da vizinhança estão sem energia elétrica. Atrelado a isso percebe que seu gás está acabando e, que para a salada que planejou fazer seria preciso cenoura e beterraba, e que embora você as tenha em casa, ambas se apresentam murchas, e você tem pouco tempo para substituí-las. Além disso, o fato de estar sem energia elétrica, provocou também a queda da rede de telefonia móvel, impossibilitando que você possa entrar em contato com seus amigos para cancelar o almoço. Considerando essa conjuntura, faz-se necessário pensar em alternativas, pois seus amigos estão a caminho. Nesta situação, o gás tem que ser suficiente para o preparo das comidas; além de ser necessário resfriar os refrigerantes, suco e água na ausência da geladeira funcionando, e as cenouras e beterrabas precisam estar como frescas na salada. Escreva como você procederia para resolver tais problemas: (i) Como preparar a comida rapidamente e o gás ser suficiente? (ii) Como resfriar os líquidos sem geladeira? (iii) Como deixar as cenouras e beterrabas como frescas? (iv) Como o conhecimento químico pode auxiliar nestas questões?

Fonte: Autora (2023)

Tão importante quanto o problema é o grau de liberdade que é dado ao estudante para a execução da atividade, tanto em função de seus níveis cognitivos quanto ao cuidado para favorecer a aprendizagem procedimental, atitudinal e conceitual. No presente estudo foi proposto o grau 3 de liberdade (Carvalho, 2018). O grau 3 adotado para essa proposta é caracterizado pelo professor que fornece o problema aos estudantes, mas as hipóteses e planejamento são funções do estudante com atitude mediadora do professor. A obtenção dos dados é função do estudante, e a conclusão final é a sistematização da discussão entre o estudante, professor e classe.

3.6.3.1 Intervenção didática com os estudantes do ensino médio

Aplicação da SEI – Duração de 280 min (4 hr/aula)

AULA 2 - 50 min

Nos 5 min iniciais os estudantes foram convidados a se agruparem, na perspectiva de desenvolverem a habilidade de cooperação, pois o trabalho em grupo favorece o desenvolvimento potencial, que é possibilitado pela participação de outros, como colegas ou professores, em colaboração mútua (Carvalho, 2013). Os estudantes foram previamente orientados a não entrarem em contato com os grupos vizinhos em busca de informações, e que a função da pesquisadora seria de mediadora, e que todos os registros escritos deveriam ser no diário de bordo (Apêndice G), desde as hipóteses até as conclusões, permeando suas pesquisas, suas propostas experimentais e se houve adaptações no transcorrer da execução do que se propuseram a fazer, bem como as justificativas de suas escolhas por determinado procedimento e a resposta final ao problema.

Após esse momento inicial de orientações foi entregue e lido juntos o problema (quadro 7). Em seguida, foram orientados a discutirem e emitirem suas hipóteses/sugestões para solucionar o problema, e registrá-las no diário de bordo, para isso foi destinado um tempo aproximado de 15 min. Passado esse tempo, a pesquisadora recolheu os diários de bordo. Em sequência foi entregue um texto de Lima (2014), apêndice E, sobre as propriedades coligativas das soluções a fim de os situar sobre os conceitos que estão por trás das questões do problema, para essa leitura foi destinada 5 min. Nos 25 min restantes, foi ministrada uma aula expositiva dialogada por meio de slides sobre o tema tratado. Após a aula foi disponibilizado no grupo da turma do whats ap um vídeo de Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, disponível em <http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/handle/123456789/1016>, e um texto complementar,

adaptado de <https://www.todamateria.com.br/propriedades-coligativas/> (Apêndice F), sobre as propriedades coligativas para que se aprofundassem no tema para subsidiar os próximos momentos da proposta.

AULA 3 e 4 – 140 min (2 aulas geminadas)

Na aula da semana seguinte, os 30 min iniciais foram destinados para organização e planejamento. Foi solicitado que gravassem áudios desse momento de planejamento para posterior envio a pesquisadora. Os grupos receberam seus diários de bordo e foram orientados que de acordo com suas hipóteses levantadas na aula anterior; a discussão em sala com o texto; o aprofundamento que realizaram por meio de pesquisas, do vídeo e texto complementar disponibilizado; e dos materiais disponibilizados pela pesquisadora (cenoura e beterraba murchas, água, gelo, sal de cozinha, refrigerantes e vidrarias) que pensassem, propusessem e executassem procedimentos experimentais, que pudessem justificar e fundamentar suas hipóteses, a fim de fornecer soluções para os questionamentos do problema. Para auxiliá-los nesse momento de elaboração procedimental a pesquisadora visitou os grupos para orientá-los, primeiro escutou suas propostas e quando necessário questionou pontos que coubessem a fim de direcioná-los, para que não desviassem do objetivo do tema. Foram orientados para que se precisassem testar algo que necessitasse de aquecimento, registrassem suas propostas e que executassem em casa, pois a escola não dispunha de fontes de aquecimento. Em 60 min procederam a execução dos procedimentos propostos, coletando dados e registrando suas observações. Nos 10 min restantes da aula foi solicitado que os grupos se organizassem e preparassem uma apresentação curta, de no máximo 5 min, para a aula da semana seguinte, contendo o que foi pensado, como se organizaram, executaram e a que soluções chegaram.

AULA 5 – 50min

Na semana seguinte, última aula da proposta, nos 30 min iniciais aconteceram as apresentações. As mesmas consistiram em como procederam para resolver o problema e qual a solução para o mesmo, foi um momento aberto de discussão. Nos 20 min finais a pesquisadora reapresentou o problema e solicitou que formulassem suas respostas finais.

A figura 11 refere-se ao esquema de síntese da intervenção didática aplicada.

Figura 11 - Esquema de síntese da intervenção didática



Fonte: Autora (2024)

3.6.4 Análise dos limites e potencialidades da SEI avaliando as habilidades investigativas, quanto a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal, desenvolvidas pelos estudantes.

Para analisar os limites e potencialidades da SEI foram analisados os resultados obtidos utilizando como parâmetro de avaliação a rubrica elaborada baseada nas definições de Coll *et al* (1999), que aponta o desempenho da aprendizagem atitudinal, conceitual e procedimental, que se encontra no quadro 7.

Os dados extraídos para análise de cada uma das aprendizagens foram os seguintes:

- Desempenho atitudinal

Para este parâmetro foram observados e analisados o comportamento, motivação, posicionamento e criatividade dos grupos de estudantes, por meio das fotografias, vídeo gravações e registros escritos da pesquisadora.

- Desempenho conceitual

A análise se deu por meio da resposta inicial (hipótese) e final ao problema pelos grupos de estudantes.

- Desempenho procedimental

Foram analisadas as vídeo gravações, áudios, imagens e diário de bordo que contém o

procedimento idealizado e observações constatadas.

Quadro 7 - Critérios de análise da sequência de ensino investigativa

DESEMPENHO	CRITÉRIOS DE ANÁLISE			TIPOLOGIA DO CONHECIMENTO
	SATISFATÓRIA	PARCIALMENTE SATISFATÓRIA	INSATISFATÓRIA	
ATTUDINAL	Seguiram as normas pré-estabelecidas, como se colocar no lugar do outro, evitar olhar o do colega.	Seguiram algumas normas pré-estabelecidas.	Não seguiram normas pré-estabelecidas.	Fenomenológico, teórico e representacional.
	Mostraram engajamento se posicionando.	Mostraram engajamento.	Não mostraram engajamento.	
	Se posicionaram e respeitaram a opinião do outro.	Se posicionaram e não respeitaram a opinião do outro.	Não se posicionaram e nem respeitaram a opinião do outro.	
	Foram receptivos às mudanças.	Se mostraram parcialmente receptivos as mudanças.	Não aceitaram mudanças.	
	Conseguiram se manter motivados durante toda a atividade para se sentirem satisfeitos;	Se mantiveram motivados em parte da atividade.	Não conseguiram se manter motivados.	
PROCEDIMENTAL	Se utilizaram dos conhecimentos prévios como habilidades, estratégias, técnicas... para realizar ou executar o procedimento que propuseram.	Se utilizaram dos conhecimentos prévios como técnicas para realizar ou executar o procedimento que propuseram.	Não se utilizaram de conhecimentos prévios para realizar ou executar o procedimento que propuseram	Fenomenológico, teórico e representacional.
	Conseguiram evoluir conceitualmente. Houve formulação de perguntas, comparação de experimentos, elaboração de diagrama, foi realizada anotações, imitou ou repetiu procedimento, possibilitando assim a regulação do seu próprio progresso de aprendizagem;	Conseguiram evoluir conceitualmente, mas sem comparações.	Não conseguiram conectar os conhecimentos prévios com os novos.	
	Encontraram	Conseguiram ser	Não conseguiram ser	

	sentido, de ser protagonista, de pensar sozinho e se adaptar a situações e contextos;	protagonistas, mas com dificuldade para se adaptar a situações e contextos.	protagonistas.	
	Trabalharam em colaboração pois entenderam que a construção do conhecimento se dá pela presença do outro.	Conseguiram trabalhar em colaboração com alguns participantes.	Não conseguiram trabalhar em colaboração.	
	Acreditaram que o conhecimento tocante ao procedimento se constrói pelo esforço pessoal.	Alguns participantes não mostraram esforço pessoal na ação colaborativa.	Não mostraram esforço pessoal na execução da proposta.	
CONCEITUAL	Associaram o senso comum com o que estudaram teoricamente para explicar o observável da execução de suas propostas com uso da linguagem química.	Associaram o senso comum com o que estudaram teoricamente para explicar o observável da execução de suas propostas sem utilizar a linguagem química.	Associaram o que observaram apenas ao senso comum e não utilizaram linguagem química.	Fenomenológico, teórico e representacional.
	Conseguiram conectar, elaborar, reter e situar os novos conhecimentos por meio dos resumos e respostas da proposta.	Conseguiram conectar, mas não elaboraram e nem situaram bem os novos conhecimentos por meio dos resumos e respostas da proposta.	Não conseguiram conectar, elaborar, reter e situar os novos conhecimentos.	
	Compreenderam e solucionaram o problema associando e usando os conceitos científicos de que a adição de soluto não volátil favorece o preparo mais rápido da comida economizando gás, assim como o mesmo soluto possibilita resfriar mais rapidamente o líquido. Que a osmose favorece ao aspecto fresco dos legumes, e que	Compreenderam a influência do soluto não volátil no cozimento e resfriamento, ou das condições da osmose, mas não conseguiram explicar usando os termos científicos.	Apenas executaram os procedimentos e não concluíram sobre a importância do soluto não volátil e das condições	

	<p>acontece mais rapidamente por meio da maior superfície de contato.</p> <p>Constatando dessa forma que conhecer conceitos químicos podem auxiliar na resolução de situações do dia a dia favorecendo economia e praticidade.</p>			
--	--	--	--	--

Fonte: Autora (2023) adaptado de Coll *et al* (1999).

3.6.5 Desenvolvimento de um produto educacional, no formato de cartilha, a partir da abordagem proposta

Após a análise dos limites e potencialidades a cartilha foi elaborada no Canva contendo os seguintes tópicos: apresentação, considerações iniciais, sequência de ensino investigativa, procedimentos de intervenção, critérios de avaliação e referências.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Com os artigos selecionados, atendendo ao primeiro objetivo específico, foi possível mapear características relacionadas a abordagem do ensino por investigação nos últimos 5 anos. Eles foram lidos integralmente e categorizados segundo o quadro 8. No mesmo encontram-se os dados dos periódicos obtidos no levantamento. Na coluna 1, estão os periódicos analisados (P1-P10), na coluna 2 está disposta as quantidades de publicações encontradas e na coluna 3 tem-se o percentual aproximado de publicações relacionadas ao tema, pelo total de publicações no período, esses valores foram obtidos de acordo com a Equação 1.

Quadro 8 - Dados dos periódicos

Periódico	Nº de publicações da temática	Percentual (%)
P1	0	0
P2	0	0
P3	0	0
P4	0	0
P5	1	0,36
P6	4	0,61
P7	0	0
P8	1	0,68
P9	9	1,63
P10	9	4,57

Fonte: Autora (2024)

$$\text{Percentual} = \frac{\text{Total de publicações relacionadas ao tema}}{\text{Número total de publicações do periódico}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

No quadro 9 encontram-se os artigos selecionados elencado o periódico, título e ano de publicação e autores.

Quadro 9 - Artigos, ano e autores

Periódicos	Artigo/Ano	Autores
P1	-	-
P2	-	-
P3	-	-
P4	-	-
P5	A1 - ADULTERAÇÃO DO LEITE: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA VIVENCIADA POR UM GRUPO DE ESTUDANTES SURDOS NA PERSPECTIVA BILÍNGUE, 2020.	Carla Patrícia Araújo Florentino e Pedro Miranda Junior
P6	A2 - CRIME NA MANSÃO: UMA OFICINA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA, 2019.	Renan Vilela Bertolin e Caroindes Julia Corrêa Gomes
	A3 - EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM ELETROQUÍMICA E ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA FEDERAL EM SANTA MARIA/RS, 2019.	Rodrigo Rozado Leal; Maria Rosa Chitolina Schetinger e Giovanni Bressiani Pedroso
	A4 - SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS: UM DESAFIO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS, 2020.	Lília do Espírito Santo Azevedo; Valeria de Souza Marcelino e Cassiana Barreto Hygino Machado
	A5 - ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: UM ESTUDO VIVENCIADO POR LICENCIANDOS EM QUÍMICA, 2023.	Paula Cavalcante Monteiro; Ourides Santin Filho e Maria Aparecida Rodrigues
P7	-	-
P8	A6 - O DESASTRE DE MARIANA COMO ABORDAGEM INVESTIGATIVA E CTSA NO ENSINO DE QUÍMICA, 2019.	Beatriz Pereira Cavalcante; Aline Maria dos Santos Teixeira e Luciana Resende Marcelo
P9	A7 - INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: SISTEMAS DE HIDROPONIA EM HORTA ESCOLAR PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS, 2019.	Kelvia Fabiane Alves de Moura; José Aparecido Santos Durães e Fernando César Silva
	A8 - APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COM USO DE LABORATÓRIOS ONLINE NO ENSINO DE QUÍMICA EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO EM ESCOLA PÚBLICA: UMA PESQUISA-AÇÃO, 2020.	Alexandro Lima Gomes; Simone Meister Sommer Bilessimo e Juarez Bento da Silva
	A9 - AS CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA, 2020.	Elisandra Chastel Francischini Vidrik; Willa Nayana Corrêa Almeida e João Manoel da Silva Malheiro
	A10 - ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES ELÉTRICOS ARTESANAIS COMO PROPOSTA EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	Letícia Gomes de Melo; Luís Carlos de Moraes; Alexandre Augusto Todde Libório; Raíza Fonsêca Xavier Lima; João Vitor Cagliari e Daniel Pasquini

	INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE QUÍMICA, 2020.	
	A11 - O POTENCIAL DOS ESPAÇOS NATURAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO COM ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR, 2020.	Paula Macedo Lessa dos Santos; Alvarenga da Silva; Cíntia Teles Siqueira; Debora Fiambe Alves; Nádila Maria Corrêa da Cunha Esteves Alves e Antônio Carlos de Oliveira Guerra
	A12 - A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA EM UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS, 2021.	Fernanda Rechetnek e Gustavo Pricinotto
	A13 - ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA, 2022	Weslei Oliveira de Jesus; Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa e Débora Astoni Moreira
	A14 - SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA PARA O ESTUDO DOS SAIS INORGÂNICOS DURANTE O RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA, 2023	Ana Caroline da Silva Avelino e Ulysses Vieira da Silva Ferreira
	A15 - O ARCO-ÍRIS NO COPO: APRENDENDO SOLUÇÕES POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO, 2023.	Simone Cristina Incote; Caroline Chybiór Granzoti; Fabiana Pauletti e João Manoel da Silva Malheiro
P10	A16 - ATIVIDADE INVESTIGATIVA TEÓRICO-PRÁTICA DE QUÍMICA PARA ESTIMULAR PRÁTICAS CIENTÍFICAS, 2019.	Matheus S. B. Silva, Daniel M. Silva e Ana Cláudia Kasseboehmer
	A17 - DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE TERMOELÉTRICA, 2020.	Filipe Silva de Oliveira, Maria Clara Pinto Cruz e Adjane da Costa Tourinho e Silva
	A18 - INVESTIGAÇÃO CRIMINAL E QUÍMICA FORENSE: ESPAÇO NÃO FORMAL DE APRENDIZAGEM INVESTIGATIVA, 2020.	Kiany S. B. Cavalcante, Francisco R. S. de Sousa, João P. D. Monteiro, Jane da P. P. Souza, Alexandre W. V. do Nascimento, Andreia S. S. Aguiar e Adriano S. de Fonseca
	A19 - ARGUMENTAÇÃO E OUTRAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA ENVOLVENDO QUÍMICA FORENSE, 2021.	Fernanda dos Santos e Adjane da C. T. e Silva
	A20 - TINTURA DE IODO COMO POTENCIAL REAGENTE PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA, 2021	Lucas S. Fernandes e Arenaldo R. A. Silva
	A21 - A FOTOGRAFIA EM ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA DE QUÍMICA, 2022.	Marcia B. Cunha e Catherine G. Vog

	A22 - CONTOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA, 2022.	Lorena de Q. Pimentel, Tatiana S. Andrade e Eriivanildo L. da Silva
	A23 - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE SUBSTÂNCIA (MOL), 2022.	Jadis Henrique P. da Silva, Solange W. Locatelli, Maria Eunice R. Marcondes
	A24 - EXPLORANDO O PENSAMENTO QUÍMICO DE LICENCIANDOS EM AULAS EXPERIMENTAIS REMOTAS, 2023.	Fernanda G. de Almeida e Fabiele Cristiane D. Broietti

Fonte: Autora (2024)

Quanto ao aspecto teórico, em relação ao tipo de pesquisa foi observado-se que aproximadamente 83% dos artigos analisados foram desenvolvidos em ambiente escolar, em sala de aula ou em laboratório. Os 17% restantes, correspondente a 4 artigos, foram desenvolvidos em ambientes alternativos como em horta (A7), on line (A8), praia (A11) e ensino remoto (A24).

Em relação a linha de pesquisa foi analisado se os estudos se concentraram em apenas propor a SEI ou propor e aplicar a SEI, sendo verificado que 21 dos artigos selecionados, correspondente a 87,5% se concentraram em propor e aplicar as propostas investigativas, por meio de propostas em horário de aula ou minicursos no contraturno (A5). Um deles utilizou laboratório online (A8), outro propôs três atividades investigativas com graus de liberdade diferentes (A3). As que se concentraram em apenas propor a SEI foram 3 artigos (12,5%), sendo que em A4 foi proposto ~~em~~ um minicurso para elaboração de SEIs; em A20 foram fornecidas sugestões de experimentos para SEI e em A22 foi relatado como o Conto contribuiu para o desenvolvimento de uma SEI.

Quanto aos aspectos metodológicos, em relação ao método de pesquisa, cerca de 21 artigos (87,5%), foi de cunho qualitativa, sendo o A8 de cunho quantitativa, e A3 e A13 mista. Quanto aos instrumentos de coleta de dados foi observado que a maioria deles se utilizaram de mais de um meio, sendo que a maioria se utilizou de produções escritas (A1, A2, A5, A6, A10, A11, A14, A15, A16, A18, A19, A21) e de questionários (A1, A3, A4, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18, A19, A23, A24); além de entrevistas (A1); mapas conceituais (A14); simulação de tribunal (A2); desenhos (A29) e slides (A9). Também foi mencionado a utilização de gravações de áudio (A1, A3, A5, A17, A29, A21) e gravações de vídeo (A1, A15, A17 e A19). Quanto ao sujeitos da pesquisa a maioria (A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A21, A23) foi realizada com estudantes do ensino médio; o restante com estudantes do ensino superior

(A4, A5, A10, A19 e A24) e A11 com professores, que eram discentes de um mestrado profissional. Em A20 e A22 não tem sujeitos diretos, pois o primeiro trabalho se concentrou em propor sugestões experimentais para elaboração de SEIs, e o segundo em uma validação de uma proposta de SEI com o uso do gênero literário conto com o tema agrotóxicos.

Sobre aos aspectos didáticos foi verificado que a maioria utilizou mais de um recurso didático. Todos eles mencionam momentos de debates ou discussão, exceto A20 e A22 como já referido que são apenas proposições de experimentos e de SEI. Em dezenove dos vinte e quatro trabalhos analisados foi utilizado experimentações (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A19, A21, A23, A24), com uma ressalva para A8 , o qual foi usado laboratório online (experimentação virtual); três fizeram uso de slides (A4, A6 e A14); oito fizeram uso de textos ou reportagens (A1, A2, A5, A6, A13, A14, A16 e A18); um utilizou cartazes (A11); um imagens (A17); um utilizou smartphones ou câmeras (A21) e dois tiveram momentos de visitas técnicas (A5 e A11).

Vale ressaltar que as propostas dos trabalhos não se resumem à experimentação em laboratório, mas abrangem para estudo de casos, oficinas, tecnologias digitais e aulas em ambientes não formais. De forma geral os trabalhos se concentram em aplicação de texto ou vídeo para contextualização antes ou após o levantamento dos conhecimentos prévios, que foi realizado ou por meio de questionários ou discussões. Na sequência é apresentado o problema ou situação problema para que o estudante possa propor hipóteses, com subsequente investigação fazendo uso da experimentação ou pesquisa teórica para provar ou não suas hipóteses e, por fim, discutam e comuniquem seus resultados. Posteriormente o estudante é avaliado, e em alguns casos ao final o professor sistematiza tudo que fora discutido a título de esclarecer conceitos trabalhados.

Em uma leitura geral pode-se observar que os trabalhos analisados concentram-se em investigar/ analisar/ compreender/ expor/ verificar/ desenvolver e aplicar instrumentos de análise/ apresentar potencialidades e contribuições do ensino por investigação com uso de variados tipos de recursos, como materiais de baixo custo ou recursos tecnológicos.

Em relação ao objetos de conhecimento apareceram diversos temas distintos do componente curricular química. No artigo A4 a proposta era de elaboração de SEIs por graduandos, os temas escolhidos foram osmose; compostos inorgânicos; química e física básicas e cinética química. Os temas que apareceram foram: adulteração do leite (A1); acidez e basicidade, com medida do pH (A2, A6, A7, A11 e A24); investigação criminal ou química forense (A18 e A19);

eletroquímica ou oxidação de metais (A3 e A21); cinética (A5 e A13); densidade dos materiais (A8 e A24); petróleo, polaridade e separação de misturas (A9); resistores elétricos (A10); drogas no cotidiano (A12); sais inorgânicos (A14); soluções (A15); deficiência de ferro no organismo (A16); usinas termoelétrica (A17); tintura de iodo (A20); agrotóxicos (A22) e quantidade de substância (A23).

Diante das observações quanto aos objetos de conhecimento constata-se que existem temas que foram pouco abordados. Assim, esta pesquisa revelou ausência de temas relacionados à físico-química, ou seja, aos conteúdos que são desenvolvidos no segundo ano do EM. Essas lacunas justificam possibilidades de conteúdos a serem estudados na perspectiva investigativa, como as propriedades coligativas das soluções, tema de interesse desta pesquisa. Há de se mencionar que uma das SEIs propostas por graduandos, no artigo A4, é sobre osmose, mas não se menciona sobre as propriedades coligativas.

O levantamento realizado dos últimos cinco anos constatou lacunas de temas, na área de química, que foram pouco ou nem foram trabalhados, como é o caso das propriedades coligativas das soluções. O trabalho de Gonçalves *et al* (2022) consultou o SciELO, Google Scholar e Periódicos CAPES a procura de artigos que tratassem de propriedades coligativas, do ano 2001 a 2020, o mesmo só encontrou 8 artigos, constando que em anos anteriores o tema teve poucas publicações. Portanto a elaboração e aplicação da sequência didática investigativa focada no conteúdo propriedades coligativas das soluções é necessária para a efetivação do ensino aprendizagem do conteúdo químico, e que, na perspectiva social possibilitará trabalhar a integralidade do ser, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades necessárias para a vida em sociedade, como criticidade e autonomia.

É importante comentar que os resultados deste estudo foram apresentados no VII Simposio Internacional de la Enseñanza de las Ciencias – SIEC, Apêndice H, que ocorreu no período de 12 a 14 de junho de 2024 e serão divulgados por meio de um capítulo de livro que fará parte do e-book do evento que será publicado em 2025.

4.2 ANÁLISE DO LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Foram analisados os dados obtidos de 32 estudantes segundo os critérios estabelecidos no quadro 5. Para preservar as identidades dos participantes foram utilizadas letras (A à X) para identificá-los.

Das trinta e duas respostas associadas ao conceito de forças intermoleculares (questão 1) nenhuma apresentou resposta satisfatória e apenas duas (6,2%) foram classificadas como parcialmente satisfatórias, pois os estudantes responderam que as forças intermoleculares são responsáveis por manter as moléculas unidas e/ou influenciam nas temperaturas de fusão e ebulição, conforme transcrição a seguir.

A: “São as forças existentes entre as moléculas. O ‘valor’ da força intermolecular determina o quão rápido é o ponto de fusão e ebulição.”

B: “Sim. Elas podem influenciar na temperatura dos estados físicos, por exemplo, quanto mais rápido a força intermolecular mais rápida o ponto de ebulição e fusão.”

Percebe-se que há confusão de termos, como rapidez ao invés de intensidade da força. O tipo de força, se fraca ou forte, influencia na temperatura de ebulição e de fusão, como fica claro em Atkins (2012): “Podemos esperar que a pressão de vapor seja alta quando as moléculas de um líquido são mantidas por forças intermoleculares fracas, e que a pressão de vapor seja baixa quando as forças intermoleculares são fortes.” Em outras palavras quando as forças intermoleculares são fracas a temperatura de ebulição é baixa, e quando são fortes a temperatura de ebulição é alta. Portanto um líquido com forças intermoleculares fracas entra em ebulição mais rápido que um líquido com forças intermoleculares fortes.

As respostas restantes (93,8%) foram classificadas como insatisfatórias, vinte e nove se deram a responder sim ou não; e apenas uma respondeu sim e apresentou uma justificativa, mas incoerente com a pergunta, como pode ser visualizado a seguir:

C: “Sim, elas influenciam de acordo com sua agitação, gerando calor em suas movimentações.”

Mais uma vez nota-se confusão de termos, essa justificativa descreve energia térmica, um nome coloquial para energia, que é a soma da energia potencial e cinética que provém dos movimentos de íons, átomos ou moléculas (Atkins, pg. F13, 2012). A não compreensão desse conceito de forças intermoleculares dificulta o entendimento das temperaturas de fusão e ebulição.

Quanto à questão 2, que indaga sobre o intrigante comportamento do diesel sob 0 °C, apenas uma resposta (3,1%) foi classificada como satisfatória, pois associou que alguma substância foi adicionada e alterou as interações intermoleculares no diesel fazendo com que sua temperatura de solidificação diminuísse:

U: “Pois adicionam um soluto não volátil para diminuir o ponto de congelamento e assim não congelar, essa propriedade é a crioscópica.”

Nota-se que um dos estudantes conhece cientificamente uma das propriedades a ser trabalhada. Outros quatro estudantes imaginam que algo foi alterado em sua composição. Os demais falam de ambiente e diesels diferentes.

Vinte e sete respostas (94,4%) foram classificadas como insatisfatórias, sendo que, vinte e duas responderam apenas “Não sei”, e as outras cinco apresentaram algum tipo de justificativa, que não está relacionada a adição de alguma substância, como seria esperado:

D: “Talvez algum composto não é solidificado abaixo de 0.”

E: “O diesel não vai ser o mesmo por causa da temperatura que ele está, é o ambiente também que faz ficar diferente.”

F: “Eu acho que ele não solidifica por que a temperatura dele é alta, e ele é quente, por isso ele não solidifica.”

G: “Por causa das diferenças do diesel, tem muitos diesels que são diferentes ai por isso que acontece isso.”

H: “Não é o mesmo diesel e em lugares distintos.”

Entretanto, quatro respostas (12,5%) foram classificadas como parcialmente satisfatórias porque relacionaram a algo que foi ou está presente no diesel, mas sem associar com as interações, como pode ser verificado:

B: “Por conta de mudanças presentes em sua composição, para assim, se adequar a determinadas regiões.”

I: “Por causa de algumas moléculas presentes no diesel.”

J: “Provavelmente alguma substância colocada nele ou no compartimento onde ele fica.”

K: “Por ser refinado e adicionado algum outro composto.”

Provavelmente quando o objeto de conhecimento interações intermoleculares foi trabalhado no primeiro ano do ensino médio eles não entenderam os conceitos e como elas podem ser alteradas.

Com relação à questão 3, nenhuma resposta foi classificada como satisfatória. Dez respostas (31,2%) foram classificadas como parcialmente satisfatórias, pois responderam sim e citaram o uso de temperos, mas sem explicar o que acontece:

D: “Eu acho que depende porque quando ela não está com vinagre, sal ou azeite ela não fica tão rápido.”

G: “Por causa da temperatura e as coisas que temperamos.”

K: “Sim, pelo contato com o ar e vinagre muitas vezes.”

I: “Já sim, por causa do vinagre colocado na salada.”

L: “Sim, acontece devido à adição de sal.”

M: “Sim. Porque ela recebe o sal e o sal puxa a água da salada deixando ela desnutrida.”

N: “Sim, talvez pela quantidade de produto que geralmente as pessoas colocam ou com a temperatura porque se ficar muito tempo fora da geladeira ela apodrece.”

O: “Com o contato do vinagre, ou por entrar em contato com o ar.”

P: “Eu acho que ou por conta do vinagre ou porque ela não tem água e isso acaba fazendo que ela murche, não é de certeza, só que o que eu acho.”

Q: “Sim, acontece mais rápido por conta do vinagre e do sal.”

No entanto, nenhuma das respostas mencionou osmose, apenas detiveram-se a supor que o tempero influencia. Vinte e dois (68,8%) estudantes apresentaram respostas insatisfatórias. Dentre essas, quatro responderam que já observaram que a salada murcha rapidamente, mas não sabem o motivo. Outros três disseram que não observaram ou não sabem. Onze disseram que observaram e justificaram que é devido a diferença de temperatura, como por exemplo:

H: “Sim. Fora do ambiente frio a salada desidrata.”

R: “Acho que por não estar em temperatura gelada ou sem casca.”

Dois deles associaram por não estar na terra, fora de seu ambiente natural:

S: “Eu acho que é porque ele não tá mais na terra. Daí ela começa a murchar por conta do seu ambiente ou então por conta de sua molécula.”

T: “Sim, eu acho ou isso aconteceu porque elas são tiradas do pé ou porque ficam em um lugar abafado.”

Um dos estudantes associou com o uso de agrotóxicos:

J: “Sim, por conta dos agrotóxicos em contato com o vinagre pela temperatura do ambiente.”

E um outro associou com evaporação dos nutrientes:

C: “Sim, pela evaporação dos nutrientes.”

No que diz respeito a questão 4, nenhuma resposta foi classificada como satisfatória. Apenas uma (3,1%) foi classificada como parcialmente satisfatória, porque citou que o sal ajuda a cozinhar mais rápido os alimentos, mas sem justificar:

J: “Para que os alimentos cozinhem mais rápido.”

Trinta e um (96,9%) apresentaram respostas insatisfatórias, das quais, doze disseram que não sabiam sobre colocar sal na água de cozimento, e dois responderam que para matar bactérias.

U: “Para matar bactérias e fungos.”

F: “Acho que é para matar algumas bactérias que tem na água, ou pra estabelecer a temperatura da água.”

Cinco associaram com a dissolução do sal, como por exemplo os estudantes B e L:

B: “Para que o sal se dissolva na água em temperatura ambiente sem ser após o cozimento da água, podendo alterar na solubilidade.”

L: “Para que se dissolva mais rápido (o sal).”

Nove associaram a tempero, para que a comida pegue sal, como exemplo:

R: “Porque quando o alimento for cozido, já vai estar bom de sal pois a água entra nos alimentos.”

P: “Eu acho que para dar gosto para penetrar no alimento mais rápido.”

Um deles associou com amido:

J: “Talvez para soltar o amido ou tirar impurezas.”

E dois para que a água ferva mais rápido:

U: “Para entrar em ebulição mais rápido.”

M: “Para que a água ferva mais rápido.”

Os dois últimos estudantes, U e M, mostraram incoerência nas respostas, porque se a temperatura de ebulição é mais alta, demorará mais a ser atingida, então vai demorar mais a ferver e não mais rápida. O que seria mais rápido seria o cozimento.

Quanto à questão 5, nenhuma das respostas foi considerada satisfatória. Cinco respostas (15,6%) foram classificadas como parcialmente satisfatórias, pois apesar de nunca terem testado, mas acham que a água sem sal congela mais rapidamente.

G: “Nunca fiz, mais acho que a água mineral congela mais rápido.”

X: “Nunca fiz o teste, mas acho que congela mais rápido sem sal.”

J: “Não, mas parando para pensar a água sem sal porque o sal derrete o gelo.”

N: “Nunca, mas creio eu que a água sem sal congela mais rápido.”

V: “Não. A sem sal congela mais rápido pois o sal como é um soluto não volátil dificulta o congelamento da água.”

Os estudantes J e V justificaram que o sal derrete o gelo e que o sal por ser um soluto não volátil dificulta o congelamento da água, dando a entender que demora mais, diminuindo sua temperatura de solidificação, portanto demorará mais para solidificar. Por abaixar a pressão de vapor a temperatura de congelamento diminui (Atkins, 2011).

Vinte e sete (84,4%) estudantes deram respostas insatisfatórias. Dezenove deles mencionaram que nunca fizeram o teste de congelar água mineral com sal e sem sal e nem opinaram sobre o que acham. Sete disseram que nunca fizeram, mas acham que com sal congela mais rápido:

F: “Nunca fiz esse teste, mas acho que a com sal congela mais rápido.”

H: “Nunca fiz esse teste, acho que a que congela primeiro é a com sal.”

Um disse que fez e é a com sal

V: “Sim, água mineral com sal.”

Para a questão 6, nenhuma das respostas foi considerada satisfatória. Trinta e uma respostas (96,9%) foram classificadas como insatisfatórias. Trinta delas responderam que não sabiam conceituar as propriedades coligativas das soluções e sem justificativa. E uma respondeu que sim, mas com justificativa incoerente.

B: “Sim. Grande quantidade de soluto em pouco solvente.”

E uma (3,1%) foi classificada como resposta parcialmente satisfatória.

V: “Adição de sal para cozinhar os alimentos, salada murchar.”

A análise do questionário de levantamento dos conhecimentos prévios possibilitou conhecer que a maioria dos estudantes entrevistados desconheciam as propriedades coligativas. Cabe destacar que apenas um dos estudantes mencionou a crioscopia, uma das propriedades coligativas. Mas o mesmo estudante, para as demais questões não citou as demais propriedades, em alguma das respostas apenas citou tempero, podendo-se concluir que o conteúdo não foi visto claramente em sala de aula. Veríssimo e Campos (2015) já relataram a dificuldade dos estudantes sobre os conceitos relacionados as propriedades coligativas das soluções, ou eles não conseguiam explicar situações do dia a dia ou não sabiam. O levantamento de artigos realizados por Gonçalves *et al* (2022), dos anos de 2001 a 2020, menciona a dificuldade dos estudantes em aprender os conteúdos relacionados a físico química e relacioná-los com as situações do dia a dia.

Diante da análise dos conhecimentos prévios dos estudantes quanto ao conhecimento das propriedades coligativas, que são influenciadas diretamente pela quantidade de soluto não volátil adicionado no líquido quando puro, o que promove um abaixamento da pressão de vapor ocasionando na elevação da temperatura de ebulição e diminuição do ponto de congelamento, assim como essa mesma quantidade de soluto gera a pressão osmótica (Atkins, 2011), o problema elaborado previamente foi revisado e avaliado como um bom problema a ser aplicado na SEI, uma vez que os estudantes desconheciam as propriedades coligativas.

4.3 ANÁLISE DOS LIMITES E POTENCIALIDADES DA SEI

Neste tópico é realizada a análise dos limites e potencialidades da SEI avaliando as habilidades investigativas, quanto ao desempenho atitudinal, procedimental e conceitual alcançados estudantes.

4.3.1 Análise do Desempenho Atitudinal

Como descrito nos procedimentos metodológicos para análise da aprendizagem atitudinal foram observadas as vídeo gravações, fotografias, áudios e registros escritos quanto a comportamento, engajamento, posicionamento e criatividade.

Desde o primeiro momento, com a aplicação do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios (Figura 12), no qual a pesquisadora mencionou que não se esperava respostas certas ou erradas, mas que o objetivo seria apenas uma verificação do nível de conhecimento a respeito do tema que a pesquisa se propôs a trabalhar, notou-se engajamento e concentração dos estudantes a fim de atender as solicitações e recomendações fornecidas. O mesmo se sucedeu durante toda a aplicação da SEI.

Figura 12 - Aplicação do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios



Fonte: Acervo próprio (2023)

Na segunda aula, foi solicitado aos estudantes que formassem grupos, e foram informados que a partir daquele momento evitassem interação com os demais grupos, se detivessem a interagir apenas com os membros do próprio grupo. O trabalho foi em grupo porque concordamos com Vigotski que o desenvolvimento possível de uma pessoa é possível com a colaboração de alguém (Prestes, 2020). Portanto o trabalho em cooperação é chave fundamental na construção dos conhecimentos, porque permite expor ideias, refletirem as opiniões dos colegas e colaborarem mutuamente (Carvalho, 2013).

Neste momento, admitido o grau 3 de liberdade (Carvalho, 2018), o problema é fornecido pelo professor e todas as demais etapas são funções dos estudantes, por meio da orientação/mediação do professor; e conforme os passos 1, 2 e 3 do quadro 1, de Gil Pérez (1988), no intuito de motivar os estudantes a resolverem o problema por meio de um estudo qualitativo, promovendo a elaboração e emissão de hipóteses. O problema foi entregue e lido junto à pesquisadora, que explicou a situação parte por parte, para ficar claro todos os questionamentos do problema, e pôr fim a mesma instruiu-lhes a responderem cada questão (i a iv) no diário de bordo.

Pelo vídeo gravado do momento em que foi apresentado o problema é perceptível o engajamento e motivação dos estudantes em formularem suas propostas de soluções para as

questões do problema. Isto pôde ser atestado pelas conversas do tipo “podemos fechar com a tampa, ou fazer...” ou a observação da linguagem não verbal, como os movimentos das mãos, dos grupos mais afastados da câmera, o que se confirma por meio da resposta escrita que todos os grupos apresentaram no diário de bordo. A figura 13 ilustra o momento em que os estudantes elaboraram as soluções iniciais para o problema, o que as configura como hipóteses para sua resolução.

Figura 13 - Momento da elaboração das hipóteses



Fonte: Acervo próprio (2024)

Após ser recolhido o diário de bordo com as hipóteses/ proposições de soluções para as questões do problema, de acordo com o passo 4, de Gil Pérez (1988), foi entregue um resumo sobre o conteúdo propriedades coligativas para leitura individual e posterior discussão do tempo por meio da aula expositiva, de forma a explicar sobre o conteúdo e assim contribuir com a criatividade dos estudantes para resolver o problema. A figura 14 mostra esse momento.

Figura 14 - Leitura do texto sobre as propriedades coligativas



Fonte: Acervo próprio (2023)

Na sequência foi lecionada uma aula expositiva sobre as propriedades coligativas, em que foi usado como recurso slides. Nota-se atenção e engajamento do estudante como pode ser visto pela imagem da figura 15. Durante a aula os estudantes não realizaram questionamentos, apenas prestaram atenção. Mas a pesquisadora realizou questionamentos para melhorar a participação, como por exemplo, perguntou-lhes o que era soluto não volátil, eles não souberam responder, o que demonstrou mais uma vez pouca compreensão do conteúdo. Diante disso a pesquisadora foi apresentando os conceitos das propriedades coligativas e foi aprofundando sobre o conteúdo.

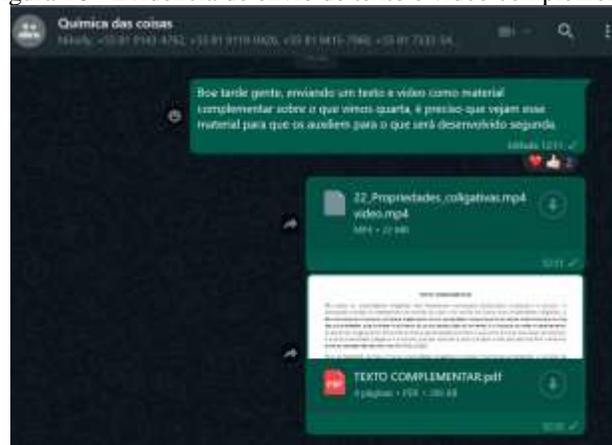
Figura 15 - Aula expositiva dialogada sobre as propriedades coligativas



Fonte: Acervo próprio (2023)

No fim da aula, conforme descrito na intervenção, foi enviado no grupo de whats ap da sala um vídeo e texto complementar, a fim de se aprofundarem no conteúdo, para estudarem em casa, e que se quisessem poderiam acessar sites ou livros para ajudá-los ainda mais na compreensão. A figura 16 evidencia o envio de material de apoio no grupo da sala.

Figura 16 - Evidência de envio de texto e vídeo complementar



Fonte: Acervo próprio (2023)

Na semana posterior, os grupos foram convidados a irem para o laboratório, no qual foi apresentado um conjunto de materiais (refrigerante, sal, gelo, beterraba e cenoura murchos, água, termômetro) que deveriam ser utilizados para que idealizassem experimentos para fundamentar, e testar suas hipóteses. Foram orientados a planejar o que dava para ser feito no laboratório, assim como se tivesse algum procedimento a ser realizado em casa, como no caso de quem falou de usar panela de pressão, fazer almoço ou colocar a água para ferver (pois no laboratório da escola não tem chapa ou manta de aquecimento). Foi solicitado que registrassem tudo que realizassem de forma escrita, e com imagens e gravação de áudio durante seus planejamentos procedimentais. Essa etapa de planejamento e execução atenderam aos passos 5, 6 e 7 do quadro 1, de Gil Pérez (1988), pois consistiu na reflexão e discussão, na análise dos resultados e decisão quanto a levar em consideração as diversas perspectivas que nasceram da investigação. Durante toda a execução, os estudantes permaneceram engajados e motivados pela proposta como pode ser visto pela figura 17.

Figura 17 - Orientações sobre o planejamento dos experimentos



Fonte: Acervo próprio (2023)

No intuito de alcançar os objetivos que uma atividade investigativa proporciona (com a mediação do professor), de forma a garantir a criação de condições para que os estudantes pensem e falem, exponham seus argumentos, leiam criticamente o que é exposto e consigam escrever com clareza as ideias que expõe (Carvalho, 2018), a pesquisadora visitou os grupos, fazendo questionamentos norteadores do tipo: “Como vocês acham que é possível verificar possibilidades que justifiquem as hipóteses que vocês levantaram? Como vocês pensam em fazer isso? Isso é realmente viável? Já pensaram se é possível fazer de outra forma e materiais? Com o que e como

vão comparar? Vocês vão colocar ao mesmo tempo os refrigerantes? Vai ter um controle? Como vão comparar?”.

As imagens (figura 18) são registros do momento do planejamento, no qual se observou uma discussão cooperativa entre os estudantes para definir como realizariam os experimentos que possibilitassem testar suas hipóteses. Isso era esperado, visto que Zômpero e Laburú (2011, pg. 68) mencionam que o ensino baseado na investigação “possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico”. Os áudios enviados pelos grupos comprovam esse planejamento, pois contém falas dos participantes discutindo suas propostas, dando sugestões, e contribuindo mutuamente até decidirem o que vão desenvolver para cada uma das questões dos problemas. Exemplos disso são os seguintes diálogos.

Professora: “Vai colocar gelo com o que? Lembrem de comparar... Sempre tem que ter um controle”

Estudante D “Um gelo com alguma coisa, sal com gelo, e o outro sem.
Sobre a cenoura ralaria uma, e deixava em quadrado ou no sal”

Estudante V: “Dois potinhos um coloca com sal, e o outro sem.”
Água para ferver um coloca sal ou não.”

Estudante X: “Sal e gelo”
“Se colocar sal vai murchar mais ainda”

Estudante H: “Mas coloca o sal só no gelo”

Figura 18 - Grupos planejando seus experimentos



Fonte: Acervo próprio (2023)

Após o planejamento, os grupos executaram os procedimentos que propuseram e anotaram suas observações. Esse momento de planejamento e de sua execução teve a duração de duas aulas de cinquenta minutos cada. Nos cinco minutos finais foi solicitado que preparassem a apresentação para aula seguinte, no intuito de atender ao passo 8, do quadro 1, de Gil Pérez (1988), de forma a sistematizar os conhecimentos advindos da resolução do problema.

As imagens da figura 19 estão associadas ao momento das apresentações dos estudantes em sala de aula. Nessa ocasião, a pesquisadora comentou e questionou sobre as conclusões que eles trouxeram, interagindo sempre, não só com os que se apresentavam, mas também com os que estavam assistindo, promovendo um repensar de suas conclusões, como por exemplo:

Pesquisadora: “Influenciou, foi mais rápido foi mais lento?”

Estudante I: Foi mais rápido

Pesquisadora: Sobre o refrigerante? Quem esfriou mais rápido?

Estudante H : O gelo com sal

Pesquisadora: Vocês acham que não ficou tão fresco com sal por quê? Que propriedade coligativa é essa?

Estudante C: A osmose, fluxo de água por meio da membrana.

Figura 19 - Apresentações



Fonte: Acervo próprio (2023)

Ao término das apresentações, o problema foi reapresentado e foi solicitado que elaborassem as respostas finais (no diário de bordo) para cada uma das questões do problema proposto.

Seguindo os critérios estabelecidos para análise da SEI, observando como se dá a aprendizagem atitudinal, abordado por Coll *et al* (1999), que essa se baseia em atitudes como curiosidade, rigor para realização de atividades e o respeito pela diversidade. Respeito esse que pode ser verificado, segundo Carvalho (2013), na parte escrita. quando os estudantes escrevem em terceira pessoa respeitando o trabalho em grupo. Dessa forma, todos os grupos demonstraram desempenho atitudinal SATISFATÓRIO, visto que seguiram as normas pré estabelecidas; conseguiram se colocar no lugar do outro; não mexeram em celulares e não interagiram com outros grupos durante a execução das atividades; engajaram-se e posicionaram-se; respeitaram a opinião do outro; foram receptivos a mudanças quando a pesquisadora questionou algo e repensaram o que pretendiam fazer, além de mostrarem-se motivados do início ao fim da atividade. Um ou outro estudante mostrou-se um pouco disperso em alguns momentos, porém não influenciou no engajamento do grupo.

4.3.2 Análise do Desempenho Procedimental

A figura 20 mostra alguns procedimentos experimentais desenvolvidos pelos estudantes.

Figura 20 - Execução dos procedimentos







Fonte: Acervo próprio (2023)

O quadro 10 apresenta os procedimentos e observações elaborados pelos grupos no diário de bordo.

Quadro 10 - Procedimentos elaborados pelos grupos de estudantes

GRUPO	PROCEDIMENTO	OBSERVAÇÕES
1	<p>“Adição de um soluto não volátil a água condicionados a uma elevação de temperatura para descobrir se entra em ebulição mais rápido.</p> <p>Adição de um soluto não volátil o gelo e em outro pote a não adição do mesmo, colocando uma garrafa de refrigerante para ver qual ela gela mais rápido.</p> <p>Acomodar os legumes desidratados em um recipiente com água em temperatura ambiente, e em outro pote com água bem gelada.”</p>	<p>“Experimento II:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Em 2:35s o gelo que contém sal atingiu -4°C . Em 2 min, estava 3°C no que tinha só gelo. . Em 10 minutos o refrigerante em si, tinha só gelo atingiu 17°C e o com sal atingiu 13°C. <p>Experimento III:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Deixamos 30 min em cada recipiente. . As legumes que estavam na água a temperatura ambiente (24°C) ficaram como se fossem frescas, bem “crocantes”. . Os legumes que estavam na água gelada (6°C), também ficaram como se fossem frescas, mas ficaram levemente murchas.”
2	<p>“Item I experimento: Cozinhar os alimentos em uma panela de pressão, comparar o tempo do cozimento com uma panela normal.</p> <p>Item II experimento: Colocar gelo, sal em uma caixa térmica e colocar os líquidos sobre o gelo.</p> <p>Item III experimento: cortar os alimentos em pequenos pedaços, retirar as cascas e colocar em sacos com gelo.”</p>	<p>“Item I experimento: Colocamos o frango pra cozinhar na panela de pressão durante 5 min. Após o cozimento, adicionamos o macarrão e demais ingredientes e deixamos cozinhar durante 2 min. Se comparado com uma panela normal demoraria cerca de 40 min.</p> <p>Item II experimento: Colocamos o refrigerante em um recipiente com gelo e sal e o outro refrigerante deixamos a temperatura ambiente, após 10 minutos notamos que o refrigerante que estava no recipiente com gelo e sal ficou com a temperatura a 9°C enquanto que o que estava a temperatura ambiente ficou a 18°C.</p> <p>Item III experimento: cortamos os alimentos, colocamos em um recipiente com gelo e outro sem gelo, esperamos 10 minutos e observamos</p>

		que no recipiente com gelo os alimentos ficaram mas conservados do que o sem gelo.”
3	<p>“Colocar as duas guaraná no gelo, uma sendo gelo com sal e a outra só o gelo, os legumes a gente cortou as partes murchas e colocou em um recipiente com água e a outra parte só gelo e água.</p> <p>(i) O refri com gelo normal a temperatura dele está 15 graus e o refri que está no gelo com sal está a 7 graus. Com 20 minutos no recipiente cada.</p> <p>(ii) Na cenoura com beterraba e um recipiente a gente colocou só com água e no outro recipiente colocamos água com gelo, sem sal nos dois e estão em perfeito estado. A com gelo e água ficou um pouco mole mais ainda dá pra consumir, a com gelo e água ficou um pouco mais dura e gelada em perfeito estado para consumi-la. Fizemos o macarrão com molho de tomate pronto e fritamos frango.</p> <p>(iii) Colocamos a água no fogo pra ferver sem sal e em seguida colocamos o sal quando água já estava fervendo assim aumentaria a fervura e adicionamos o macarrão, em outra panela colocamos o molho de tomate para ferver, depois que ferveu colocamos um pouco de sal e desligamos, novamente em outra panela colocamos o frango já temperado para fritar, ao total o almoço ficou pronto em 28 minutos”</p>	<p>“Nas bebidas observamos que o sal ao ser colocado no gelo ao redor das garrafas de refrigerante ele derrete um pouco o gelo, porém a bebida ficou mais gelada do que a outra que só tinha gelo.</p> <p>Nos legumes o recipiente que tinha só água ele ficou um pouco mole e no outro que tinha água e gelo ficou na mesma consistência boa que ele estava quando tiramos a parte murcha e ficou geladinho.</p> <p>Nas comidas vimos que ao colocar sal depois que a água já estava fervendo ela aumenta a fervura.”</p>
4	<p>“1- Cozinhar o frango e arroz juntos (canja).</p> <p>2- Refazer um freezer no béquer com gelo e gelo com sal.</p> <p>3- Verduras com gelo e sal para reutilizar.”</p>	<p>“1- No do refrigerante temos um erro com uma adição do sal após o início da pesquisa.</p> <p>2- Armazenamos o refrigerante num béquer envolto por gelo e sal, a partir das 10:45 e checamos em 25 minutos após. Inicialmente a temperatura do refrigerante estava em 25°C após o experimento a temperatura desceu para 15,3°C. Ou seja, reduziu aumentando assim o resfriamento do refrigerante.</p> <p>3- Cortamos as verduras em tiras e armazenamos elas no béquer com uma camada de gelo por baixo, as verduras, outra cama de gelo por cima e sal. Conservando assim, as verduras.”</p>
5	<p>“1- limitaria 15 minutos tanto para o gás tanto para a churrasqueira/carvão.</p> <p>2- 32 minutos em gelo com sal e sem o sal (refrigerantes).</p> <p>3- 15 minutos no gelo com sal e sem sal (legumes).”</p>	<p>“1- Foi limitado 15 minutos para cozinhar o arroz no fogão e na churrasqueira/carvão. Obtemos o seguinte resultado: no fogão não cozinhou bem, ficando ainda cru. Na churrasqueira/carvão não ficou bem cozinhado, mas serviria para consumo.</p> <p>2- Os 15 minutos separados para os refrigerantes, sabendo que fizemos dois exemplos.</p>

		<p>Obtivemos: no exemplo onde usamos gelo com sal tivermos uma temperatura de 16,7. O gelo sem o sal tem temperatura de 16,5.</p> <p>3- Os 15 minutos para os legumes. Obtivemos: Sem sal ficou com boa espessura. Com sal absorveu muita água. O gelo com sal acaba derretendo mais rápido; O gelo deveria estar na mesma quantidade; Temperatura do gelo sem sal 16,5 com o sal 16,7 (refrigerante) Com sal 3,6 e sem 6,5 (legumes)</p> <p>Concluimos que: Nem todas as nossas hipóteses deram certo como no exemplo o refrigerante não ficou tão gelado e nem o arroz ficou no ponto certo do cozimento.</p>
6	<p>“Vegetais: No dos vegetais a gente começou a descascar elas. E vimos que ela já estava um pouco fresca, então cortamos ela em fatias e colocamos dentro do béquer e fomos colocar ele em um ambiente fresco. Também comparamos como os vegetais iram ficar um no gelo e outro no fresco, assim poderemos ver qual ficará com a textura melhor.</p> <p>Líquido: Nós separamos dois béquer, um nós colocamos gelo e outro a gente colocou gelo com sal, depois colocamos o termômetro no gelo e deixei no gelo com sal, deu - 3.”</p>	<p>“Observamos que a cenoura do gelo está mais crocante e ta com uma consistência melhor, já a fresca estão muito borrachudas e não está com uma consistência boa. Também observamos que a beterraba no gelo está com uma textura muito boa. Já o fresco ela está muito borrachuda e está com uma consistência de murcha.</p> <p>Assim nós podemos observar que os vegetais no gelo ficam muito melhor do que em ar fresco.</p> <p>Então podemos observar que o gelo com sal está mais gelado. Chegamos à conclusão que o gelo com sal deixa o liquido muito mais gelado.”</p>

Fonte: Autora (2024)

Com base nos procedimentos relatados nas videograções, áudios e imagens, percebe-se que os grupos se utilizaram dos conhecimentos prévios. É preciso lembrar que a construção do conhecimento se dá pelas relações que o estudante estabelece com seus conhecimentos prévios produzindo significado para o novo conteúdo (Coll *et al*, 1999). O fato deles terem usado técnicas do dia a dia para executar o que propuseram demonstra que acessaram seus saberes prévios, usando-os, revisitando-os e os enriquecendo (Coll *et al*, 1999). Uma dessas técnicas usadas, por exemplo, foi empregada para resfriar os refrigerantes (fizeram camadas de gelo alternando com o refrigerante), sendo mencionado usar caixa térmica, usar panela de pressão para cozinhar mais rápido, fatiar ou ralar os legumes para aumentar a superfície de contato. Portanto, eles acessaram seus saberes pessoais para desenvolver suas propostas, ou seja, a mobilização de ter um problema que seja próximo à realidade deles, de fato os motivou e os engajou a fim de achar uma solução

para tais questões do problema. À medida que visitava os grupos, a professora ia questionando sobre com o que comparariam tal procedimento, e diante disso, alguns iam repensando seus métodos. Desse modo, foi evidenciada que a mediação durante o desenvolvimento dos procedimentos contribuiu positivamente para o planejamento de cada grupo. O grupo 2 por exemplo, ao analisar sobre o efeito do gelo com sal, resolveu comparar com água a temperatura ambiente, sendo identificado o uso de variáveis distintas para testar sua hipótese, mas um ponto positivo é que pensaram em comparar. Para esta situação, em específico, deveriam ter pensado em comparar só com gelo, ou então só água e água com sal.

De maneira geral, os estudantes atuaram como protagonistas. Alguns apresentaram dificuldades para se adaptar a contextos tais como em realizar comparações, por exemplo, comparou o refrigerante no gelo com sal com o refrigerante apenas em temperatura ambiente. Outros grupos, mesmo com a professora orientando que usassem aquilo que estava delimitado, um dos grupos não repensou a opção que deram de usar a panela de pressão e panela comum (grupo 2), e outro grupo comparou o cozimento no fogão e churrasqueira, para verificar qual seria mais rápido (grupo 5). Isso, são evidências da dificuldade em planejar e usar criticamente os recursos disponíveis e em buscar outros se preciso, o que é reflexo de um ensino por transmissão-recepção, no qual o estudante é sujeito passivo do processo. É interessante que se discuta posteriormente com os estudantes sobre essas dificuldades de forma a favorecer a autoconsciência. Ainda que alguns grupos tenham se distanciado da proposta, que era, naturalmente, se utilizar do soluto não volátil, foi interessante a reflexão de outras possibilidades para solucionar o problema. Contudo, vale ressaltar que essa fuga dos objetivos demonstra falta de atenção, visto que o trabalho era perceber a ação do soluto não volátil, e foram orientados a isso, pois esse momento ocorreu após a aula expositiva sobre o conteúdo em questão; se observamos mais profundamente esse é justamente o desafio em dialogar entre os níveis de conhecimento teórico e representacional. Segundo Mortimer *et al* (2000) ainda que o estudante não conheça o conteúdo científico ele o interpreta a partir de seus conhecimentos, frutos do senso comum. Portanto, é necessário que o estudante mantenha a tensão entre teoria e experimento, indo e voltando quantas vezes forem preciso, para que interpretem os fenômenos, sendo que alguns grupos não conseguiram realizar isso. Entretanto, os estudantes conseguiram trabalhar em colaboração com quase todos os participantes, pois apenas um ou outro ficou só observando, demonstrando assim pouca interação. Desse modo, podemos concluir que todos os grupos se enquadraram na classificação de desempenho procedimental como

PARCIALMENTE SATISFATÓRIO, já que a maioria dos procedimentos concebidos e testados se valeram da ideia principal de se utilizar do soluto não volátil, utilizando técnicas que conheciam para executar o que propuseram, descrevendo e fazendo relações, ainda que alguns não realizaram comparações. O que se aproxima do que Carvalho (2013) diz “aprendizagem procedimental é evidenciada quando relatam, por meio do texto e/ou do desenho, a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado”. Alguns membros dos grupos apresentaram dificuldades para se adaptarem a situações e contextos preparados pela mediadora.

4.3.3 Análise do Desempenho Conceitual

Quanto aos aspectos conceituais foram observadas as respostas iniciais (hipóteses) e finais ao problema segundo os critérios de análise estabelecidos baseado em Coll *et al* (1999). Nesta seção os quadros trazem as respostas inicial (hipóteses), final e esperada; e a classificação de aprendizagem para cada uma das questões do problema (i a iv)

O quadro 11, traz as respostas para a pergunta (i) Como preparar a comida rapidamente e o gás ser suficiente?

Quadro 11 - Respostas obtidas para a questão i

GRUPO	RESPOSTA INICIAL	RESPOSTA FINAL	RESPOSTA SATISFATÓRIA ESPERADA*	DESEMPENHO
1	“Tampar as panelas para obter um cozimento mais rápido ou utilizar panela de pressão em fogo baixo.”	“Adicionando sal à comida pois assim a água atingirá temperatura mais elevada e cozinhar o alimento mais rápido.”	A adição de soluto não volátil favorece o preparo mais rápido da comida, pois a temperatura de ebulição é mais alta, porque a pressão de vapor é menor, o que promove economia de gás.	PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
2	“Cozinhar os alimentos em uma panela de pressão.”	“Na solução I obtemos a solução mais eficaz, cozinhar na panela de pressão.”		INSATISFATÓRIO
3	“Colocar uma vasilha com água no fogo, colocar o macarrão dentro sem o sal, assim que a água ferver mais rápido e o macarrão fica pronto logo, assim que tirar ele do fogo coloca sal, no fogo novamente coloca uma vasilha com óleo e assa o frango, por final, corta a tomate,	“A gente botou duas panelas uma com sal e outra sem sal, a com sal demorou mais para cozinhar, e a sem sal cozinhou mais rápido, mais a com sal depois de cozinhada a temperatura fica mais alta e o cozimento do macarrão é mais rápido, porque a temperatura é mais alta.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO

	alface e cebola, assim temos um almoço rápido com o pouco gás que tinha.”			
4	“Arroz na panela de pressão, a galinha na panela de metal com tampa.”	“Cozimento do alimento após a água com sal atingir o ponto de ebulição, pois a temperatura irá superar a da água comum.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
5	“Usar a churrasqueira/carvão para cozinhar os alimentos.”	“Diante do problema que foi apresentado não conseguimos obter sucesso, a partir disso chegamos a conclusão que: ... usaria a churrasqueira/carvão...”		INSATISFATÓRIO
6	“Colocar o gás deitado no chão, assim renderia e dará para cozinhar.”	“Água com sal é o melhor para aumentar a temperatura.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO

* Baseada no critério de análise conceitual 3º linha – QUADRO 7

Fonte: Autora (2024)

Observa-se que o grupo 2 (quadro 11), que fez uso da panela de pressão, mesmo diante da aula expositiva e materiais apresentados, permaneceu com a ideia do uso da panela de pressão apenas. O mesmo ocorreu com o grupo 5, pois foi dito que era para usar o gás, porém continuaram com a ideia do carvão. Dessa forma, os grupos 2 e 5 foram classificados com aprendizagem insatisfatória.

Nas respostas dos grupos 1, 3, 4 e 6 foi citado o uso do sal para favorecer o cozimento mais rápido, e ainda mencionou que, embora demore mais a atingir a temperatura de ebulição, porém por ser uma temperatura mais alta, cozinha mais rápido. O que se pode concluir é que entenderam que o sal favorece o cozimento, mas não conseguiram transpor as observâncias dos fenômenos para as denominações científicas, sendo classificados como aprendizagem parcialmente satisfatória. Entretanto, no momento anterior da elaboração da resposta final ao problema, no momento da sistematização do conhecimento que aconteceu por meio de apresentações, o grupo 1 mencionou a propriedade coligativa ebulioscopia, porém na sua resposta final não a citaram, conforme transcrição da vídeo gravação da apresentação:

“Essa é uma propriedade chamada ebulioscopia, e aí ela ferveu mais rápido, porque com o sal vai aumentar a temperatura de ebulição aí ela vai ter que demorar mais um pouco mais de tempo para ferver e a sem sal não ela vai ferver mais rápido do que a com sal”

Pode-se supor que a novidade de terem que elaborar uma resposta final ao problema, fizeram com que esquecessem de falar cientificamente sobre as propriedades, mantiveram-se apenas nas conclusões de suas influências sem fazer uso de termos científicos.

Quanto a pergunta “(ii) Como resfriar os líquidos sem geladeira?” foram obtidas as seguintes respostas (Quadro 12).

Quadro 12 - Respostas obtidas para a questão ii

GRUPO	RESPOSTA INICIAL	RESPOSTA FINAL	RESPOSTA SATISFATÓRIA ESPERADA*	DESEMPENHO
1	“Caixa de isopor ou caixa térmica, sendo utilizada para refrigerar os líquidos com o gelo que restou na geladeira.”	“Colocando sal e gelo, o sal vai abaixar a temperatura e conseguir gelar mais rápido.”	A adição de soluto não volátil diminui a pressão de vapor, fazendo com que o ponto de congelamento seja menor, promovendo assim um resfriamento mais rápido dos líquidos.	PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
2	“Retirar o gelo do freezer e por na caixa térmica junto com sal e os líquidos dentro.”	“Obtemos um bom resultado pois os líquidos esfriaram.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
3	“No congelador ainda haverá gelo, então assim que for beber alguma bebida ainda dá para pegar o gelo do congelador e adicionar ao copo com bebida.”	“...e já com os refri, solucionamos que se colocar a garrafinha em um pote com gelo e sal, ele fica gelado mais rápido.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
4	“Armazenar os líquidos no congelador fechado com gelo em volta do recipiente.”	“Colocar o refrigerante em um recipiente com gelo e sal, pois o congelamento é mais rápido.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
5	“Colocar no congelador (refrigerante).”	“Refrigerante deixaria no gelo.”		INSATISFATÓRIO
6	“Colocar os líquidos dentro de uma caixa de isopor e gelo junto.”	“O gelo com sal é o que aumenta a velocidade de congelamento do líquido.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO

* Baseada no critério de análise conceitual 3º linha – QUADRO 7

Fonte: Autora (2024)

Somente o grupo 5 mencionou colocar o líquido apenas no gelo, demonstrando não entender a importância do soluto não volátil, sendo, portanto, classificado com aprendizagem conceitual insatisfatória. Já os grupos 1,2,3,4 e 6 mencionaram gelo e sal como alternativa ideal para resfriar o líquido, mas nenhum associou ao nome da propriedade coligativa, a crioscopia, nem na parte escrita nem na apresentação. Só mencionaram que a presença do sal deu melhores resultados, portanto foram classificados com aprendizagem parcialmente satisfatória. O grupo 4 relatou dois erros na execução, um porque o refrigerante não estava encostado no gelo, e sim na parede do béquer; e o outro porque o sal foi adicionado tempo depois do início da execução. Deste

modo, percebe-se que o grupo refletiu seus atos, evidenciando que desenvolveram habilidades como a capacidade de observar, analisar, perceber, inferir, aprimorar o raciocínio, concluir e argumentar (Zômpero e Laburú, 2017).

Quanto a pergunta “(iii) Como deixar as cenouras e beterrabas como frescas?” foram obtidas as seguintes respostas (Quadro 13).

Quadro 13 - Respostas obtidas para a questão iii

GRUPO	RESPOSTA INICIAL	RESPOSTA FINAL	RESPOSTA SATISFATÓRIA ESPERADA*	DESEMPENHO
1	“Colocar a beterraba e cenoura em água fria para hidratar.”	“Deixando-as em repouso na água em temperatura ambiente.”	A osmose favorece ao aspecto fresco dos legumes, pois consiste no fluxo de solvente do meio hipo para o hiper, o que acontece mais rapidamente se em temperatura ambiente e pela maior superfície de contato.	PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
2	“Colocar no sal.”	“Na solução III não obtivemos sucesso pois o correto seria colocar as verduras em água com temperatura ambiente.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
3	“Substituir a beterraba e cenoura por tomate, cebola, alface. E pra deixar a beterraba e cenoura fresca, cortar a parte murcha de ambos e coloca no congelador que ainda vai estar frio.”	Não respondeu nada sobre isso.		INSATISFATÓRIO
4	“As verduras colocamos na geladeira com sal depois de cortamos elas.”	“Legumes em um recipiente com água.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
5	“Ralaria/cortaria/colocaria no congelador (legumes).”	“Deve-se cortar os legumes e colocar em um recipiente com água em temperatura ambiente.”		PARCIALMENTE SATISFATÓRIO
6	“Colocar dentro de um recipiente com água e deixar por uns minutos e depois tirar.”	“Os legumes no gelo apresentaram ter melhor textura e consistência.”		INSATISFATÓRIO

* Baseada no critério de análise conceitual 3º linha – QUADRO 7

Fonte: Autora (2024)

Foi observado que o grupo 1 só cita colocar em água os vegetais e manteve assim após a aula. O grupo 2, inicialmente fala em adicionar sal, mas no fim concluiu que só em água a temperatura ambiente. O grupo 3 não deu resposta final, só a inicial e na sua apresentação fala em colocar no congelador; porém pelo vídeo foi extraído o seguinte comentário sobre solução da beterraba e cenoura “A com água normal ficou meio mole, textura ruim, a com gelo ficou fresca, ficou boa.” O grupo 4 também mudou sua ideia inicial e concluiu que só em água. O grupo 5 sugeriu colocar no congelador, mas como resposta final que só em água. O grupo 6 que inicialmente sugeriu só em água, achou que no gelo apresentou melhor consistência, provavelmente confundiu a solidificação do legume na presença do gelo, com sua consistência na temperatura ambiente. Contudo, nota-se que apresentaram maior dificuldade na observação e conclusão dos procedimentos realizados sobre a osmose. Mas na apresentação do grupo 4, quando a pesquisadora questiona sobre qual propriedade eles estavam falando, que explica por que após um tempo na água, os legumes ficaram como frescos, todos juntos responderam osmose. Percebe-se que se expressaram melhor na forma oral do que na forma escrita, além da dificuldade na transposição da forma oral para a escrita. Ao refletir sobre os comentários dos grupos 3 e 6, conclui-se que apresentaram aprendizagem insatisfatória, enquanto os demais parcialmente satisfatória, posto que não se utilizarem da linguagem química.

Sobre a dificuldade percebida em transpor da forma oral para a forma escrita apresentamos uma breve reflexão sobre o que Vigotski fala sobre os tipos de linguagem. Vigotski (2001) distingue a linguagem falada da linguagem escrita tanto pela sua estrutura quanto pela sua função. Para Vigotski (2001) o principal obstáculo da linguagem escrita é a sua qualidade abstrata, pois ela é um discurso sem interlocutor, que precisa ter uma sequência com sentido. Ou seja, ela tem que explicar claramente para ser compreendida, necessita da tomada de consciência do que está sendo escrito, ela é fruto do discurso interior (Vigotski, 2001). Enquanto que a linguagem falada é feita de pensamentos e imagens, com características musicais, entoação, expressivas preocupadas em apenas responder o que se pergunta concomitante ao que está sendo desenvolvido; ou seja, ela é anterior ao discurso interior (Vigotski, 2001). Portanto, escrever exige muito mais do estudante. Segundo Vigotski (2001): “A discrepância é causada pela proficiência da criança nas atividades espontâneas, inconscientes e na sua falta de qualidades para a atividade abstrata, deliberada.”

No Quadro 14, encontra-se os dados obtidos em relação a pergunta “iv) Como o conhecimento químico pode auxiliar nestas questões?”

Quadro 14 - Respostas obtidas para a questão iv

GRUPO	RESPOSTA INICIAL/ HIPÓTESE	RESPOSTA FINAL	RESPOSTA SATISFATÓRIA ESPERADA*
1	“Possibilitando maior conhecimento químico sobre as coisas ao nosso redor.”	“Economizar gás ao cozinhar os alimentos esfriando mais rápido a comida.”	Que conhecer conceitos químicos podem auxiliar na resolução de situações do dia a dia favorecendo economia e praticidade.
2	“Através das reações causadas em cada situação.”	-	
3	“Ao não colocar o sal na água, a água demorar a pegar fervura forte, por isso se não colocar sal na água fervendo a água pegará fervura rápido.”	-	
4	“No item 1 usamos a pressão... no item 2 colocaríamos os refrescos dentro do congelador... No item 3 pensamos em cortar a cenoura... por gelo e sal...”	-	
5	“Não sabemos onde a química se encontra.”	-	
6	“Pode auxiliar nesses conhecimentos, nessas situações e desenvolver técnicas de conservar e hidratar os alimentos para não ficar tudo perdido.”	“É o gás com o registro com pouca passada de ar economiza muito mais gás.”	

* Baseada no critério de análise conceitual 3ª linha - QUADRO 7

Fonte: Autora (2024)

Todos os grupos apresentaram resposta inicial, e dessas apenas o grupo 5 menciona que não sabe onde a química se encontra. O que mostra que muitas vezes o conteúdo é trabalhado desconectado com o cotidiano dos estudantes. Para superar essa dissociação do conteúdo químico do mundo é preciso usar a contextualização, mostrando a interação do conceito com o mundo, a partir de sua inserção e funcionamento (Machado, 2004). O grupo 4 não entendeu a questão e repetiu os procedimentos que pensaram para as questões anteriores. Apenas os grupos 1 e 6 apresentaram resposta final para essa questão, citando economia de gás. É notória a falta de atenção dos demais grupos ao responderem essa última questão. Mas aqueles que responderam perceberam que o conhecimento químico pode ajudar economizando.

Diante das análises é possível relatar limites e potencialidades favorecidas pela implementação da SEI. Como limites, destacamos a conversa dentro de alguns grupos, que impede a escuta dos comandos fornecidos, o que justifica o fato da última questão do problema ter sido esquecida de ser respondida. Outro limite a se mencionar é sobre a transposição do fenômeno

observável para texto escrito usando termos científicos, sendo observada a dificuldade em conectar o que observaram com o conteúdo que havia sido explanado anteriormente à proposição de seus procedimentos, execução, análise e conclusão. Isto se dá, provavelmente, porque não costumam participar de aulas nesse formato investigativo, provavelmente como consequência da formação inicial dos professores. Isto posto, faz-se necessário destacar que todas as áreas das ciências podem trabalhar com atividades investigativas, que faça uso ou não do laboratório, adotando abordagens questionadoras, que contenham problemas próximos à realidade do estudante, para os motivar e os engajar, assumindo papel intelectual e central no ensino aprendizagem, pois são esses pontos que diferenciam o ensino investigativo do tradicional (Zômpero e Laburú, 2011). Com efeito, o professor deve ser submetido a formações que trabalhem nessa perspectiva para que tenha condições de trazer para as suas aulas a pegada investigativa. Como potencialidades, podemos destacar a promoção de discussões de forma cooperativa e reflexiva, nas quais os estudantes mostraram-se envolvidos e motivados a resolverem o problema, além de apresentarem e discutirem suas ideias, com postura protagonista, desde a reflexão até a conclusão dos procedimentos. No trecho do trabalho de Wartha e Lemos (2016) podem ser conhecidos os fatores que influenciam positivamente as atividades investigativas e, do mesmo modo, os fatores que dificultam (os limites):

Na perspectiva em que foram realizadas as reflexões sobre os fundamentos teóricos e pedagógicos da abordagem investigativa é possível apresentar fatores que influenciam a realização de atividades de investigativas (possibilidades) e fatores que dificultam (limites). Como possibilidades, podemos apresentar, por exemplo, a possibilidade de proporcionar momentos de discussões, de ajudar os estudantes a relacionarem o conceito com o contexto dentro e fora da escola e, o mais importante, de participação intelectualmente ativa na atividade. Como limites da abordagem investigativa podemos colocar três fatores: professor, materiais e estudantes. Mas, se for sintetizar podemos chegar que todas as limitações passam pelo processo de formação de professores de ciências, das concepções de ciências, da natureza da ciência e de concepções de ensino e aprendizagem. De certa forma o processo de formação de professores se apresenta como o principal fator limitante visto que, mesmo em escolas que tem laboratório de ciências bem equipados, são pouco ou quase nunca utilizados (Wartha e Lemos, 2016).

Nesse trecho do trabalho de Wartha e Lemos (2016), percebe-se a coincidência de fatores que limitam, e também as possibilidades que essa abordagem proporciona aos estudantes. Isto posto, conclui-se por meio das análises realizadas que de fato esse tipo de abordagem abre um leque de possibilidades para o estudante, que são refletidas pelas conquistas formativas, tal qual a

postura protagonista, o ser construtor do próprio conhecimento, que suscita que o estudante tenha postura, autonomia, criticidade, colaboração, reflexão e pensamento coletivo.

É importante mencionar que os resultados deste estudo foram apresentados como pôster durante a 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química RASBQ, Apêndice H, que ocorreu no período de 22 a 25 de maio 2024; e também como apresentação oral no II Workshop do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Apêndice H, como parte das atividades da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, em 22 de maio de 2024.

CÁPITULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar os limites e potencialidades de uma sequência de ensino investigativa para a abordagem das propriedades coligativas das soluções com estudantes do 2º ano do ensino médio.

A fim de atender ao objetivo um desse estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico dos últimos cinco anos, que permitiu mapear características relacionadas a abordagem do ensino por investigação no ensino de química. O levantamento mostrou que a maior parte dos trabalhos foi realizado em ambiente escolar e se concentraram em propor e aplicar propostas investigativas. Quanto ao aspecto metodológico a maioria foi de cunho qualitativo com uso de vários meios de coleta de dados e realizados principalmente com estudantes do ensino médio, e pouquíssimos tiveram como público alvo as graduações, embora entendamos esse público deveria ser priorizado, já que essa é a base de formação do futuro professor. A grande maioria dos artigos, usou mais de um recurso didático conjuntamente com a experimentação, e em relação aos objetos de conhecimento, a maior parte foi relacionado a química inorgânica e orgânica, com carência notável da área físico química. Quanto às características principais da abordagem do ensino por investigação, foi verificado a aplicação de textos ou vídeos para contextualizar, antes ou após o levantamento dos conhecimentos prévios. Após essa etapa é apresentado um problema ou situação problema para elaboração de hipóteses e trabalho investigativo e, por fim, discutem e comunicam seus resultados.

O aspecto atitudinal foi analisado por meio de fotografias, anotações, gravações de áudios e vídeos que demonstraram que a aprendizagem foi satisfatória. De fato, a atividade investigativa proporcionou o protagonismo dos estudantes, o qual foi evidenciado pelo engajamento na realização da proposta da SEI, em que agiram de forma autônoma, reflexiva e cooperativa, admitindo postura intelectual. Isto confirma as características que esse tipo de atividade possibilita, como indicadas por Zômpero e Laburú (2011).

Quanto ao aspecto procedimental, as análises dos procedimentos elaborados e as observações, permitiram classificar a aprendizagem como parcialmente satisfatória, pois todos se utilizaram dos conhecimentos prévios, como técnicas que usam no dia a dia para testar o que se propuseram, sendo que alguns grupos tiveram dificuldades na execução de seus procedimentos, principalmente na parte de realizar comparações, pois compararam variáveis distintas, não souberam isolá-las bem. Embora tenham atuado como protagonistas, alguns apresentaram

dificuldade para se adaptar a situações e contextos. Alguns estudantes se utilizaram da criatividade para a elaboração procedimental e outros não, assim como a maior parte apresentaram dificuldade na redação da escrita do que fizeram, enquanto falando expressavam-se melhor.

Os resultados da análise da aprendizagem conceitual, realizada por meio de rubricas, demonstraram respostas “insatisfatórias” para o questionário de levantamento dos conhecimentos prévios para a maioria dos estudantes (87,6%). Após a intervenção (aplicação da SEI), as respostas insatisfatórias caíram para um terço de seu valor inicial, 27,8%. Já as respostas “parcialmente satisfatórias”, que apresentaram apenas 11,9% no levantamento dos conhecimentos prévios, apresentou um aumento expressivo, de cerca de seis vezes o seu valor, alcançando um patamar de 72,2% após a intervenção. Os ganhos na aprendizagem conceitual foram evidenciados quando a maioria dos grupos conseguiu compreender a importância do soluto não volátil, associado à questão i, ii e iii do problema. Nesse aspecto, a maior dificuldade dos estudantes foi escrever as respostas usando termos científicos, que se usados apropriadamente, as classificariam como “satisfatórias”. Apenas um estudante (0,5%), em uma das seis perguntas contidas no questionário de levantamento dos conhecimentos prévios, mencionou a propriedade crioscopia, mas não usou os termos científicos nas demais perguntas; e nem mesmo após a intervenção, o grupo em que o aluno participava, não mencionou o referido termo. Contudo é notável o ganho de aprendizagem conceitual por meio da proposta, evidenciado pela porcentagem de respostas parcialmente satisfatória que aumentaram consideravelmente após a intervenção em relação as respostas do questionário prévio.

Posto isto, por meio do caminho percorrido para a construção, execução e resultados da análise desse estudo foi verificada as potencialidades dessa abordagem de ensino, que possibilitou o protagonismo do estudante, sem esquecer da importância do professor como orientador e mediador nesse processo. Isso pode ser atestado pelos referenciais teóricos mencionados na fundamentação desse estudo. Todos apontam que quando submetidos a atividades de cunho investigativo, os estudantes que engajam, assumem papel intelectual e ativo, conseguem ir além dos conteúdos conceituais, alcançando aprendizagem atitudinal e procedimental, que são indispensáveis na formação do estudante como pessoa cidadã, membro de uma sociedade.

Além disso, essa pesquisa contribuiu para compreender que as atividades que se utilizam da abordagem investigativa, como a SEI elaborada e aplicada, de fato possibilitam ao estudante o desenvolvimento de habilidades que espera-se que a educação científica promova. Por outro lado,

o produto educacional validado por meio dessa pesquisa poderá auxiliar professores na aplicação de atividades de cunho investigativo, pois é de fácil adaptação e reprodutibilidade, indispensável para repensar as formas de ensinar, a fim de obter aprendizagem satisfatória no ensino de conteúdos, procedimentos e atitudes, uma vez que o ensino tradicional sozinho não tem conseguido atender a essas demandas. O produto educacional elaborado encontra-se no apêndice I e no seguinte link <https://encurtador.com.br/OQsJS> (https://www.canva.com/design/DAGG7pL01xU/6OZtPkkxqEwDQqjWNTtJcxw/edit?utm_content=DAGG7pL01xU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton).

Como perspectiva, seria interessante investigar “o porquê” dos estudantes não mencionarem os termos científicos, na elaboração final das respostas. Para tanto, reaplicar a proposta em outras turmas a fim de verificar se o mesmo se repetiria e pensar em adequações necessárias. Ademais elaborar artigos científicos como produtos da pesquisa a fim de divulgar os conhecimentos científicos alcançados por meio desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. G.; BROIETTI, F. C. D. Explorando o pensamento químico de licenciandos em aulas experimentais remotas. **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 1, p. 69-84, 2023.
- ALVES, C.L.; FILHO, J.R.F; FREITAS, K.C.S.; FREITAS, J.R. Elaboração e avaliação de mapas conceituais como estratégia de ensino no estudo das propriedades coligativas das soluções. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.2. 2020.
- AQUINO, K. A. S.; QUEIROZ, G. k.; AQUINO, F. S. Utilização do Modelo de Debate Crítico como Estratégia para a Construção do Conhecimento Químico na Perspectiva de uma Aprendizagem Significativa Crítica. **Química Nova na Escola**, vol. 43, nº1, p. 119-128, 2021.
- ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.
- AZEVEDO, L. E. S.; MARCELINO, V. S.; MACHADO, C. B. H. Sequências de ensino investigativas: um desafio na formação inicial de professores de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 7, p. 360-378, 2020.
- BARROS, H.L.C; MAGALHAES, W.F. Efeito Crioscópico: Experimentos Simples e Aspectos Atômico-Moleculares. **Química Nova na Escola**. v. 35, n 1, p. 41-47, 2013.
- BERTOLIN, R. V.; GOMES, C. J. C. Crime na mansão: uma oficina investigativa no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 100-118, 2019.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, n.3, p.291-313, 2002.
- BORGES, Maria Teresa Mendes Ribeiro. Propriedades coligativas. Livre Saber - Repositório Digital de Materiais Didáticos - SEaD-UFSCar, 2012. Disponível em <http://livresaber.sead.ufscar.br/handle/123456789/1016>, acessado em 08 de maio de 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BROWN, T. L.; JR, H. E. L.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R.. **Química: a ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016. 1216 p.
- CACHAPUZ, A. F., PRAIA, J. e JORGE, M. Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências (Temas de Investigação, 26), Ministério da Educação, Lisboa, 2002.
- CACHAPUZ, António; PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; MARTÍNEZ TERRADES, Isabel A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 01, p. 155-195, Universidade do Minho Braga, Portugal, 2001.
- CAMPOS, Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de Ciências: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: Editora FTD S. A, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). O ensino de ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula. 2º reimp. da 1º ed. 2013. Cengage learning, São Paulo, 2013. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4300055/mod_resource/content/1/O%20ensino%20de%20ciencias%20e%20a%20proposicao%20de%20sequencias.pdf.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3., 765-794, 2018.

CASTRO, M.C.; SIRAQUE, M.; ALVES, E. S.; SAQUETI, B.H.F.; RAMOS, L.W.C. Química na cozinha uma sequência didática para o ensino de propriedades coligativas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e335101422120, 2021.

CAVALCANTE, B. P.; TEIXEIRA, A. M. S.; MARCELO, L. R. O desastre de mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, 2019.

CAVALCANTE, K. S. B.; SOUSA, F. R. S.; MONTEIRO, J. P. D.; SOUZA, J. P. P.; NASCIMENTO, A. W. V.; AGUIAR, A. S. S.; FONSECA, A. S. Investigação Criminal e Química Forense: espaço não formal de aprendizagem investigativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 129-135, 2020.

COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURIT, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I; ZABALA, A. O construtivismo na sala de aula. Série fundamentos. Ed. Ática, 6ªed, 1999.

CUNHA, M. B.; VOGT, C.G. A fotografia em atividade experimental investigativa de química. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, p. 65-75, 2022.

DIAS, M. S.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Uma meta-análise qualitativa das pesquisas sobre ensino de radioatividade no Brasil. **Revista Dynamis**, v. 29, n. 2, p. 192-209, 2023.

FERNANDES, L. S.; SILVA, A. R. A. Tintura de Iodo como Potencial Reagente para a Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 406-10, 2021.

FERREIRA, U. V. S.; AVELINO, A. C. S. Sequência de ensino por investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 304-322, 2023.

FLORENTINO, C. P. A.; JUNIOR, P. M. Adulteração do leite: uma proposta investigativa vivenciada por um grupo de estudantes surdos na perspectiva bilíngue. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, 2020.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. La Didáctica de las Ciencias: una disciplina emergente y un campo específico de investigación. **Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias**, Marfil, Alcoy, 2000.

GIL-PÉREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquín Martínez; SENENT PÉREZ, F. El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 2, p. 131-146. 1988.

GOMES, A. L.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, J. B. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 499-519, 2020.

INCOTE, S. C.; GRANZOTI, C. C.; PAULETTI, F.; MALHEIRO, J. M. S. O arco-íris no copo: aprendendo soluções por meio do ensino por investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 376-388, 2023.

JESUS, W. O.; BARBOSA, M. L. O.; MOREIRA, D. A. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: contribuições de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem de Cinética Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 383-395, 2022.

LEAL, R. R.; SCHETINGER, M. R. C.; PEDROSO, G. B. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 6, p. 142-162, 2019.

LIMA, L.S. Propriedades coligativas, **Rev. Ciência Elem.**, v.2(01):023. doi.org/10.24927/rce2014.02, 2014.

LOBATO, A. S.; HARB, M. P. A. A.; LINO, A. D. P.; FAVERO, E. L.; SILVA, H. A. N. Aplicando rubrica para avaliar qualitativamente o estudante no labsql. In: **Conferencia Latinoamericana de Informática-CLEI**, p. 1-10, 2008.

LÜDKE, M. O trabalho com projetos e a avaliação na educação básica. In: ESTEBAN, M.T.; HOFFMANN, J.; SILVA, J.F. (orgs) **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas: em diferentes áreas do currículo**. Ed. Mediação. 11ª ed. Porto Alegre-RS, p. 79-93, 2018.

MACHADO, A. H. Livro Aula de química: discurso e conhecimento. Ed. Unijuí, 3ª ed, 2004.

MACHADO, V. F. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de Física**. 2012. 126 p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MELO, L. G.; MORAIS, L.C.; LIBÓRIO, A. A. T.; LIMA, R. F. X.; CAGLIARI, J. V.; PASQUINI, D. Associação de resistores elétricos artesanais como proposta experimental investigativa interdisciplinar para ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 448-467, 2020.

MONTANINI, S.M.P.; MIRANDA, S.C.; CARVALHO, P.S. O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)** v.7, n.2, p.288-304, 2018.

MONTEIRO, P. C.; FILHO, O. S.; RODRIGUES, M. A. Atividades investigativas: um estudo vivenciado por licenciandos em Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 1, p. 1-19, 2023.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta e ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos. **Química**

Nova, 23(2), p. 273 – 283, 2000.

MOURA, K. F. A.; DURÃES, J. A. S.; SILVA, F. C. Investigação no Ensino Médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 582-592, 2019.

OLIVEIRA, F. S.; CRUZ, M. C. P.; TOURINHO E SILVA, A. C. Desenvolvimento da argumentação em uma sequência de ensino investigativa sobre termoeletrônica. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 186-201, 2020.

PASQUALINI, Elaine; FERRARI, Sidney Carlos; PRADO, Rosemeiry Castro. Avaliação por pares com o uso de rubricas no ensino superior. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 14, n. 2, p. 18-26, 2021.

PIMENTEL, L. Q.; ANDRADE, T. S.; SILVA, E. L. Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 34-350, 2022.

PORLÁN, A. R.; RIVERO, A.; POZO, R. M. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos e conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 271-288, 1998.

PRESTES, Z. **Quando não é quase a mesma coisa: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil**. Autores Associados, 2 ed. 2020.

RECHOTNEK, F.; PRICINOTTO, G. A fermentação alcoólica em uma atividade experimental investigativa para o ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 509-524, 2021.

RIBEIRO, Daniel das Chagas de Azevedo; PASSOS, Camila Greff, e SALGADO, Tania Denise Miskinis. A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: AS CARACTERÍSTICAS DE UM PROBLEMA EFICAZ. **Rev. Ensaio**, v.22, e24006, p. 1-21, 2020.

ROCHA, Carlos José Trindade da e MALHEIRO, João Manoel da Silva. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 29, p. 193-207, 2018.

SANTOS, F.; SILVA, A. C. T. Argumentação e outras práticas epistêmicas em uma sequência de ensino investigativa envolvendo química forense. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 2, p. 205-223, 2021.

SANTOS, J.T.M.; WARTHA, E.L.; SILVA, E.L.; SARMENTO, V.H.V.. Propriedades coligativas: aproximações e distanciamentos em relação ao conhecimento de referência presentes em livros didáticos de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática** v.3, n.1, 2013.

SANTOS, P. M. L.; SILVA, C. M. A.; SIQUEIRA, C. T.; ALVES, D. F.; ALVES N. M. C. C. E.; GUERRA, A. C. O. O potencial dos espaços naturais para o ensino de química: uma proposta de

experimentação com abordagem interdisciplinar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 533-548, 2020.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n.1, p.7-27, Recife, 2017.

SILVA, J. H. P.; LOCATELLI, S. W.; MARCONDES, M. E. R. Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol). **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 367-372, 2022.

SILVA, M.S.B; SILVA, D.M.; KASSEBOEHMER, A.C. Atividade investigativa teórico-prática de química para estimular práticas científicas. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, p. 360-368, 2019.

SOLINO, A. P. **Potenciais problemas significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paul, 2017.

SOUZA, E. L. E o elétron? É onda ou é partícula? **Uma proposta para promover a ocorrência da alfabetização científica de física moderna e contemporânea em alunos do ensino médio**. 2013. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini Teixeira; NETO, Jorge Megid. **Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva**. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

TOMA, Henrique E. **Energia, Estados e Transformações Químicas**. Coleção de Química Conceitual, v.2, p.34-39, São Paulo: Blucher, 2013.

VERISSIMO, V.B.; CAMPOS, A.F. Abordagem das propriedades coligativas das soluções numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 3, 2011.

VERÍSSIMO, Valéria Barbosa; CAMPOS, Angela Fernandes. Concepções dos estudantes sobre as propriedades coligativas das soluções. **Revista Dynamis**, v. 21, n. 2, p. 41-52, 2015.

VERÍSSIMO, V.B. **Situação-problema como estratégia didática para o ensino de propriedades coligativas**. 2010. 173p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2010.

VIDRIK, E. C. F.; ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. As contribuições de uma sequência didática com enfoque investigativo para o ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 488-498, 2020.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. Pensamento e linguagem. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores (www.jahr.org). Disponível em <https://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>, acesso em 27 de Julho de 2024. 2001.

WARTHA, Edson José; LEMOS, Marcos Mendonça. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 24, p. 5-13, 2016.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; GONÇALVES, Carlos Eduardo de Souza; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 419-436, 2017.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, v.13, n.03, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS E RESPONSÁVEIS



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI)**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS E RESPONSÁVEIS

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa: **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**. Esta pesquisa é de responsabilidade da pesquisadora Laís Araújo de Almeida, residente na Rua Sítio Lagoa do Sapo, nº 23 – CEP: 55715-000, Feira Nova – PE, fone (81) 99759-4887 e e-mail laislsa20@gmail.com. Que está sob a orientação de Ivoneide de Carvalho Lopes Barros, fone (81) 98101-2801 e e-mail iclbarros@gmail.com; e coorientação de Ângela Fernandes Campos, fone (81) 98719-0812 e e-mail afernandescampos@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois decidir que seu filho/a participe

é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa tem por objetivo propor e avaliar um produto educacional constituído por uma sequência de atividades fundamentadas no ensino por investigação para abordagem das propriedades coligativas das soluções voltada para estudantes do 2º ano do Ensino Médio. A coleta de dados para análise da proposta desta pesquisa consistirá das video gravações e fotografias, questionários, registros escritos no diário de bordo, e as respostas inicial e final ao problema. De forma resumida a intervenção consistirá no levantamento dos conhecimentos prévios; apresentação do problema a ser solucionado; aula expositiva dialogada; elaboração de hipóteses; planejamento, elaboração e execução de um procedimento experimental por parte dos estudantes; e por fim montarão uma apresentação de como desenvolveram suas atividades e a que conclusões chegaram, após a apresentação deverão construir a resposta final para o problema.

Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A pesquisa será realizada no segundo semestre de 2023 entre os meses de julho e agosto, com um total de 5 encontros de 50 min.

RISCOS diretos para o voluntário: Alguns materiais que serão disponibilizados para a realização das atividades não colocam em risco a saúde e a integridade do participante, pois são de uso cotidiano. Como a pesquisa fará uso de registro audiovisuais e questionários os participantes estarão sujeitos a desconfortos em relação a privacidade e a constrangimentos para responder as questões submetidas. Portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Desde o primeiro momento até o final da intervenção, o participante tem total liberdade em não querer participar de qualquer momento das etapas da intervenção. O armazenamento dos dados no notebook podem

apresentar o risco de serem hackeado, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma serão preservados e respeitados as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: O participante será beneficiado com o desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas com a experimentação investigativa como criticidade e autonomia, e que possam compreender que os conceitos estudados não são apenas conteúdos, mas que fazem parte do seu dia-a-dia, e que podem aplicá-los em situações do cotidiano. É garantido aos participantes o acesso aos resultados desta pesquisa, assim como a discussão/avaliação da metodologia aplicada. A presente pesquisa contribuirá com o ensino de química.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo de 05 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Assinatura da pesquisadora

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____,
 CPF _____, responsável por
 _____, abaixo

assino autorizando a sua participação como voluntário (a) na pesquisa **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Feira Nova – PE, ___/___/_____.

 Assinatura do(a) responsável

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar.

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES
DE 7 A 18 ANOS)



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI)**

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)**

Convidamos você, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a), da pesquisa **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.**

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA, residente no Sítio Lagoa do sapo, nº 23, centro, Feira Nova – PE, CEP: 55715-000, contato pelo (81) 99759-4887 e e-mail laislsa20@gmail.com. Também participam desta pesquisa como orientadora a prof.^a. IVONEIDE DE CARVALHO LOPES, contato (81) 98101-2801, e-mail: ivoneide.lobes@ufrpe.br e como coorientadora a prof.^a. ÂNGELA FERNANDES CAMPOS, contato (81) 98719-0812 e e-mail afernandescampos@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa tem por objetivo propor e avaliar um produto educacional

constituído por uma sequência de atividades fundamentadas no ensino por investigação para abordagem das propriedades coligativas das soluções voltada para estudantes do 2º ano do Ensino Médio. A coleta de dados para análise da proposta desta pesquisa consistirá das video gravações e fotografias, questionários, registros escritos no diário de bordo, e as respostas inicial e final ao problema. De forma resumida a intervenção consistirá no levantamento dos conhecimentos prévios; apresentação do problema a ser solucionado; aula expositiva dialogada; elaboração de hipóteses; planejamento, elaboração e execução de um procedimento experimental por parte dos estudantes; e por fim montarão uma apresentação de como desenvolveram suas atividades e a que conclusões chegaram, após a apresentação deverão construir a resposta final para o problema.

Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A pesquisa será realizada no segundo semestre de 2023 entre os meses de julho e agosto, com um total de 5 encontros de 50 min.

RISCOS diretos para o voluntário: Alguns materiais que serão disponibilizados para a realização das atividades não colocam em risco a saúde e a integridade do participante, pois são de uso cotidiano. Como a pesquisa fará uso de registro audiovisuais e questionários os participantes estarão sujeitos a desconfortos em relação a privacidade e a constrangimentos para responder as questões submetidas. Portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Desde o primeiro momento até o final da intervenção, o participante tem total liberdade em não querer participar de qualquer momento das etapas da intervenção. O armazenamento dos dados no notebook podem apresentar o risco de serem hackeado, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma serão preservados e respeitados as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: O participante será beneficiado com o desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas com a experimentação investigativa como criticidade e autonomia, e que possam compreender que os conceitos estudados não são apenas conteúdos, mas que fazem parte do seu dia-a-dia, e que podem aplicá-los em situações do cotidiano. É garantido aos participantes o acesso aos resultados desta pesquisa, assim como a discussão/avaliação da metodologia aplicada. A presente pesquisa contribuirá com o ensino de química.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo de 05 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Assinatura da pesquisadora

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____,
 CPF _____, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar da pesquisa **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES**

COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Feira Nova – PE, ___/___/_____.

Assinatura do(a) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI)**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA
MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS**

Convidamos você para participar como voluntário (a) da pesquisa **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.**

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA, residente no Sítio Lagoa do sapo, n° 23, centro, Feira Nova – PE, CEP: 55715-000, contato pelo (81) 99759-4887 e e-mail laislsa20@gmail.com. Também participam desta pesquisa como orientadora a prof.^a. IVONEIDE DE CARVALHO LOPES, contato (81) 98101-2801, e-mail: ivoneide.lobes@ufrpe.br e como coorientadora a prof.^a. ÂNGELA FERNANDES CAMPOS, contato (81) 98719-0812 e e-mail afernandescampos@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa tem por objetivo propor e avaliar um produto educacional constituído por uma sequência de atividades fundamentadas no ensino por investigação para abordagem das propriedades coligativas das soluções voltada para estudantes do 2º ano do Ensino

Médio. A coleta de dados para análise da proposta desta pesquisa consistirá das video gravações e fotografias, questionários, registros escritos no diário de bordo, e as respostas inicial e final ao problema. De forma resumida a intervenção consistirá no levantamento dos conhecimentos prévios; apresentação do problema a ser solucionado; aula expositiva dialogada; elaboração de hipóteses; planejamento, elaboração e execução de um procedimento experimental por parte dos estudantes; e por fim montarão uma apresentação de como desenvolveram suas atividades e a que conclusões chegaram, após a apresentação deverão construir a resposta final para o problema.

Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A pesquisa será realizada no segundo semestre de 2023 entre os meses de julho e agosto, com um total de 5 encontros de 50 min.

RISCOS diretos para o voluntário:

Alguns materiais que serão disponibilizados para a realização das atividades não colocam em risco a saúde e a integridade do participante, pois são de uso cotidiano. Como a pesquisa fará uso de registro audiovisuais e questionários os participantes estarão sujeitos a desconfortos em relação a privacidade e a constrangimentos para responder as questões submetidas. Portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Desde o primeiro momento até o final da intervenção, o participante tem total liberdade em não querer participar de qualquer momento das etapas da intervenção. O armazenamento dos dados no notebook podem apresentar o risco de serem hackeado, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma serão preservados e respeitados as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários:

O participante será beneficiado com o desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas com a experimentação investigativa como criticidade e autonomia, e que possam compreender que os conceitos estudados não são apenas conteúdos, mas que fazem parte do seu dia-a-dia, e que podem aplicá-los em situações do cotidiano. É garantido aos participantes o acesso aos resultados desta pesquisa, assim como a discussão/avaliação da metodologia aplicada. A presente pesquisa contribuirá com o ensino de química.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo de 05 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Assinatura da pesquisadora

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____,
 CPF _____, abaixo assino, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o

pesquisador responsável, concordo em participar da pesquisa **ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Feira Nova – PE, ___/___/_____.

Assinatura do voluntário

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores)

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS
PRÉVIOS

1. Você sabe o que são forças intermoleculares? E como elas influenciam no ponto de fusão e ebulição?
2. Por que nos estados do sul do Brasil, que atingem temperaturas negativas em certas épocas do ano, o diesel por exemplo que solidifica a 0°C , não solidifica?
3. Você já observou que a salada murcha rapidamente? Por que isso acontece?
4. Por que recomendam que coloquem logo o sal na água para o cozimento de alimentos, como batata, macarrão e arroz?
5. Você já fez o teste de congelar água mineral com sal e sem sal? Quem congela mais rápido?
6. Você sabe o que são as propriedades coligativas das soluções? Cite um exemplo de situação que é consequência das propriedades coligativas.

APÊNDICE E: TEXTO SOBRE AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES

As propriedades coligativas das soluções são propriedades físicas que dependem única e exclusivamente do número de partículas (moléculas ou íons) de soluto dissolvidas numa dada massa de solvente e não da natureza das partículas. São exemplos de propriedades coligativas o abaixamento da pressão de vapor, o aumento da temperatura de ebulição (ebulioscopia) e a diminuição da temperatura de fusão (crioscopia).

As propriedades coligativas foram estudadas pela primeira vez por François-Marie Raoult, químico francês nascido em 1830, em Fournes. O seu primeiro artigo sobre crioscopia de uma solução relativamente ao solvente puro foi publicado em 1878.

As relações estabelecidas por Raoult para o abaixamento da pressão de vapor e para a crioscopia de uma solução conduziram ao desenvolvimento de métodos de determinação da massa molar de um soluto num dado solvente. Estes métodos permitiram a Jacobus van't Hoff, Wilhelm Ostwald e outros químicos comprovar o fenómeno da dissociação (em íons) dos eletrólitos em solução. Ernst Beckmann introduziu melhorias significativas no método crioscópico de determinação de massas molares, o que fez com que se tornasse num método padrão de determinação de massas molares de substâncias orgânicas. No entanto, pelo final do século XX, os métodos baseados nas propriedades coligativas foram sendo substituídos pela determinação direta de massas moleculares através da espectrometria de massa.

Como as propriedades coligativas dependem apenas do número de partículas de soluto dissolvidas por unidade de massa de solvente, tem de se ter em consideração o fato de cada molécula de um soluto iônico dar origem a dois ou mais íons em solução. Por exemplo, ao dissolver-se uma mol de cloreto de potássio (KCl) em água, dado que se trata de um eletrólito forte, há uma separação total entre os íons, dando origem a um mol de cátion potássio (K^+) e a uma mol de ânion cloreto (Cl^-). Como tal, é necessário introduzir um fator que tenha em consideração a formação de um maior número de partículas em solução.

A importância das propriedades coligativas torna-se evidente em muitos momentos do cotidiano. Um dos exemplos mais elucidativos é quando se espalha cloreto de sódio (“sal”) nas estradas com gelo. A crioscopia resultante é suficiente para, na maior parte dos casos, diminuir bastante o ponto de fusão da água para valores abaixo de zero, o que origina a fusão do gelo e, conseqüentemente, torna a estrada transitável e consideravelmente mais segura.

APÊNDICE F: TEXTO COMPLEMENTAR

São quatro as propriedades coligativas mais importantes: tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e a osmose. A tonoscopia consiste no abaixamento da pressão de vapor, ela resulta em outras duas propriedades coligativas, a ebulioscopia e a crioscopia, porque a presença do soluto causa efeito na entropia do solvente. A ebulioscopia, é uma das propriedades, que consiste no aumento do ponto de ebulição do solvente. A crioscopia consiste no abaixamento do ponto de congelamento. Essas três primeiras propriedades envolvem o equilíbrio entre as duas fases do solvente. A quarta propriedade coligativa é a osmose, que por exemplo é essencial para a vida, pois permite fluir nutrientes entre as paredes das células vivas (ATKINS, p.352).

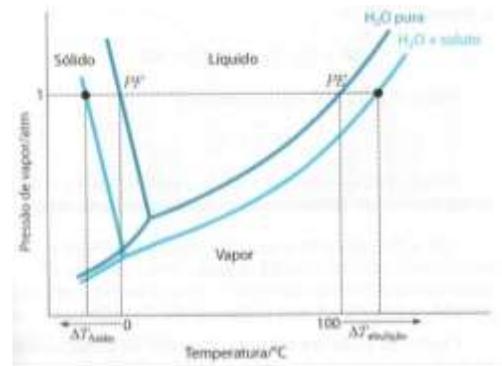
Para compreender as três primeiras propriedades coligativas é preciso inicialmente compreender o conceito de pressão de vapor: “A pressão de vapor representa a pressão exercida pelo vapor quando ele está em equilíbrio com o líquido (isto é, quando a velocidade de vaporização se iguala a velocidade de condensação)” (BROWN, p. 603). Substâncias que tem pressão de vapor mensurável são ditas voláteis, as que não, não voláteis. As soluções originadas por um solvente líquido volátil e um soluto sólido não volátil são formadas espontaneamente em razão do aumento da entropia do sistema, ocasionado pela mistura. Essa adição de soluto estabiliza as moléculas do solvente no seu estado líquido gerando uma tendência menor de escape para o estado vapor. Dessa forma a presença do soluto não volátil, faz com que a pressão de vapor do solvente seja inferior à sua pressão quando puro, ilustrados nas figuras abaixo

Redução da pressão de vapor pela adição de um soluto não volátil



Fonte: BROWN, p. 576.

Diagrama de fases do solvente puro e da solução evidenciando o abaixamento da pressão de vapor pela presença do soluto não volátil.



Fonte: TOMA, v.2, p.35

O cientista francês François-Marie Raoult, mediu pressões de vapor na maior parte de sua vida. Ele enunciou que a pressão de vapor do solvente depende do número relativo de moléculas do solvente (n_A), que é expressa sob a forma de fração molar $X_A = n_A / (n_A + n_B)$, ou seja que depende de suas fração molar, essa é chamada de lei de Raoult:

$$P = X_A \cdot P_A^\circ$$

Onde P_A° é a pressão do vapor do solvente puro.

Quando há presença do soluto não volátil ocorre a diminuição da pressão de vapor do solvente (ΔP) e ela é diretamente proporcional à fração molar do soluto, ela

independe de que sejam moléculas ou íons, dependem apenas da concentração do soluto:

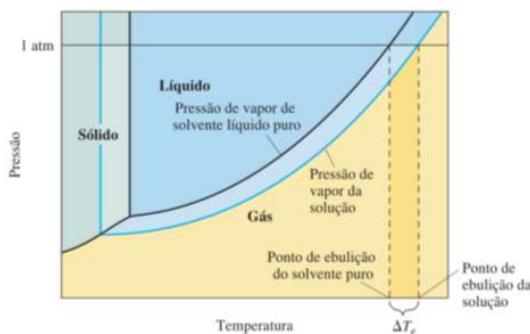
$$\Delta P = X_B \cdot P_A^\circ$$

Em que X_B é a fração molar do soluto.

A adição do soluto não volátil a um solvente puro que abaixa a pressão de vapor da solução tem base termodinâmica. No equilíbrio e na ausência de soluto a energia livre de Gibbs molar do vapor é igual ao do solvente líquido puro. Na solução ideal (que obedece a lei de Raoult em todas as concentrações) a presença do soluto aumenta a entropia da fase líquida, mas a entalpia é mantida, no todo ocorrerá a diminuição da energia livre de Gibbs molar do solvente, o que resulta na diminuição da energia livre de Gibbs do vapor, pois no equilíbrio elas tem que ser iguais, assim a pressão de vapor também diminui (Atkins, p.357)

Como a presença do soluto abaixa a pressão de vapor, o ponto de ebulição do solvente aumenta, e que também é devido a ao efeito do soluto na entropia do solvente, o que pode ser observado na figura abaixo. Essa elevação no ponto de ebulição é denominada de ebulioscopia. (atkins p.358).

Diminuição do ponto de ebulição da solução



Fonte: BROWN, p. 579

A elevação do ponto de ebulição é proporcional ao total de partículas de soluto, independente de sua natureza. Este fato é levado em consideração ao definir i , o fator de van't Hoff', como o número de partículas formadas em solução quando um dado soluto é separado por um determinado solvente. A

variação no ponto de ebulição de uma solução em comparação à do solvente puro é:

$$\Delta T_e = T_e(\text{solução}) - T_e(\text{solvente}) = iK_e m$$

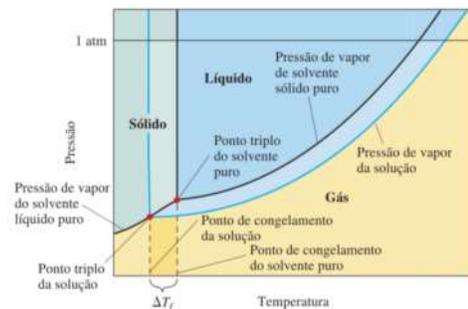
Em que:

- $T_e(\text{solução})$ é o ponto de ebulição da solução;
- $T_e(\text{solvente})$ é o ponto de ebulição do solvente puro;
- i é o fator de van't Hoff
- m é a molalidade do soluto;
- K_e é a constante molal de elevação do ponto de ebulição para o solvente (constante de proporcionalidade determinada para cada solvente)

Para um não eletrólito, podemos considerar que $i = 1$; para um eletrólito, i vai depender de como a substância se ioniza ou se dissocia naquele solvente.

As curvas de vapor do estado sólido líquido se interceptam no ponto triplo. A adição do soluto não volátil, ao abaixar a pressão de vapor, resulta na diminuição do valor do ponto triplo da solução, e conseqüentemente de todos os pontos da curva do equilíbrio sólido-líquido, o que evidencia também a diminuição do ponto de congelamento da solução, em relação ao solvente puro, conforme imagem abaixo.

Diminuição do ponto de congelamento da solução



Fonte: BROWN, 580.

Assim como a elevação do ponto de ebulição, a alteração no ponto de congelamento ΔT_C é diretamente proporcional à molalidade do soluto, considerando o fator de van't Hoff, i :

$$\Delta T_C = T_c(\text{solução}) - T_c(\text{solvente}) = -iK_c m$$

Em que K_c é a constante molar da

redução do ponto de congelamento, semelhante a K_e . O ΔT_C é negativo, visto que a temperatura de congelamento da solução é menor que a do solvente puro. A crioscopia consiste em determinar a massa molar de um soluto pelo abaixamento da temperatura de congelamento que ele provoca quando dissolvido em um solvente.

A osmose consiste no movimento global do solvente em direção ao meio com maior concentração de soluto (menos solvente), através de uma membrana semipermeável, na intenção das soluções atingirem concentrações iguais. Atkins, diz que a “A osmose é uma propriedade termodinâmica, podemos esperar que ela se relacione com às variações de entalpia e entropia provocadas pelo soluto: solvente flui até que sua energia livre de Gibbs seja a mesma nos dois lados da membrana.”

Van't Hoff mostrou que a pressão osmótica de uma solução de não eletrólito está relacionada com a concentração em quantidade de matéria, C , do soluto na solução, que ficou conhecida como equação de van't Hoff (Equação). A pressão osmótica depende só da temperatura e da concentração em quantidade de matéria do soluto, ela não depende da identidade do soluto e do solvente. (Atkins 362)

$$\Pi = iRTC_{\text{SOLUTO}}$$

i = fator de van't Hoff

R = constante dos gases

T = temperatura

A equação de van't Hoff é usada para a técnica de osmometria, que consiste em determinar a massa molar do soluto a partir das medidas da pressão osmótica. (Atkins p. 362)

APÊNDICE H: COMPROVAÇÕES DE APRESENTAÇÕES DE TRABALHOS

[SIEC 2024] Decisión editorial sobre el original**SIEC Educación Editora**

para mim ▼

Angela Angela Fernandes Campos Angela:

Felicidades, su trabajo "Análise da produção científica relacionada ao ensino por investigação no campo da Química" ha sido aceptado para ser presentado en Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias que tendrá lugar del 10 al 13 de junio de 2024.

Gracias por considerar su participación en este evento.

SIEC Educación Editorasiec@educacioneditora.net

Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias **VII** Congresso
Internacional de Ensino das Ciências **SIEC** 2024

<http://congresos.educacioneditora.net/index.php/SIEC/2024/index>



CERTIFICADO

Certificamos que **LAÍS ARAÚJO DE ALMEIDA** realizou uma apresentação oral do trabalho intitulado “Ensino das propriedades coligativas das soluções por meio de uma sequência de ensino investigativa” no II Workshop do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, realizado presencialmente em 22 de maio de 2024, no Hotel Monte Real, em Águas de Lindóia – São Paulo, como parte das atividades da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.

Rio de Janeiro, 23 de maio de 2024

Bárbara Vasconcellos da Silva

Bárbara Vasconcellos da Silva

Michelle Jakeline Cunha Rezende

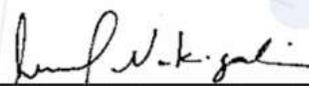
Michelle Jakeline Cunha Rezende

Coordenação Nacional do PROFQUI

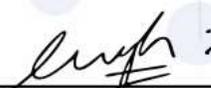
Organização II Workshop PROFQUI



Atestamos que o trabalho "**APPROACHING THE COLIGATIVE PROPERTIES OF SOLUTIONS WITH HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH RESEARCH TEACHING**", autoria de **IVONEIDE DE CARVALHO LOPES BARROS, Laís Araújo de Almeida e Ângela Fernandes Campos**, foi apresentado na forma de pôster durante a 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.



Shirley Nakagaki Bastos
Presidente da SBQ



Luiz Gonzaga de França Lopes
Secretário Geral da SBQ

APÊNDICE I: PRODUTO EDUCACIONAL – CARTILHA

OH + H₂O

Cl₂ + Δt = Cl⁺ + Cl⁻

+ H⁺ CH₃-CH₂-CH₂-CH-C(=O)OH < HSO₃⁺ + O²⁻

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$

ABORDAGEM DAS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Laís Araújo de Almeida
Ivoneide de Carvalho Lopes Barros
Ângela Fernandes Campos

OH + H₂O

Cl₂ + Δt = Cl⁺ + Cl⁻

+ H⁺ CH₃-CH₂-CH₂-CH-C(=O)OH < HSO₃⁺ + O²⁻

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = e^x$



APRESENTAÇÃO



Caro docente, frente as necessidades formativas esperadas que a escola promova, faz-se necessário pensar em estratégias de ensino que atendam expectativas, que vão além da promoção da aprendizagem de conceitos, mas que possibilitem a aprendizagem de atitudes e procedimentos. Estas estratégias têm a finalidade de desenvolver habilidades dos estudantes na escola para quando em sociedade estejam preparados para resolver situações e problemas. Nessa perspectiva, essa cartilha tem como objetivo, auxiliá-lo em seu planejamento trazendo uma proposta de ensino, caracterizada como uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), com ênfase na abordagem das propriedades coligativas das soluções para estudantes do segundo ano do ensino médio, pois foi constatado que a mesma tem potencialidades para alcance das aprendizagens anteriormente mencionadas.

Essa cartilha é um produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - Profqui, da UFRPE, a partir da elaboração e intervenção, bem como de sua análise e validação mediante os resultados alcançados. Ao longo deste material são apresentados fundamentos teórico-metodológicos do ensino por investigação, a descrição da aplicação e as possíveis contribuições que podem surgir pela utilização da SEI.

Esse material é de fácil reprodutibilidade; esperamos que seja um subsídio valioso para planejamento de professores de ciências e química, de forma que contribua para suas práticas pedagógicas, possibilitando oferecer um ensino no estudante como protagonista, exercendo papel intelectual ativo e sendo construtor de seu conhecimento, a fim de que venha a desenvolver habilidades investigativas como autonomia, criticidade, reflexão, pensamento coletivo e cooperação.

Desejamos a você um bom uso desta cartilha, assim como uma apropriação satisfatória das características do ensino por investigação para que possam trabalhar com outros objetos de conhecimento por meio dessa abordagem.

As autoras





SUMÁRIO



INTRODUÇÃO	04
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	05
INTERVENÇÃO DIDÁTICA - SEI.....	06
1º MOMENTO: Levantamento dos conhecimentos prévios	07
2º MOMENTO: Apresentação do problema	10
3º MOMENTO: Planejamento	12
4º MOMENTO: Execução	13
5º MOMENTO: Sistematização do conhecimento	14
Rubrica elaborada para análise atitudinal, procedimental e conceitual	15
CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
REFERÊNCIAS	17
APÊNDICE 1: Texto sobre as propriedades coligativas das soluções	18
APÊNDICE 2: Slides da aula expositiva dialogada	19
APÊNDICE 3: Texto complementar	21





INTRODUÇÃO



Num esforço para obter efetividade no processo de ensino aprendizagem e alcançar as necessidades formativas atuais, muitos estudos têm se concentrado em desenvolver, aplicar, viabilizar e apresentar alternativas metodológicas que retirem o estudante da passividade e o coloque no centro desse processo, como protagonista, mostrando que o conteúdo faz parte de sua realidade, inserindo-o no contexto da discussão. Isso implica na conquista da aprendizagem de conceitos por meio de abordagem que objetive trabalhar com o estudante de forma ativa, ouvindo-o e favorecendo também a aprendizagem atitudinal e procedimental.

Nesse contexto, destaca-se o ensino por investigação, que consiste em uma abordagem de ensino baseada na investigação (SASSERON, 2015; SOLINO, 2017; MONTANINI, MIRANDA, CARVALHO 2018). Esta abordagem permite que o estudante aja de forma autônoma e cooperativa, no intuito de investigar algo a ser resolvido, um problema, com ou sem orientações de um mediador, a depender da sua maturidade com esse tipo de abordagem. Isto promove a inserção do estudante de forma ativa nas atividades, quer disponham de recursos associados, ou não, ao ensino tradicional (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; SASSERON, 2018). O ensino por investigação deve promover engajamento nas discussões entre os estudantes. Para tanto é necessário que o problema seja motivador e próximo da realidade do estudante, e que seja contextualizado.

Os próximos capítulos sequencialmente correspondem a um aprofundamento sobre o ensino por investigação, a intervenção didática com a descrição de cada momento, as considerações finais, referências e anexos contendo materiais usados na SEI.





ENSINO POR INVESTIGAÇÃO



O Ensino por Investigação objetiva promover o raciocínio e as habilidades cognitivas dos estudantes, favorecendo também a cooperação, sendo esses alguns objetivos da educação científica (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O ensino por investigação é adotado para que a turma se engaje com as discussões. Ao mesmo tempo em que discutem fenômenos naturais, para resolver um problema, também exercitem raciocínios e práticas de análise, comparação e avaliação, aspectos que são muito utilizados na prática científica. Esse tipo de ensino não é uma estratégia específica, ele está associado com a forma que se trabalha e assim se configura como uma abordagem didática (SASSERON, 2015; SOLINO, 2017; MONTANINI, MIRANDA, CARVALHO 2018).

O professor nesse tipo de ensino deve praticar habilidades que ajudem os estudantes a resolverem problemas, que precisam interagir com seus colegas, com os materiais disponíveis e com os conhecimentos já sistematizados e existentes. O papel do professor é de mediador, ele pode ser ou não o proponente dos problemas a depender do grau de maturidade da turma, orientador de análise, estimulador de discussões e promotor de condições para que os estudantes sejam ativos e colaborativos. É imprescindível o engajamento dos estudantes, para que uma atividade gere aprendizado sobre conceitos e ciências. Esse processo que permite e solicita debate de ideias contribui para o desenvolvimento de práticas argumentativas em sala de aula (SASSERON, 2015; SCARPA, SASSERON, SILVA 2017).

Logo, o ensino por investigação cria para os estudantes condições para pensarem de acordo com a estrutura do conhecimento; falarem, podendo expor seus argumentos e conhecimentos que foram construídos; lerem, entendendo criticamente o que está sendo exposto; e escreverem, como autores e com clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018).

No ensino por investigação, assim que o problema é proposto, a busca por soluções é iniciada, e são elaboradas hipóteses. Em seguida limita-se as variáveis relevantes, estabelece-se relações entre as variáveis e por fim se constroem explicações para o problema (SCARPA, SASSERON E SILVA 2017). E a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), segundo Sasseron (2015), consiste em permitir que em toda aula, experimental ou não, seja de cunho investigativo, contanto que haja um problema a ser resolvido. Portanto a SEI “é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados” (SASSERON, 2015, p. 59). As páginas seguintes consistem nos momentos desenvolvidos da SEI.





INTERVENÇÃO DIDÁTICA – SEI



A intervenção elaborada foi baseada em Zômpero e Laburú (2011) e os passos da pesquisa dirigida de Gil-Pérez (1988), com grau três de liberdade (CARVALHO, 2018), no qual o professor fornece o problema e atua como mediador nas demais etapas quando necessário.

A SEI consiste em cinco momentos: levantamento dos conhecimentos prévios, apresentação do problema, planejamento, execução e sistematização do conhecimento. Para isso são necessárias cinco aulas de 50 minutos. O esquema abaixo traz uma síntese das atividades a serem realizadas.



Nas próximas páginas os momentos serão descritos detalhadamente.





1º MOMENTO: LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

TEMPO: 1 aula de 50 minutos

OBJETIVO: Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes

METODOLOGIA: Aplicação de um questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes individualmente a fim de verificar o que os estudantes sabem sobre as propriedades coligativas das soluções

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1. Você sabe o que são forças intermoleculares? E como elas influenciam no ponto de fusão e ebulição?
2. Por que nos estados do sul do Brasil, que atingem temperaturas negativas em certas épocas do ano, o diesel por exemplo que solidifica a zero graus celsius, não solidifica?
3. Você já observou que a salada murcha rapidamente? Por que isso acontece?
4. Por que recomendam que coloquem logo o sal na água para o cozimento de alimentos, como batata, macarrão e arroz?
5. Você já fez o teste de congelar água mineral com sal e sem sal? Quem congela mais rápido?
6. Você sabe o que são as propriedades coligativas das soluções? Cite um exemplo de situação que é consequência das propriedades coligativas.

Para análise dessa intervenção foram elaboradas rubricas que avaliam o estudante tanto pela aquisição do conteúdo quanto pelo engajamento e motivação (LOBATO ET AL, 2008). Isto posto, para esse momento as respostas foram classificadas como satisfatórias, parcialmente satisfatórias e insatisfatórias.





Questões propostas	Classificação das respostas			Propriedade coligativa
	SATISFATÓRIA	PARCIALMENTE SATISFATÓRIA	INSATISFATÓRIA	
Você sabe o que são forças intermoleculares e como elas influenciam no ponto de ebulição?	Se os estudantes responderem sim e que são as interações, de atração ou repulsão, entre as moléculas de uma mesma substância ou de várias substâncias distintas, que são responsáveis por manter unidas as moléculas, e que a depender da força intermolecular influenciará no ponto ebulição, se a força for forte, terá alto ponto de ebulição, se for fraca, terá ponto de ebulição baixo (ATKINS, pg. 335, 2012).	Se responderem sim apenas e que é o que mantém as moléculas unidas ou que influenciam no ponto de fusão e ebulição a depender de sua intensidade.	Se responderem não ou sim e apresentarem uma justificativa.	-
Por que nos estados do sul do Brasil, que atingem temperaturas negativas em certas épocas do ano, o diesel por exemplo que solidifica a 0°C, não solidifica?	Se relacionarem a sua resposta que deve ter sido adicionado alguma substância química que alterou as interações intermoleculares no diesel que como consequência diminui a sua temperatura de solidificação.	Se afirmarem que foi adicionado algo sem relacionar com as interações intermoleculares.	Se não relacionarem a adição de alguma substância.	Crioscopia
Você já observou que a salada murcha rapidamente? Por que isso acontece?	Se sim e citarem a adição do tempero, como sal e o ácido acético do vinagre, substâncias químicas de concentração diferente das células dos componentes da salada, que por meio das membranas celulares liberam água na intenção de igualar suas concentrações, do meio hipo para o hiper concentrado, o que é evidenciado pela aparência murcha da salada.	Se sim e citarem apenas os temperos sem explicar o que acontece.	Se apresentarem sim ou não sem justificativa ou com uma resposta incoerente com a pergunta.	Osmose





<p>Por que recomendam que coloquem logo o sal na água para o cozimento de alimentos, como batata, macarrão e arroz?</p>	<p>Se associarem que a adição do sal interage com o solvente reduzindo sua pressão de vapor, como consequência tem o aumento do ponto de ebulição, como a solução atinge uma temperatura mais alta, o tempo de cozimento é reduzido.</p>	<p>Se citarem apenas que o sal ajuda a cozinhar mais rápido sem mencionar a explicação completa.</p>	<p>Se apresentarem uma resposta incoerente com a pergunta como o sal dá gosto.</p>	<p>Ebulioscopia</p>
<p>Você já fez o teste de congelar água mineral com sal e sem sal? Você acha que quem congela mais rápido?</p>	<p>Se sim e associarem que a adição do sal, soluto não volátil, diminui a pressão de vapor, consequentemente diminui a temperatura de congelamento, então a solução solidifica em uma temperatura menor que a da água.</p>	<p>Se sim ou não e citarem apenas que a água com sal deve demorar mais para congelar ou que a sem sal congela mais rápido.</p>	<p>Se sim ou não, e apresentarem que acham que a água com sal congela mais rápido.</p>	<p>Crioscopia</p>
<p>Você sabe o que são as propriedades coligativas das soluções? Cite um exemplo de situação que é consequência das propriedades coligativas.</p>	<p>Sim ou não, e que cite alguma situação exemplificando e associarem ao nome científico das propriedades.</p>	<p>Se apenas responderem sim e citarem algum exemplo sem associar com o nome científico da propriedade.</p>	<p>Se responderem não.</p>	<p>Todas as propriedades coligativas</p>





2º MOMENTO: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA



TEMPO: 1 aula de 50 minutos (20 min para apresentação do problema e elaboração de hipóteses e os 30 min finais para aula expositiva dialogada sobre as propriedades coligativas das soluções).

OBJETIVO: Apresentar o problema para elaboração das hipóteses

METODOLOGIA: Inicialmente organizar os estudantes em grupos, e a cada um entregar um diário de bordo ou bloquinho de anotações. Em seguida entregar o problema impresso e fazer a leitura junto aos estudantes, com o máximo de esclarecimento possível. Após a leitura, convidá-los a discutirem sobre as questões problema, e solicitar que elaborem suas hipóteses que podem ser a solução para o problema. Quando todos entregarem suas hipóteses, entregar um texto (Anexo 2) sobre as propriedades coligativas para leitura, e em seguida ministrar um aula expositiva dialogada sobre as propriedades coligativas das soluções com uso de slides (Anexo 3). Após esse momento informar que será enviado um texto complementar (Anexo 4) e vídeo de Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, disponível em <http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/handle/123456789/1016> aos estudantes a fim de que estudem sobre o conteúdo em casa, para na semana seguinte dar continuidade a execução das atividades.





PROBLEMA

O uso do sal tem trazido benefícios à humanidade ao longo dos anos. Desde os primórdios, devido à época de caça reduzida, foi desenvolvida uma técnica de conservação de alimentos: a desidratação das carnes com o uso do sal. O sal também tem sido empregado para derreter a neve em locais frios, para favorecer a mobilidade das pessoas em regiões como no sul do Brasil. Outro fenômeno intrigante ocorre quando se acrescenta sal em água fervente, isto faz com que a água pare de ferver instantaneamente, só voltando à fervura após um maior aquecimento. Todos os fatos acima revelam uma predisposição do homem em busca da sobrevivência, de cumprir os compromissos do dia a dia e de economizar recursos. Portanto conhecer e compreender conceitos e técnicas ajudam a cumprir prazos, e de brinde, ajudam a economizar recursos como tempo e dinheiro. Supondo que você convidou seus amigos para um almoço de última hora e se vê obrigado a passar no mercado, no caminho para casa, e comprar tudo que é preciso para o almoço, mas sabe que tem pouco tempo para organizar e preparar tudo. Ao chegar em casa, nota que a sua residência e de todas da vizinhança estão sem energia elétrica. Arelado a isso percebe que seu gás está acabando e, que para a salada que planejou fazer seria preciso cenoura e beterraba, e que embora você as tenha em casa, ambas se apresentam murchas, e você tem pouco tempo para substituí-las. Além disso, o fato de estar sem energia elétrica, provocou também a queda da rede de telefonia móvel, impossibilitando que você possa entrar em contato com seus amigos para cancelar o almoço. Considerando essa conjuntura, faz-se necessário pensar em alternativas, pois seus amigos estão a caminho. Nesta situação, o gás tem que ser suficiente para o preparo das comidas; além de ser necessário resfriar os refrigerantes, suco e água na ausência da geladeira funcionando, e as cenouras e beterrabas precisam estar como frescas na salada. Escreva como você procederia para resolver tais problemas: (i) Como preparar a comida rapidamente e o gás ser suficiente? (ii) Como resfriar os líquidos sem geladeira? (iii) Como deixar as cenouras e beterrabas como frescas? (iv) Como o conhecimento químico pode auxiliar nestas questões?





3º MOMENTO: PLANEJAMENTO



TEMPO: 1 aula de 50 minutos

OBJETIVO: Planejar procedimentos experimentais a fim dos estudantes fundamentarem suas hipóteses iniciais.

METODOLOGIA: Os estudantes organizados em grupo devem ser orientados a planejar procedimentos experimentais a fim de fundamentarem suas hipóteses iniciais. O planejamento deve ser realizado com base em um conjunto de materiais trazidos pelo professor. A sugestão é que os materiais estejam de acordo com o problema. Os materiais aqui sugeridos são: cenoura e beterraba murchas, gelo, sal de cozinha, termômetro, refrigerantes, vidrarias ou recipientes alternativos e fonte aquecedora*.

*A escola em que foi aplicada essa intervenção não possui fonte aquecedora, portanto foi pedido que os estudantes apenas planejassem e executassem em casa.





4º MOMENTO: EXECUÇÃO



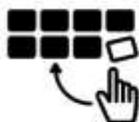
TEMPO: 1 aula de 50 minutos

OBJETIVO: Executar os procedimentos ideados e realizar as observações e conclusões a respeito de suas hipóteses iniciais.

METODOLOGIA: No laboratório da escola, em grupos, realizarão os procedimentos idealizados. A função do professor, como mediador/orientador, será de visitar os grupos para que expliquem o que estão fazendo e os provocar com alguns questionamentos a fim de que eles realizem as observações e analisem as variáveis adequadamente, como por exemplo: "Estão comparando a que?" "Tem como comparar de outra forma?" "Tem certeza que dessa forma terão resultados coerentes?"

Nos cinco minutos finais da aula, o professor deve solicitar que os grupos façam uma apresentação para a próxima aula contendo os procedimentos idealizados, como executaram e quais foram as conclusões que chegaram a partir das observações realizadas para solução das questões do problema.





5º MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO



TEMPO: 1 aula de 50 minutos

OBJETIVO: Sistematizar o conhecimento a partir das apresentações e discussões em sala e elaborar as respostas finais ao problema.

METODOLOGIA: Na sala de aula, em grupos, apresentarão os procedimentos idealizados, como executaram e a que conclusões chegaram. Durante a apresentação o professor deve realizar questionamentos pertinentes de acordo com a apresentação, como por exemplo: "A que conclusão chegaram? Em qual deles o resultado foi melhor?...". Além de sempre direcionar também as perguntas aos colegas que estão assistindo, possibilitando interação entre o grupo, professor e turma. Após as apresentações, a depender de quantos grupo tiveram na sala, nos 10-20 min finais reapresentar o problema e pedir que os grupos respondam cada uma das questões do problema de forma escrita no diário de bordo.





RUBRICA ELABORADA PARA ANÁLISE ATITUDINAL, PROCEDIMENTAL E ATITUDINAL

APRENDIZAGEM	CRITÉRIOS DE ANÁLISE		
	SATISFATÓRIA	PARCIALMENTE SATISFATÓRIA	INSATISFATÓRIA
ATTITUDINAL	Seguiram as normas pré-estabelecidas, como se colocar no lugar do outro, evitar olhar o do colega.	Seguiram algumas normas pré-estabelecidas.	Não seguiram normas pré-estabelecidas.
	Mostraram engajamento se posicionando.	Mostraram engajamento.	Não mostraram engajamento.
	Se posicionaram e respeitaram a opinião do outro.	Se posicionaram e não respeitaram a opinião do outro.	Não se posicionaram e nem respeitaram a opinião do outro.
	Foram receptivos às mudanças.	Se mostraram parcialmente receptivos as mudanças.	Não aceitaram mudanças.
	Conseguiram se manter motivados durante toda a atividade para se sentirem satisfeitos;	Se mantiveram motivados em parte da atividade.	Não conseguiram se manter motivados.
PROCEDIMENTAL	Se utilizaram dos conhecimentos prévios como habilidades, estratégias, técnicas... para realizar ou executar o procedimento que propuseram.	Se utilizaram dos conhecimentos prévios como técnicas para realizar ou executar o procedimento que propuseram.	Não se utilizaram de conhecimentos prévios para realizar ou executar o procedimento que propuseram
	Conseguiram evoluir conceitualmente. Houve formulação de perguntas, comparação de experimentos, elaboração de diagrama, foi realizada anotações, imitou ou repetiu procedimento, possibilitando assim a regulação do seu próprio progresso de aprendizagem;	Conseguiram evoluir conceitualmente, mas sem comparações.	Não conseguiram conectar os conhecimentos prévios com os novos.
	Encontraram sentido, de ser protagonista, de pensar sozinho e se adaptar a situações e contextos;	Conseguiram ser protagonistas, mas com dificuldade para se adaptar a situações e contextos.	Não conseguiram ser protagonistas.
	Trabalharam em colaboração pois entenderam que a construção do conhecimento se dá pela presença do outro.	Conseguiram trabalhar em colaboração com alguns participantes.	Não conseguiram trabalhar em colaboração.
	Acreditaram que o conhecimento tocante ao procedimento se constrói pelo esforço pessoal.	Alguns participantes não mostraram esforço pessoal na ação colaborativa.	Não mostraram esforço pessoal na execução da proposta.





CONSIDERAÇÕES FINAIS



A validação desse produto se deu a partir da análise dos dados obtidos da aplicação em uma turma de segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no interior de Pernambuco.

As atividades desta SEI possibilitaram o engajamento e desenvolvimento de habilidades como postura intelectual, criticidade, reflexão, autonomia, cooperação e articulação entre os conhecimentos prévios com o científico.

O protagonismo, favorecido pela SEI, é o fator principal de distanciamento do ensino tradicional, visto que esse sozinho não tem conseguido alcançar as necessidades formativas que espera-se da escola, portanto é preciso repensar as formas de ensinar. Neste sentido como a abordagem investigativa pressupõe um problema a ser resolvido, a necessidade de solucioná-lo promove engajamento e motivação, e por ser contextualizado, aproxima da realidade do estudante. O que favorece a conexão do conteúdo científico com as situações do dia a dia. Favorecendo as necessidades formativas.

Contudo esse material de fácil entendimento e reprodutibilidade, apresenta alta potencialidade como suporte para planejamento de aulas que objetivem trabalhar na integralidade, favorecendo a aprendizagem do conhecimento científico, atitudes e procedimentos.





REFERÊNCIAS ”

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3., 765-794, 2018.

GIL-PÉREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquín Martínez; SENENT PÉREZ, F. El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 2, p. 131-146. 1988.

LOBATO, Antonio S. et al. Aplicando rubrica para avaliar qualitativamente o estudante no labsql. In: **Conferencia Latino Americana de Informática-CLEI**. 2008. p. 1-10.

MONTANINI, S.M.P.; MIRANDA, S.C.; CARVALHO, P.S. O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)** v.7, n.2, p.288-304, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n.1, p.7-27, Recife, 2017.

SOLINO, A. P. Potenciais problemas significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paul, 2017.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, v.13, n.03, p. 67-80, 2011.



APÊNDICE I

TEXTO SOBRE AS PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES

As propriedades coligativas das soluções são propriedades físicas que dependem única e exclusivamente do número de partículas (moléculas ou íons) de soluto dissolvidas numa dada massa de solvente e não da natureza das partículas. São exemplos de propriedades coligativas o abaixamento da pressão de vapor, o aumento da temperatura de ebulição (ebulioscopia) e a diminuição da temperatura de fusão (crioscopia).

As propriedades coligativas foram estudadas pela primeira vez por François-Marie Raoult, químico francês nascido em 1830, em Fournes. O seu primeiro artigo sobre crioscopia de uma solução relativamente ao solvente puro foi publicado em 1878.

As relações estabelecidas por Raoult para o abaixamento da pressão de vapor e para a crioscopia de uma solução conduziram ao desenvolvimento de métodos de determinação da massa molar de um soluto num dado solvente. Estes métodos permitiram a Jacobus van't Hoff, Wilhelm Ostwald e outros químicos comprovar o fenómeno da dissociação (em íons) dos eletrólitos em solução. Ernst Beckmann introduziu melhorias significativas no método crioscópico de determinação de massas molares, o que fez com que se tornasse num método padrão de determinação de massas molares de substâncias orgânicas. No entanto, pelo final do século XX, os métodos baseados nas propriedades coligativas foram sendo substituídos pela determinação direta de massas moleculares através da espectrometria de massa.

Como as propriedades coligativas dependem apenas do número de partículas de soluto dissolvidas por unidade de massa de solvente, tem de se ter em consideração o fato de cada molécula de um soluto iônico dar origem a dois ou mais íons em solução. Por exemplo, ao dissolver-se uma mol de cloreto de potássio (KCl) em água, dado que se trata de um eletrólito forte, há uma separação total entre os íons, dando origem a um mol de cátion potássio (K⁺) e a uma mol de ânion cloreto (Cl⁻). Como tal, é necessário introduzir um fator que tenha em consideração a formação de um maior número de partículas em solução.

A importância das propriedades coligativas torna-se evidente em muitos momentos do cotidiano. Um dos exemplos mais elucidativos é quando se espalha cloreto de sódio ("sal") nas estradas com gelo. A crioscopia resultante é suficiente para, na maior parte dos casos, diminuir bastante o ponto de fusão da água para valores abaixo de zero, o que origina a fusão do gelo e, conseqüentemente, torna a estrada transitável e consideravelmente mais segura.

Lima, L.S. (2014) Propriedades coligativas, Rev. Ciência Elem., V2(01):023. doi.org/10.24927/rce2014.023





APÊNDICE 2

SLIDES DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA

Propriedades coligativas

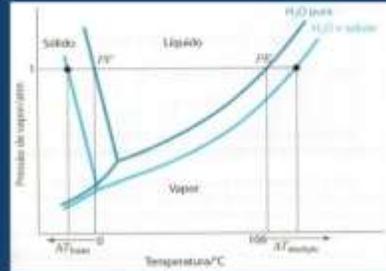
Dependem do **número de partículas** de soluto não volátil presentes no solvente e **não do tipo das partículas**.

Um pouco de **soluto não volátil** em água **diminui a pressão de vapor** sobre a solução.

- A **temperatura de ebulição subirá** - elevação do ponto de ebulição
- A **temperatura de congelamento descerá** - diminuição do ponto de congelamento

"A pressão de vapor representa a pressão exercida pelo vapor quando ele está em equilíbrio com o líquido (isto é, quando a velocidade de vaporização se iguala a velocidade de condensação)" (BROWN, p. 603)

- Substâncias que tem pressão de vapor mensurável são ditas voláteis, as que não, não voláteis.
- As soluções originadas por um solvente líquido volátil e um soluto sólido não volátil são formadas espontaneamente em razão do aumento da entropia do sistema, ocasionado pela mistura. Essa adição de soluto estabiliza as moléculas do solvente no seu estado líquido gerando uma tendência menor de escape para o estado vapor. Dessa forma a presença do soluto não volátil, faz com que a pressão de vapor do solvente seja inferior à sua pressão quando puro.



Fonte: TOMA, v.2, p.35

O cientista francês François-Marie Raoult, mediu pressões de vapor na maior parte de sua vida. Ele enunciou que a pressão de vapor do solvente depende do número relativo de moléculas do solvente (n_A), que é expressa sob a forma de fração molar $X_A = n_A / (n_A + n_B)$, ou seja que depende de sua fração molar, essa é chamada de lei de Raoult:

$$P = X_A P_A^0$$

Onde P_A^0 é a pressão do vapor do solvente puro.

Quando há presença do soluto não volátil ocorre a diminuição da pressão de vapor do solvente (ΔP) e ela é diretamente proporcional à fração molar do soluto, ela independe de que sejam moléculas ou ions, dependem apenas da concentração do soluto:

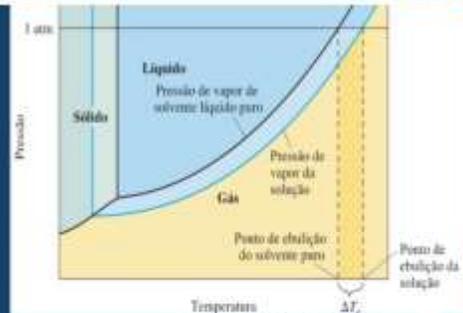
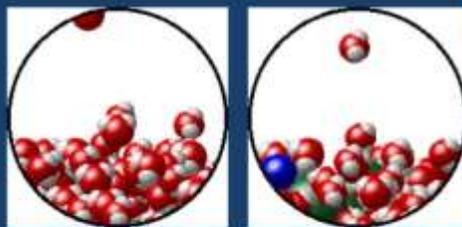
$$\Delta P = X_B P_A^0$$

Em que X_B é a fração molar do soluto.



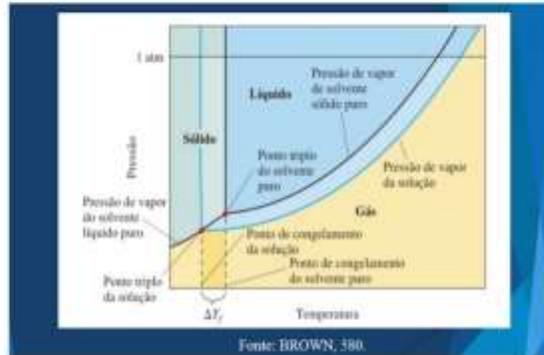
Fonte: BROWN, p. 576.

A adição do soluto não volátil a um solvente puro que abaixa a pressão de vapor da solução tem base termodinâmica. No equilíbrio e na ausência de soluto a energia livre de Gibbs molar do vapor é igual ao do solvente líquido puro. Na solução ideal (que obedece à lei de Raoult em todas as concentrações) a presença do soluto aumenta a entropia da fase líquida, mas a entalpia é mantida, no todo ocorrerá a diminuição da energia livre de Gibbs molar do solvente, o que resulta na diminuição da energia livre de Gibbs do vapor, pois no equilíbrio elas tem que ser iguais, assim a pressão de vapor também diminui (Atkins, p.357)



Fonte: BROWN, p. 579





A osmose consiste no movimento global do solvente em direção ao meio com maior concentração de soluto (menos solvente), através de uma membrana semipermeável, na intenção das soluções atingirem concentrações iguais. Atkins, diz que a "A osmose é uma propriedade termodinâmica, podemos esperar que ela se relacione com as variações de entalpia e entropia provocadas pelo soluto: solvente flui até que sua energia livre de Gibbs seja a mesma nos dois lados da membrana."





APÊNDICE 3

TEXTO COMPLEMENTAR

São quatro as propriedades coligativas mais importantes: tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e a osmose. A tonoscopia consiste no abaixamento da pressão de vapor, ela resulta em outras duas propriedades coligativas, a ebulioscopia e a crioscopia, porque a presença do soluto causa efeito na entropia do solvente. A ebulioscopia, é uma das propriedades, que consiste no aumento do ponto de ebulição do solvente. A crioscopia consiste no abaixamento do ponto de congelamento. Essas três primeiras propriedades envolvem o equilíbrio entre as duas fases do solvente. A quarta propriedade coligativa é a osmose, que por exemplo é essencial para a vida, pois permite fluir nutrientes entre as paredes das células vivas (ATKINS, p.352).

Para compreender as três primeiras propriedades coligativas é preciso inicialmente compreender o conceito de pressão de vapor: "A pressão de vapor representa a pressão exercida pelo vapor quando ele está em equilíbrio com o líquido (isto é, quando a velocidade de vaporização se iguala a velocidade de condensação)" (BROWN, p. 603). Substâncias que tem pressão de vapor mensurável são ditas voláteis, as que não, não voláteis. As soluções originadas por um solvente líquido volátil e um soluto sólido não volátil são formadas espontaneamente em razão do aumento da entropia do sistema, ocasionado pela mistura. Essa adição de soluto estabiliza as moléculas do solvente no seu estado líquido gerando uma tendência menor de escape para o estado vapor. Dessa forma a presença do soluto não volátil, faz com que a pressão de vapor do solvente seja inferior à sua pressão quando puro, ilustrados nas figuras abaixo.

Redução da pressão de vapor pela adição de um soluto não volátil

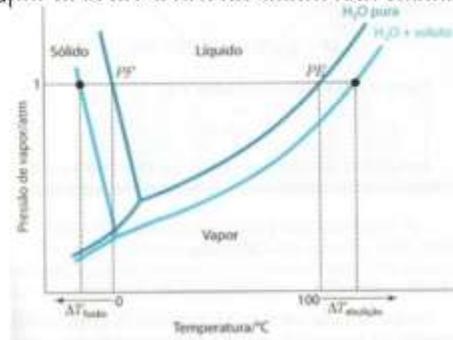


Fonte: BROWN, p. 576.





Diagrama de fases do solvente puro e da solução evidenciando o abaixamento da pressão de vapor na presença do soluto não volátil



Fonte: TOMA, v.2, p.35

O cientista francês François-Marie Raoult, mediu pressões de vapor na maior parte de sua vida. Ele enunciou que a pressão de vapor do solvente depende do número relativo de moléculas do solvente (n_A), que é expressa sob a forma de fração molar $X_A = n_A / (n_A + n_B)$, ou seja que dependendo de sua fração molar, essa é chamada de lei de Raoult:

$$P = X_A \cdot P^0_A$$

Onde P^0_A é a pressão do vapor do solvente puro.

Quando há presença do soluto não volátil ocorre a diminuição da pressão de vapor do solvente (ΔP) e ela é diretamente proporcional à fração molar do soluto, ela independe de que sejam $n^0 \Delta P = X_B \cdot P^0_A$, dependem apenas da concentração do soluto:

Em que X_B é a fração molar do soluto.

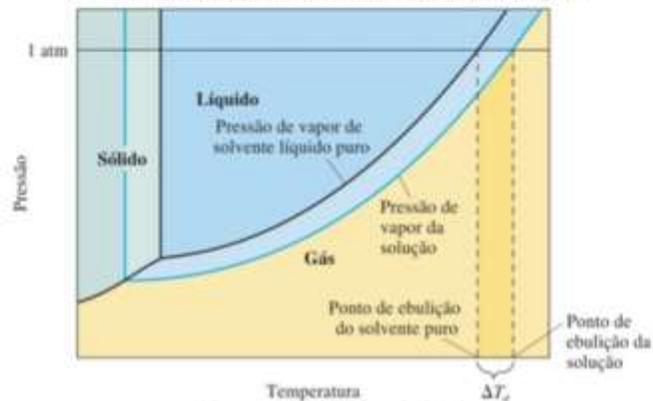
A adição do soluto não volátil a um solvente puro que abaixa a pressão de vapor da solução tem base termodinâmica. No equilíbrio e na ausência de soluto a energia livre de Gibbs molar do vapor é igual ao do solvente líquido puro. Na solução ideal (que obedece a lei de Raoult em todas as concentrações) a presença do soluto aumenta a entropia da fase líquida, mas a entalpia é mantida, no todo ocorrerá a diminuição da energia livre de Gibbs molar do solvente, o que resulta na diminuição da energia livre de Gibbs do vapor, pois no equilíbrio elas tem que ser iguais, assim a pressão de vapor também diminui (Atkins, p.357)

Como a presença do soluto abaixa a pressão de vapor, o ponto de ebulição do solvente aumenta, e que também é devido a ao efeito do soluto na entropia do solvente, o que pode ser observado na figura abaixo. Essa elevação no ponto de ebulição é denominada de ebulioscopia. (atkins p.358).





Diminuição do ponto de ebulição da solução



Fonte: BROWN, p. 579

A elevação do ponto de ebulição é proporcional ao total de partículas de soluto, independente de sua natureza. Este fato é levado em consideração ao definir i , o fator de van't Hoff', como o número de partículas formadas em solução quando um dado soluto é separado por um determinado solvente. A variação no ponto de ebulição de uma solução em comparação à do solvente puro é:

$$\Delta T_e = T_e(\text{solução}) - T_e(\text{solvente}) = i K_e m$$

Em que:

- $T_e(\text{solução})$ é o ponto de ebulição da solução;
- $T_e(\text{solvente})$ é o ponto de ebulição do solvente puro;
- i é o fator de van't Hoff
- m é a molalidade do soluto;
- K_e é a constante molal de elevação do ponto de ebulição para o solvente (constante de proporcionalidade determinada para cada solvente)

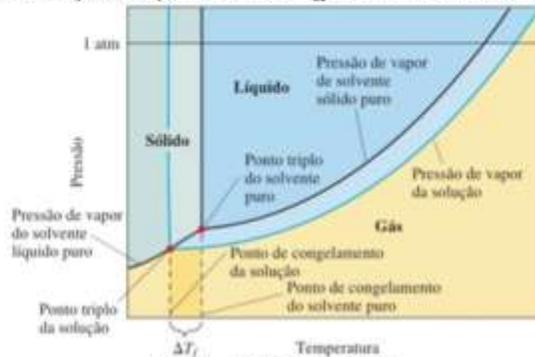
Para um não eletrólito, podemos considerar que $i = 1$; para um eletrólito, i vai depender de como a substância se ioniza ou se dissocia naquele solvente.

As curvas de vapor do estado sólido líquido se interceptam no ponto triplo. A adição do soluto não volátil, ao abaixar a pressão de vapor, resulta na diminuição do valor do ponto triplo da solução, e conseqüentemente de todos os pontos da curva do equilíbrio sólido-líquido, o que evidencia também a diminuição do ponto de congelamento da solução, em relação ao solvente puro, conforme imagem a seguir.





Diminuição do ponto de congelamento da solução



Fonte: BROWN, 580.

Assim como a elevação do ponto de ebulição, a alteração no ponto de congelamento ΔT_C é diretamente proporcional à molalidade do soluto, considerando o fator de van't Hoff, i :

$$\Delta T_C = T_c(\text{solução}) - T_c(\text{solvente}) = - iK_c m$$

Em que K_c é a constante molar da redução do ponto de congelamento, semelhante a K_e . O ΔT_C é negativo, visto que a temperatura de congelamento da solução é menor que a do solvente puro. A crioscopia consiste em determinar a massa molar de um soluto pelo abaixamento da temperatura de congelamento que ele provoca quando dissolvido em um solvente.

A osmose consiste no movimento global do solvente em direção ao meio com maior concentração de soluto (menos solvente), através de uma membrana semipermeável, na intenção das soluções atingirem concentrações iguais. Atkins, diz que a "A osmose é uma propriedade termodinâmica, podemos esperar que ela se relacione com às variações de entalpia e entropia provocadas pelo soluto: solvente flui até que sua energia livre de Gibbs seja a mesma nos dois lados da membrana."

Van't Hoff mostrou que a pressão osmótica de uma solução de não eletrólito está relacionada com a concentração em quantidade de matéria, C , do soluto na solução, que ficou conhecida como equação de van't Hoff (Equação). A pressão osmótica depende só da temperatura e da concentração em quantidade de matéria do soluto, ela não depende da identidade do soluto e do solvente

$$\Pi = iRTC_{\text{SOLUTO}}$$

i = fator de van't Hoff
 R = constante dos gases
 T = temperatura

A equação de van't Hoff é usada para a técnica de osmometria, que consiste em determinar a massa molar do soluto a partir das medidas da pressão osmótica. (Atkins p. 362)

